

Análise da morfologia do fruto em espécies de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* - Cyperaceae¹

Sonia Marisa Hefler^{2,4} e Hilda Maria Longhi-Wagner³

Recebido em 14/05/2007. Aceito em 24/09/2007

RESUMO – (Análise da morfologia do fruto em espécies de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* - Cyperaceae). Este trabalho apresenta uma análise da morfologia do fruto e da sua superfície em 16 táxons de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* ocorrentes na Região Sul do Brasil, visando à obtenção de caracteres úteis para a sua diferenciação. Na análise macromorfológica destacam-se caracteres como tamanho, forma e cor dos frutos e características relacionadas à base dos mesmos. Na micromorfologia destacam-se caracteres como a ornamentação da superfície do fruto, a distribuição e forma das células epidérmicas, a altura e os limites das paredes anticlinais, o tipo de corpos silicosos e a presença ou não de conexões entre estes e as paredes anticlinais. São fornecidas tabelas comparativas entre os táxons e discutida a importância diagnóstica dos caracteres analisados. Os resultados obtidos sustentam a separação de espécies já bem diferenciadas pela morfologia externa, porém apresentam uma importância limitada na separação de espécies macromorfológicamente semelhantes. Por outro lado, reforçam a proposição de sinonímias para alguns táxons específicos ou infra-específicos.

Palavras-chave: Cyperaceae, *Cyperus* subg. *Cyperus*, aquênios, micromorfologia, macromorfologia

ABSTRACT – (Morphological analysis of fruit characteristics in species of *Cyperus* L. subg. *Cyperus* - Cyperaceae). A morphological analysis of the fruit and its surface was carried out in 16 taxa of *Cyperus* L. subg. *Cyperus* from Southern Brazil, aiming to obtain useful characteristics for differentiation. In the macromorphological analysis, characters like size, shape, color and those related to the base of the fruit are especially relevant. In the micromorphological analysis, the most important characters are surface ornamentation, distribution and shape of the epidermal cells, height and limits of the anticlinal walls, type of silica bodies and presence or absence of connections between these and the anticlinal walls. Comparative tables for the taxa are provided and the diagnostic value of each character is discussed. The results support the differentiation of species that can be separated by external morphology, but have limited value in the differentiation of similar species. On the other hand, the results support proposals of synonymy for several taxa at specific or infra-specific levels.

Key words: Cyperaceae, *Cyperus* subg. *Cyperus*, achenes, micromorphology, macromorphology

Introdução

A família Cyperaceae Juss. é constituída por aproximadamente 5000 espécies agrupadas em 104 gêneros (Goetghebeur 1998). No Brasil ocorrem cerca de 44 gêneros e entre 500 a 600 espécies (Luceño & Alves 1997).

A circunscrição aceita para o gênero *Cyperus* L. varia, conforme o autor considerado (Bruhl 1995; Araújo & Longhi-Wagner 1997; Goetghebeur 1998; Muasya *et al.* 2002). Em trabalhos taxonômicos mais antigos (Kükenthal 1936; Barros 1960; Koyama 1961) *Cyperus* é tratado em seu sentido mais amplo, incluindo espécies de *Kyllinga* Rottb. e *Pycneus* P. Beauv. Neste caso, é considerado como tendo cerca de 700 espécies (Lye

2000). Autores mais recentes aceitam *Cyperus sensu stricto*, com cerca de 550 espécies incluídas em dois subgêneros, *Cyperus* L. e *Anosporum* (Nees) C.B. Clarke (Goetghebeur 1989; 1998), o que também é aceito no presente trabalho.

Os dois subgêneros de *Cyperus* são diferenciados com base na morfologia da inflorescência e na presença ou ausência da Síndrome Kranz (Goetghebeur 1989). *Cyperus* L. subg. *Cyperus* apresenta as espiguetas dispostas em espigas no ápice dos raios terminais da inflorescência, esta sempre do tipo antelódio, e plantas C4 com anatomia Kranz. Por sua vez, *Cyperus* subg. *Anosporum* (Nees) C.B. Clarke apresenta a inflorescência também do tipo antelódio, entretanto com as espiguetas dispostas em fascículos ou glomérulos no

¹ Parte da tese de Doutorado da primeira Autora, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio grande do Sul

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências, Tecnologia e Produção, Av. da União 1500, Jardim Coopagro, 85902-532 Toledo, PR, Brasil

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43433, sala 108, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil

⁴ Autor para correspondência: smhefler@yahoo.com.br

ápice dos raios, e plantas C3 (Goetghebeur 1989; 1998). Análises filogenéticas utilizando dados moleculares apóiam a aceitação de apenas dois subgêneros para *Cyperus* (Soros & Bruhl 2000; Muasya *et al.* 2002). As espécies de *Cyperus* apresentam ampla distribuição geográfica, com muitas espécies pantropicais e poucas restritas às regiões temperadas (Tucker 1994; Goetghebeur 1998; Muasya *et al.* 2002). Ocorrem especialmente em ambientes úmidos como campos de várzea e banhados, ou ainda como plantas invasoras (Oliveira 1980; Kissmann 1997; Lorenzi 2001).

A morfologia do fruto de Cyperaceae, por reunir muitas características de importância taxonômica, é utilizada para diferenciar táxons nos níveis genérico e específico, como nos estudos de Guaglianone (1979), Lye (1981; 1982; 1983; 1986; 1987; 2000), Denton (1983), Wujek & Menapace (1986), Menapace (1990), Luceño (1992), Browning *et al.* (1995), Bruhl (1995), Araújo & Longhi-Wagner (1997), Starr & Ford (2001) e F. Vitta (dados não publicados).

O fruto de *Cyperus* é do tipo aquênio, característico da família Cyperaceae, porém foi descrito como cariopse por Nees (1842) e Souza (2003).

Considerando o fruto e as estruturas associadas que com ele se desprendem, constituindo a unidade de dispersão das plantas, Oliveira (1980) descreveu cinco tipologias de aquênio no estudo de 31 gêneros de Cyperaceae ocorrentes no Brasil: a) aquênios nus, sem estruturas associadas no ápice e na base, como em *Cyperus* L., *Fimbristylis* Vahl, e algumas espécies de *Scirpus* L. e de *Scleria* Berg., entre outros; b) aquênios perigínicos, com estruturas presas à base do fruto, como os filetes em *Androtrichum* Brong. ex Kunth, as cerdas perigoniais em *Fuirena* Rottb. e em algumas espécies de *Scirpus*, as glumas em *Kyllinga* Rottb., *Lipocarpa* R. Brown e *Mariscus* Vahl (= *Cyperus*), ou o perigínio em parte das espécies de *Scleria*; c) aquênios estilínicos, com a base do estilete persistente e conspícua formando um rostro ou tubérculo no ápice do fruto, como em *Bulbostylis* Kunth e *Rhynchospora* Vahl; d) aquênios mistos, apresentando a base e o ápice com estruturas persistentes, que podem ser tardiamente decíduas, como as cerdas perigoniais em *Eleocharis* R. Brown e em algumas espécies de *Rhynchospora*; e) aquênios utriculados, envoltos por um utrículo, como em *Ascolepsis* Nees e *Carex* L.

Estudos micromorfológicos de frutos e sementes passaram a ser mais explorados a partir de 1970, quando se tornou mais difundido o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Muitas informações obtidas têm sido valiosas para a resolução de problemas em diferentes níveis da hierarquia taxonômica (Barthlott 1984; Boechat & Longhi-Wagner 2003). Características da superfície

de sementes (Barthlott 1984) e de frutos (Menapace 1990), observadas especialmente na cutícula e nas paredes periclinais e anticlinais das células epidérmicas, são de grande significado para a classificação de táxons em Angiospermas. Estas características levam em consideração o arranjo celular, a escultura primária (forma e arranjo das paredes anticlinais, contorno celular e presença/ausência e tipo de corpos silicosos), a escultura secundária (relevo das paredes periclinais externas) e a escultura terciária (secreções epicuticulares). Segundo Barthlott (1984) e Menapace (1990), tais caracteres são pouco afetados pelas condições ambientais. Chuang & Heckard (1972) e Oliveira (1980) concordam que estes caracteres são constantes e morfologicamente estáveis, sendo confiáveis para a definição de táxons em nível genérico ou específico. Muitos taxonomistas vêm empregando estas características como recursos valiosos para auxiliar na diferenciação dos mais diversos grupos de plantas, como Asteraceae (Ritter & Miotto 2006), Cactaceae (Barthlott & Hunt 2000), Eriocaulaceae (Giulietti *et al.* 1988), Orchidaceae (Barthlott 1984), Poaceae (Zanin & Longhi-Wagner 2001; Boechat & Longhi-Wagner 2003) e Scrophulariaceae (Chuang & Heckard 1972; 1983).

Denton (1983) estudou espécies de *Cyperus* do grupo informal *Luzulae*, através da análise da anatomia foliar e da superfície dos frutos, e encontrou diferenças significativas entre os táxons estudados. Luceño (1992) utilizou, além de dados cariológicos, macromorfológicos e corológicos, a análise da superfície do fruto em MEV para discutir a circunscrição de *Carex helodes* Link. Caracteres micromorfológicos da superfície do fruto têm sido aplicados com sucesso na taxonomia de *Carex*, como verificado no trabalho de Starr & Ford (2001). Araújo & Longhi-Wagner (1997) analisaram a superfície do fruto em MEV, em busca de caracteres diagnósticos para a separação dos diferentes táxons de *Cyperus* subg. *Anosporum* ocorrentes no Rio Grande do Sul. Lye (2000) analisou dados de aquênios de vários gêneros e espécies de Cyperaceae em MEV, enfatizando características como peso, tamanho, forma, cor, estrutura e anatomia do pericarpo, e presença de apêndices.

O objetivo do presente trabalho é caracterizar as estruturas morfológicas relacionadas aos aquênios, analisadas sob estereomicroscópio e MEV, e discutir a sua importância para a diferenciação das espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* ocorrentes na Região Sul do Brasil.

Material e métodos

Foram analisados aquênios maduros de 16 táxons de *Cyperus* subg. *Cyperus* em estereomicroscópio e em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Os

aquênios foram retirados de exsicatas de herbário que encontram-se listadas a seguir, com os nome dos coletores e locais de coleta.

- Cyperus aggregatus* (Willd.) Endl.: S.M. Hefler et al. 144 (RS, Cristal); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 405 (SC, Lebon Régis); S.M. Hefler 495 (RS, Bacopari); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 882 (PR, Castro); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 885 (PR, Jaguariaíva).
- Cyperus corymbosus* var. *subnodosus* (Nees & Meyen) Kük.: S.M. Hefler et al. 660 (RS, Pelotas).
- Cyperus distans* L.: S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 315 (SC, Joinville); S.M. Hefler & G.H. Silveira 765 (SC, Penha).
- Cyperus esculentus* L.: S.M. Hefler 285 (RS, Capivari); S.M. Hefler 599 (RS, São Francisco de Assis); S.M. Hefler et al. 684b (RS, São Lourenço do Sul).
- Cyperus giganteus* Vahl: A.G. Ferreira 338 (RS, Porto Alegre); S.M. Hefler et al. 677 (RS, Turuçu).
- Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl.: S.M. Hefler et al. 236 (RS, São Miguel das Missões); S.M. Hefler 295 (RS, Capivari); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 410 (RS, Osório); S.M. Hefler 498 (RS, Alto Alegre); S.M. Hefler & G.H. Silveira 802 (SC, Florianópolis).
- Cyperus imbricatus* Retz.: G. Nhuch s.n. (RS, Tapes).
- Cyperus iria* L.: S.M. Hefler 467 (RS, Rio Grande); S.M. Hefler & G.H. Silveira 786 (SC, Palhoça).
- Cyperus ligularis* L.: S.M. Hefler & G.H. Silveira 730 (SC, Piçarras); S.M. Hefler & G.H. Silveira 804 (SC, Florianópolis).
- Cyperus mundulus* Kunth: R.M. Klein & Bresolin 5977 (SC, Piçarras).
- Cyperus odoratus* L.: S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 391 (PR, Chopinzinho); S.M. Hefler 485 (RS, Tavares).
- Cyperus pohlii* (Nees) Steud.: S.M. Hefler & G.H. Silveira 734 (SC, Piçarras); S.M. Hefler & G.H. Silveira 819 (SC, Paulo Lopes).
- Cyperus prolixus* Kunth: S.M. Hefler 301 (RS, Pinhal); S.M. Hefler 468 (RS, Rio Grande); S.M. Hefler & G.H. Silveira 761 (SC, Piçarras).
- Cyperus rigens* J. Presl & C. Presl: S.M. Hefler 302 (RS, Pinhal); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 363 (PR, Tibagi); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 379 (PR, Jaguariaíva); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 403 (SC, Lebon Régis); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 413 (RS, Xangri-lá); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 418 (RS, Xangrilá); S.M. Hefler 452 (RS, Santa Vitória do Palmar).
- Cyperus rotundus* L.: S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 375 (PR, Jaguariaíva); S.M. Hefler et al. 630 (RS, Tapes).

Cyperus sphacelatus Rottb.: S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 500 (PR, Paranaguá); S.M. Hefler & H.M. Longhi-Wagner 839 (PR, Morretes).

Este material testemunho está depositado no Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN), exceto *Cyperus mundulus*, depositado no Herbário Barbosa Rodrigues (HBR).

Para a análise da macro e micromorfologia do fruto foram selecionados dois exemplares de cada táxon, exceto em *C. corymbosus* var. *subnodosus*, *C. imbricatus* e *Cyperus mundulus*, das quais havia apenas um exemplar de cada com frutos maduros. Para cada indivíduo analisado foram utilizados de três a oito aquênios. Convém salientar que, para as espécies com alta variabilidade morfológica e para as quais vários táxons infra-específicos haviam sido descritos, a amostragem foi ampliada e incluiu todos os “morfotipos” observados. Para a observação da escultura primária seguiu-se a metodologia de Denton (1983) e Araújo & Longhi-Wagner (1997). Os aquênios foram imersos em anidrido acético a 100% durante 12 horas, ou por até 16 horas, para alguns táxons. Posteriormente, os frutos foram lavados com água destilada e submetidos a vibrações em ultrasonificador BRNISON B220 entre 40 e 120 segundos, dentro de tubos de ensaio contendo água destilada, diferentemente de Denton (1983), que indicou um período de 1 a 2 horas, e semelhante a Araújo & Longhi-Wagner (1997), que indicaram de 20 a 40 segundos. Logo após foram dispostos sobre papel filtro e secos ao ar livre durante, no mínimo, 24 horas. Depois de secos, foram dispostos em suportes porta-amostra (“stubs”) para MEV e fixados nestes através de fita adesiva dupla-face. Também foram montados suportes com frutos sem pré-tratamento para análise da superfície periclinal externa, e com cortes transversais para visualização da altura das paredes anticlinais. Os materiais, com ou sem pré-tratamento, foram recobertos com Carbono e em seguida metalizados com ouro (30 nm) pelo processo de dispersão a vácuo, em metalizador BAL-TEC. As eletromicrografias dos aquênios foram obtidas em Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL-JSM 6060, sob 20 KV, em aumentos de 55 a 85x, dependendo do comprimento do fruto (vista frontal), de 80 a 1600x em corte transversal, e 700 a 4500x, dependendo das dimensões e dos detalhes das células da porção mediana dos aquênios (vistas frontal e lateral).

As medidas macromorfológicas foram efetuadas com o auxílio de régua milimetrada, em estereomicroscópio, e as micromorfológicas com o auxílio do Programa Adobe Photoshop 6.0, a partir de fotos obtidas em MEV, em aumentos padronizados. As características qualitativas também foram analisadas em aumentos

padronizados, indicados na lista de caracteres micromorfológicos apresentada.

A terminologia empregada para a descrição das características micromorfológicas do aquênio seguiu a proposta por Denton (1983) e Barthlott (1984). Para as características macromorfológicas, foi seguido Stearn (1983) e Bruhl (1995). A forma dos frutos está de acordo com Lindley 1832, citado por Stearn (1983).

Na análise macromorfológica foram verificados os seguintes caracteres: tamanho, forma, características da base e cor do fruto.

As características analisadas nos frutos foram selecionadas com base em observações previamente realizadas, levando em conta diversos trabalhos que envolvem análise de fruto em Cyperaceae, como Denton (1983), Araújo & Longhi-Wagner (1997), Lye (2000) e F. Vitta (dados não publicados), e em Poaceae (Boechat & Longhi-Wagner 2003).

Na análise macromorfológica foram verificados os seguintes caracteres: tamanho, forma, características da base e cor do fruto.

Na análise micromorfológica foram verificados os seguintes caracteres: ornamentação da superfície do fruto; distribuição (regular ou irregular), forma, número de faces e tamanho das células epidérmicas; altura, espessura, limites e número de faces das paredes anticlinais; superfície e curvatura das paredes periclinais internas; presença e características dos corpos silicosos, e presença de conexões entre estes e as paredes anticlinais.

Após a análise do material, foi elaborada uma lista de caracteres macromorfológicos e outra de micromor-

fológicos que se mostraram importantes no grupo, acompanhadas dos estados observados, dados estes utilizados na comparação dos táxons (Tab. 1 e 2, respectivamente).

Resultados e discussão

O aquênio nas espécies de *Cyperus* é relativamente simples, quando comparado com frutos de outros gêneros de Cyperaceae, pelo fato de não possuir a base do estilete (estilopódio) persistente em seu ápice, ou outras estruturas acessórias, como as cerdas perigoniais persistentes no fruto maduro, características estas presentes em vários gêneros de Cyperaceae. Deste modo, há um menor número de caracteres que pode ser utilizado para a separação dos táxons.

Foi observada uma variação morfológica muito grande dos frutos em diferentes estágios de desenvolvimento, especialmente na cor, tamanho, forma e nas características dos corpos silicosos, corroborando a importância da análise de frutos maduros, já ressaltada em diferentes publicações que tratam da família Cyperaceae.

Em relação à análise dos caracteres macromorfológicos, verificou-se que a presença de apículo foi constatada em todos os táxons analisados neste estudo (Fig. 1). Pequenas variações de comprimento de apículo verificadas em alguns frutos não se mantiveram constantes nas espécies e por isto não foram utilizadas nas comparações. Em *Cyperus giganteus* e nas duas variedades de *C. rigens*, o apículo pode ou não estar presente. Para outros gêneros de Cyperaceae, no entanto, esta característica mostrou-se importante na delimitação

Tabela 1. Caracteres macromorfológicos do fruto em táxons de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* estudados. Os números dos caracteres e dos estados correspondem à lista apresentada no texto. () estado do caráter mais raramente encontrado.

Táxons/Características	I	II	III	IV	V
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	1(-2)	(0-)1	0(-1)	0(-1)	1(-2)
<i>C. coymbosus</i> var. <i>subnodosus</i> (Nees & Meyen) Kük.	1	0	0	1	1
<i>C. distans</i> L.	1	0	1	(0-)1	1(-2)
<i>C. esculentus</i> L.	1	0(-1)	(0-)1	1	0(-1)3
<i>C. giganteus</i> Vahl	0(-1)	0	1	1	3
<i>C. hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	1, 2	0	0,1	0,1	1,2
<i>C. imbricatus</i> Retz.	0	0	0	0	0
<i>C. iria</i> L.	1	0(-1)	0	0	1
<i>C. ligularis</i> L.	1	0	0	1	1,2
<i>C. mundulus</i> Kunth	0,1	0	0	0	1
<i>C. odoratus</i> L.	1	0	1	1	1
<i>C. pohlii</i> (Nees) Steud.	1,2	0(-1)	(0-)1	1	1(-2)
<i>C. prolixus</i> Kunth	1	0	1	1	(0-)1
<i>C. rigens</i> J. Presl & C. Presl:	1	0	0,1	0,1	1(-2)
<i>C. rotundus</i> L.	1	0	0	0(-1)	1(-2)
<i>C. sphacelatus</i> Rottb.	1	0,1	0	0	0

Tabela 2. Caracteres micromorfológicos da superfície do fruto em táxons de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* estudados. Os números dos caracteres e dos estados correspondem à lista apresentada no texto. () estado do caráter mais raramente encontrado.

Táxons/Características	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	(-1)2	0	5,6,7	1,2	1,2	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. coymbosus</i> var. <i>subnodosus</i> (Nees & Meyen) Klük.	1	0	(5-)6(-7)	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>C. distans</i> L.	1	0	6	1(-2)	(0-)1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>C. esculentus</i> L.	0	1	(4-)5-7	(1-)2	1(-2)	0	0	1	0,1	0	1	0	0	1	0,2	0
<i>C. giganteus</i> Vahl	0	0	5,6,7	0	0(-1)	0	1	1	0	0	1	0	0	1	2	0
<i>C. hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	2	0	(5-)6(-7)	1,2	1,2	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. imbricatus</i> Retz.	0	0	(5-)6	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	2	0
<i>C. iria</i> L.	0	0	5,6,7	1	0(-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>C. ligularis</i> L.	1	0	(5-)6(-7)	1,2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>C. mundulus</i> Kunth	2	0	(5-)6(-7)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>C. odoratus</i> L.	2	0	(5-)6(-7)	1,2	1,2	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. pohitii</i> (Nees) Steud.	2	0	(5-)6	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. prolixus</i> Kunth	1,2	0	6	(1-)2	1(-2)	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. rigens</i> J. Presl & C. Presl	1,2	0	(5-)6(-7)	1(-2)	1,2	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1
<i>C. rotundus</i> L.	1	0	5-7	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0,2	0
<i>C. sphaacelatus</i> Rottb.	2	0	5-7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

de espécies, como em *Lagenocarpus* Nees, e *Cryptangium* Schrad. ex Nees, com apículo presente somente no último (F. Vitta, dados não publicados).

Os aquênios dos táxons analisados neste trabalho são trígonos em secção transversal. As três faces variam de planas a côncavas, quando vistas no estereomicroscópio em secção transversal (Fig. 20 e 21). Este caráter apresentou muita variação em indivíduos da mesma espécie, por isto não foi utilizado para diferenciação dos táxons no presente trabalho. Porém, F. Vitta (dados não publicados) diferenciou *Lagenocarpus*, com frutos arredondados em secção transversal, de *Cryptangium*, com frutos trígonos ou levemente trígonos em secção transversal, entre outros caracteres.

A superfície da parede periclinal externa mostrou-se uniforme nos aquênios de todos os táxons analisados, sem nenhum tipo de relevo, diferentemente de Boechat & Longhi-Wagner (2003) que verificaram a presença de relevo em algumas das espécies de *Eragrostis* Wolf (Poaceae) analisadas.

Dos caracteres micromorfológicos analisados em MEV, a distribuição das células epidérmicas foi irregular em todas as espécies estudadas, não contribuindo para a separação dos táxons. Este resultado está de acordo com as informações de Haines & Lye (1983) e Lye (2000) que registraram, para a maioria das Cyperaceae, células epidérmicas arranjadas em fileiras longitudinais irregulares. Em Cyperaceae, a distribuição regular das células é rara, tendo sido registrada em *Cyperus burkartii* Guagl. (Araújo & Longhi-Wagner 1997) e em poucas espécies de *Bulbostylis* e *Fimbristylis* (Haines & Lye 1983). Por outro lado, em Eriocaulaceae a distribuição das células epidérmicas no fruto foi utilizada para diferenciar gêneros desta família (Giulietti *et al.* 1988).

Os caracteres macro e micromorfológicos que demonstraram importância taxonômica, em maior ou menor grau, encontram-se listados a seguir, com os respectivos estados. Dentre estes, alguns contribuíram para a separação de espécies muito semelhantes, enquanto outros foram menos discriminatórios. Outros ainda permitiram uma reavaliação de categorias infra-específicas propostas anteriormente para algumas espécies analisadas (Tab. 1, 2).

Macromorfologia – A comparação entre os diferentes táxons analisados, quanto aos caracteres macromorfológicos listados abaixo, encontra-se na Tab. 1.

I. Comprimento do fruto: (0) até 1 mm (pequeno); (1) 1,1-2 mm (médio); (2) acima de 2 mm (grande).

II. Largura do fruto: (0) até 0,7 mm; (1) acima de 0,7 mm.

III. Forma do fruto em vista frontal: (0) elipsóide a largamente elipsóide (Fig. 1-12); (1) estreitamente elipsóide (Fig. 13-19).

IV. Base do fruto: (0) com constrição, estipitada (Fig. 1); (1) sem constrição, não estipitada (Fig. 3).

V. Cor do fruto: (0) castanho-clara ou palhete; (1) castanho-escura ou ferrugínea; (2) vinácea; (3) acinzentada.

Na maior parte dos táxons analisados, o comprimento do aquênio variou entre 1,1-2 mm (Tab. 1). Em *Cyperus aggregatus*, *C. hermaphroditus* e *C. pohlii* (Fig. 1, 15 e 9, respectivamente) apesar de serem registrados aquênios com mais de 2 mm de comprimento, também foram encontrados frutos com menor comprimento. Em *Cyperus mundulus* foram registrados aquênios pequenos e médios. *Cyperus giganteus* apresentou aquênios pequenos, raramente com comprimento acima de 1 mm (Fig. 14). Deste modo, este caráter permitiu caracterizar apenas *C. imbricatus* (Fig. 5), com aquênios pequenos de até 1 mm de comprimento, e também com menor largura que os demais. Embora a dimensão dos frutos venha sendo utilizada na taxonomia de diferentes grupos de Cyperaceae (Barros 1947; 1960; Guaglianone 1979; Lye 1981; 1982; 1983; 1986; 1987; 2000; Tucker 1994; F. Vitta, dados não publicados), mostrou-se de importância restrita no presente estudo. Convém salientar que praticamente todas as medidas registradas nos frutos analisados correspondem às medidas descritas por Tucker (1994) para as mesmas espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* que ocorrem no México.

Os aquênios, em vista frontal, são elipsóides a largamente elipsóides (Fig. 1-12), ou estreitamente elipsóides (Fig. 13-19 e Tab. 1). Em cinco táxons há a ocorrência dos dois estados (Tab. 1). A forma do aquênio, apesar de ser um caráter utilizado pelos taxonomistas para a separação de espécies em diferentes gêneros de Cyperaceae (Nees 1842; Kükenthal 1936; Barros 1947; 1960; Koyama 1961; Haines & Lye 1972; Denton 1983; Guaglianone 1979; 1990; Tucker 1994), demonstrou pouca importância taxonômica no presente estudo. Lye (2000) relatou que as espécies tropicais mostram maior variação na forma do fruto do que as temperadas, ressaltando que, em ambos os casos, as formas mais comuns em *Cyperus s.l.* são a oboval e a elíptica. Tucker (1994) também registrou estas duas formas, acrescentando a forma oblonga para aquênios das mesmas espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* analisadas neste trabalho que ocorrem também no México.

Na análise da porção basal do fruto foi verificada a presença de uma constrição, formando um pequeno estípite, em *Cyperus imbricatus*, *C. iria*, *C. mundulus* e *C. sphacelatus* (Fig. 5, 6, 8 e 12, respectivamente), permitindo a separação destes dos demais táxons. Em outros cinco táxons (Tab. 1) a constrição pode estar ausente ou presente. Nos sete táxons restantes

analisados, esta constrição é ausente (Tab. 1; Fig. 3, 4, 14 e 16). A presença de uma constrição na base do fruto também foi descrita por F. Vitta (dados não publicados) em *Cryptangium*, e utilizada para diferenciar este gênero de *Lagenocarpus*, desprovido desta. Tucker (1994) descreveu a base dos aquênios em espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* ocorrentes no México como sésstil, cuneada ou estipitada, com resultados muito semelhantes aos apresentados neste trabalho para as mesmas espécies analisadas.

A maioria dos táxons analisados apresentou frutos maduros de cor castanho-escura a vinácea (Tab. 1). Em alguns táxons a cor foi bastante típica, como a cor acinzentada em *C. giganteus* e em parte dos exemplares de *C. esculentus*, ou exclusivamente a cor castanho-escura em *C. corymbosus* var. *subnodosus*, *C. iria*, *C. mundulus* e *C. odoratus*, e castanho-clara em *C. imbricatus* e *C. sphacelatus*. Variações da cor castanha também foram referidas por Barros (1960) e Tucker (1994) para a maioria das espécies de *Cyperus* tratadas em seus estudos, muitas das quais correspondem às espécies analisadas no presente trabalho. Lye (2000) mencionou que os aquênios de regiões temperadas freqüentemente são marrons ou escuros, enquanto os de regiões tropicais são prateados, ou seja, de coloração mais clara e com alto poder de refração de luz, adaptados para reduzir as temperaturas que poderiam ser letais durante a sua germinação.

Micromorfologia – Os caracteres micromorfológicos analisados, com seus estados, estão listados abaixo e a comparação entre os táxons encontra-se na Tab. 2.

I. Ornamentação da superfície do fruto: (0) lisa a fracamente reticulada (Fig. 26); (1) reticulada e com aspecto papiloso (Fig. 27); (2) não reticulada com aspecto papiloso (Fig. 28).

II. Forma das células epidérmicas: (0) isodiamétrica (Fig. 29); (1) irregular (Fig. 30).

III. Número de faces das células epidérmicas: varia de (4) 5-6 (7).

IV. Comprimento das células epidérmicas, medida no sentido das paredes anticlinais longitudinais da porção mediana do fruto: (0) pequeno (até 20 μm); (1) médio (21-35 μm); (2) grande (acima de 35 μm).

V. Largura das células, medida no sentido das paredes anticlinais transversais da porção mediana do fruto: (0) pequena (até 16 μm); (1) média (17-27 μm); (2) grande (acima de 27 μm).

VI. Altura das paredes anticlinais em relação à altura dos corpos silicosos: (0) mais altas que os corpos silicosos (Fig. 22 e 24); (1) da mesma altura ou mais baixas que os corpos silicosos (Fig. 23, 25).

VII. Limites das paredes anticlinais: (0) retos (Fig. 29, 30); (1) sinuosos (Fig. 32, 33).

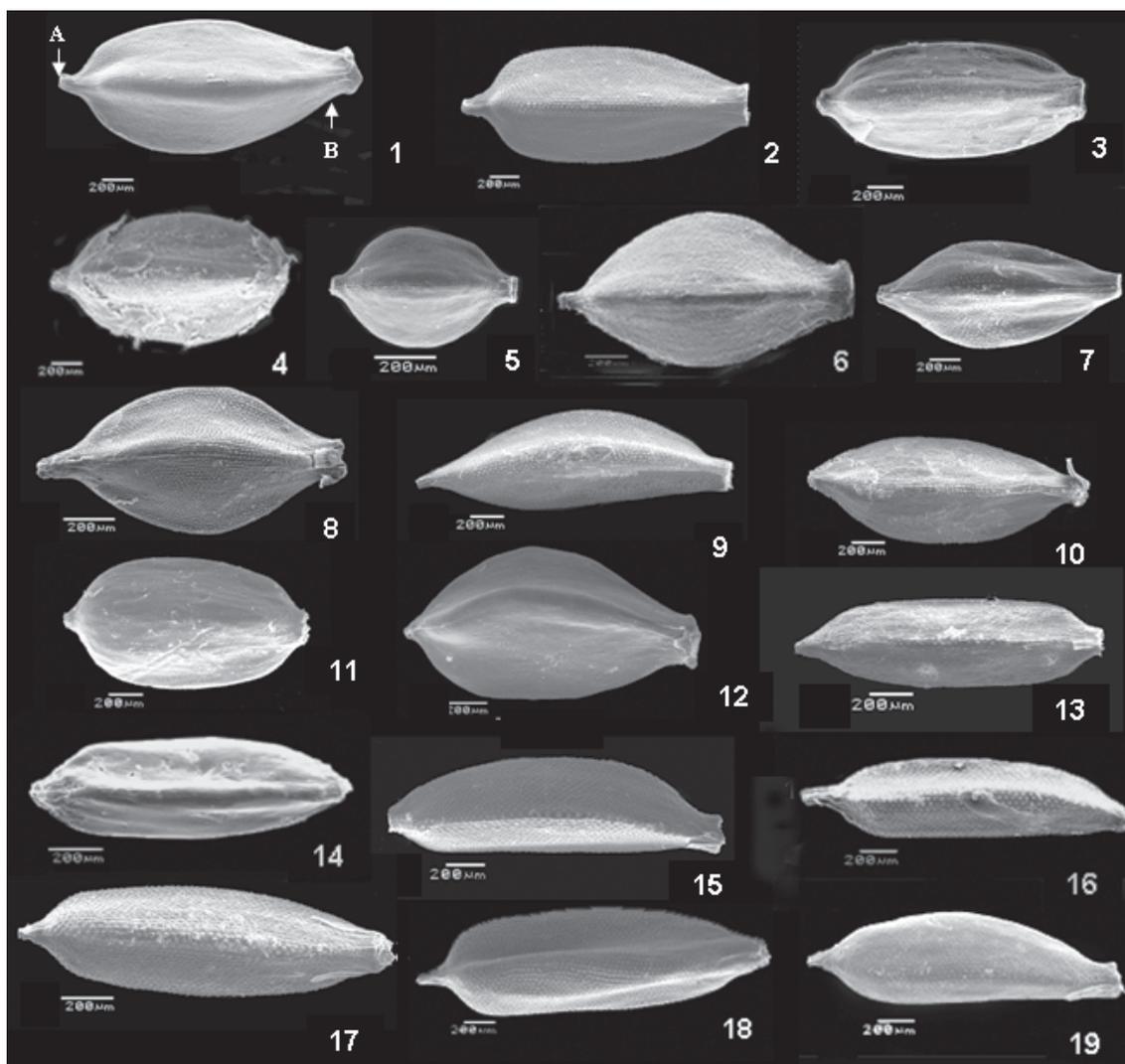
- VIII. Grau de espessura das paredes anticliniais: (0) delgadas (até 1 μm) (Fig. 29); (1) espessas (acima de 1 μm) (Fig. 33).
- IX. Superfície das paredes pericliniais internas: (0) lisa (Fig. 34); (1) mamelonada (Fig. 35).
- X. Curvatura das paredes pericliniais internas: (0) plana ou levemente convexa (Fig. 35); (1) côncava (Fig. 34).
- XI. Presença de corpos silicosos nas paredes pericliniais internas: (0) presentes em quase todas as células (Fig. 36); (1) presentes em todas as células (Fig. 37).
- XII. Conexões entre os corpos silicosos e as paredes anticliniais: (0) ausentes (Fig. 38); (1) presentes

(Fig. 39).

- XIII. Pedúnculo nos corpos silicosos: (0) sem pedúnculo definido (Fig. 41); (1) com pedúnculo longo e estreito (Fig. 39); (2) com pedúnculo curto e largo (Fig. 38, 40).

- XIV. Ápice dos corpos silicosos: (0) achatado (Fig. 37); (1) arredondado (Fig. 41).

- XV. Presença e tipo de projeções no ápice dos corpos silicosos: (0) ausentes (Fig. 38); (1) presentes, como pequenos nódulos na borda (Fig. 40); (2) presentes, como ramificações desenvolvidas em maior ou menor grau (Fig. 41, 42).



Figuras 1-19. Eletromicrografia de aquênios de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* em Vista frontal. 1-12. Frutos elipsóides a largamente elipsóides: 1-2. *Cyperus aggregatus* (Willd.) Endl. (Hefler 495; Hefler & Longhi-Wagner 405). 3. *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus* (Nees & Meyen) Kük. (Hefler et al. 660). 4. *Cyperus esculentus* L. (Hefler et al. 684b). 5. *Cyperus imbricatus* Retz. (Nhuch s.n.). 6. *Cyperus iria* L. (Hefler 467). 7. *Cyperus ligularis* L. (Hefler & Silveira 804). 8. *Cyperus mundulus* Kunth (Klein & Bresolin 5977). 9. *Cyperus pohlii* (Nees) Steud. (Hefler 734). 10. *Cyperus rigens* J. Presl & C. Presl (Hefler & Longhi-Wagner 418). 11. *Cyperus rotundus* L. (Hefler et al. 630). 12. *Cyperus sphacelatus* Rottb. (Hefler & Longhi-Wagner 839). 13-19. Frutos estreitamente elipsóides: 13. *Cyperus distans* L. (Hefler & Longhi-Wagner 315). 14. *Cyperus giganteus* Vahl (Hefler et al. 677). 15-16. *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl. (Hefler 295; Hefler et al. 236). 17. *Cyperus rigens* J. Presl & C. Presl (Hefler & Longhi-Wagner 379). 18. *Cyperus odoratus* L. (Hefler 391). 19. *Cyperus prolixus* Kunth (Hefler 301). A: ápice; B: base.

XVI. Diâmetro do ápice dos corpos silicosos: (0) pequeno (até 8 μm) (Fig. 39); (1) grande (acima de 8 μm) (Fig. 40).

Foram verificados, entre os diferentes padrões de ornamentação da superfície do fruto, dois grupos de táxons bem definidos, determinados especialmente pela altura das paredes anticlinais e pela presença, forma, tamanho e distribuição dos corpos silicosos na parede periclinal interna. A maioria dos táxons estudados (Tab. 2) apresenta a superfície do fruto com aspecto papiloso (Fig. 28), também observada em estereomicroscópio, porém com menor clareza. Neste caso, as paredes anticlinais são baixas e os corpos silicosos projetam-se empurrando a parede periclinal externa, que acompanha a topografia do corpo silicoso (Fig. 25). Lye (2000) considerou como papila a saliência causada na epiderme pela projeção do corpo silicoso. No entanto, esta não seria uma papila verdadeira como definida por Esau (1965) e Alquini *et al.* (2003). Verificou-se que, em alguns táxons, os frutos podem ter aspecto papiloso denso, enquanto em outros, esparsos, devido à ausência de corpos silicosos em algumas células nestes últimos. Na superfície do fruto, pode ainda haver ou não a formação de retículos (Fig. 27), um caráter que foi variável em três táxons (Tab. 2) e constante apenas em *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus*, *C. distans*, *C. ligularis* e *C. rotundus*, permitindo a sua delimitação. A superfície reticulada ocorre quando as paredes anticlinais são fortemente impressas na parede periclinal externa, devido especialmente a pouca espessura desta última.

Cyperus esculentus, *C. giganteus*, *C. imbricatus* e *C. iria* apresentam a superfície do fruto lisa a fracamente reticulada, sem aspecto papiloso, devido às paredes anticlinais muito altas e à baixa altura dos corpos silicosos (Fig. 24, 26). Por outro lado, F. Vitta (dados não publicados) atribuiu este padrão liso, verificado em *Lagenocarpus bracteosus* C.B. Clarke, à grande espessura da parede periclinal externa, diferentemente do encontrado no presente estudo, onde não foi verificada uma variação que possa delimitar pelo menos dois estados na espessura das paredes periclinais externas. No entanto, verificou-se que, em alguns táxons, a parede periclinal externa é mais tênue (Fig. 25, 31), sendo facilmente removida no pré-tratamento.

Diferentes estudos analisaram o padrão de ornamentação da superfície do fruto em aquênios não submetidos ao pré-tratamento para a remoção da parede periclinal externa, como em espécies de *Abildgaardia* Vahl, *Schoenoplectus* (Reichb.) Palla, *Isolepis* R. Br. e *Ascolepis* Steud. (Lye 1981; 1982; 1983; 1986; 1987), e de *Cryptangium* e *Lagenocarpus* (F. Vitta, dados não publicados). No entanto, destaca-se a importância da remoção da parede periclinal externa, como verificado

nos estudos de Denton (1983), Luceño (1992) e Araújo & Longhi-Wagner (1997), para que não haja interpretações errôneas em relação à presença dos corpos silicosos, quando as paredes anticlinais são altas ou espessas e estes não deixam sua impressão visível na superfície do fruto (Fig. 22, 24, 26).

As células epidérmicas do fruto são irregulares em *Cyperus esculentus* (Fig. 30), permitindo a separação deste dos demais táxons, onde as células são isodiamétricas (Fig. 29). Esta última forma foi referida para diferentes grupos de Cyperaceae como a mais comum (Lye 1982; 1987; 2000; Denton 1983; Wujek & Menapace 1986; Araújo & Longhi-Wagner 1997; F. Vitta, dados não publicados), também chamada de poligonal por Luceño (1992). Células retangulares na epiderme de frutos foram referidas por Lye (1981; 1986; 1987) para espécies do gênero *Abildgaardia*, por Araújo & Longhi-Wagner (1997) para *Cyperus burkartii*, podendo diferenciá-la das demais espécies de *Cyperus* subg. *Anosporum* estudadas, e por Guaglianone (1979) para espécies de *Rhynchospora*, descrevendo-as como células “tabulares”. No entanto, nas espécies aqui analisadas não foi constatado células exclusivamente com este formato. Apenas em *C. esculentus* foram observadas algumas células tetragonais, porém distribuídas entre células com maior número de faces.

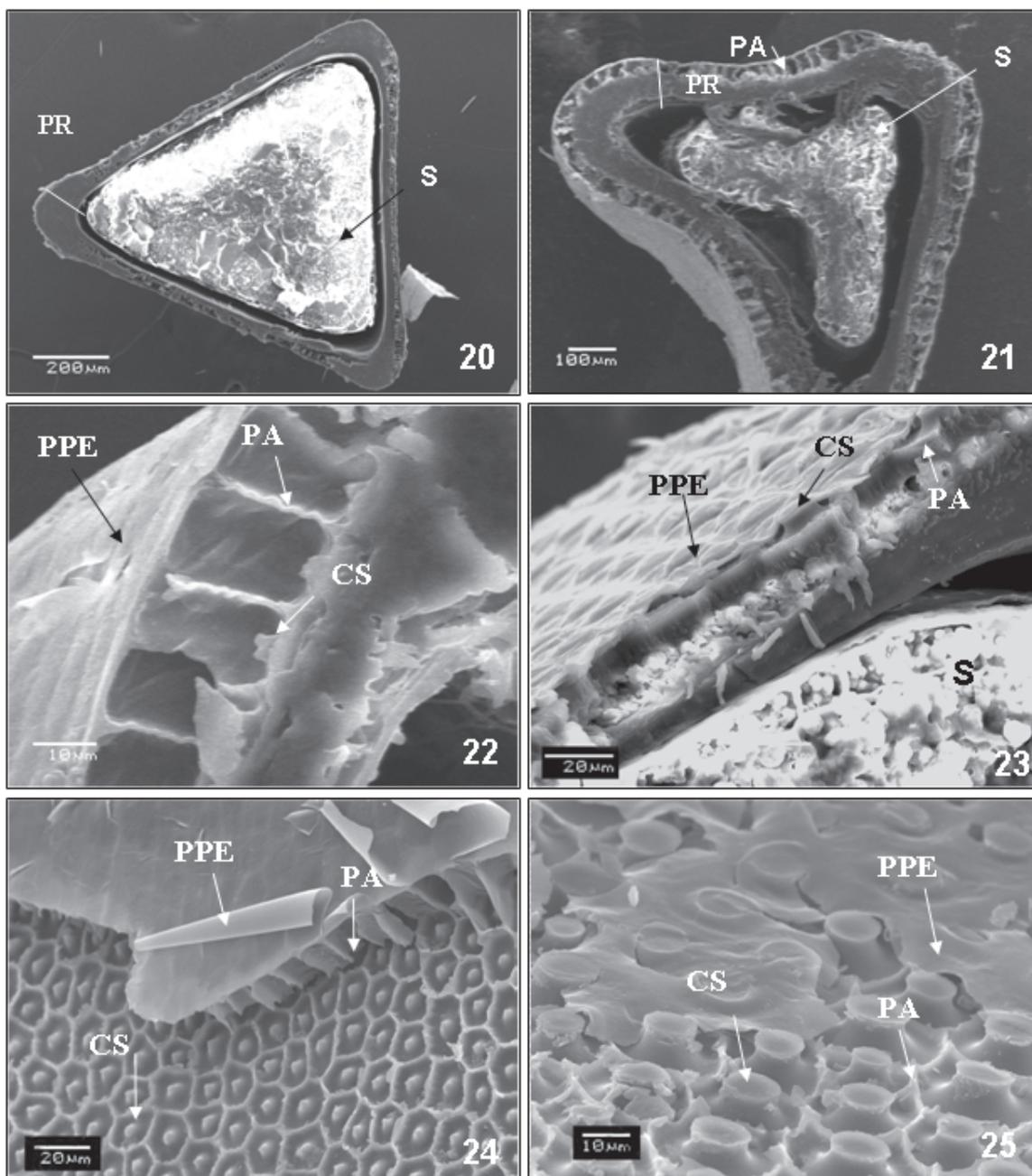
Na maioria dos táxons analisados, o número de faces das paredes anticlinais das células epidérmicas foi de cinco a sete (Tab. 2). Destaca-se apenas *Cyperus distans* que apresentou exclusivamente células hexagonais. Em estudos de espécies de *Cyperus* grupo *Luzulae* (Denton 1983), de *Carex* (Luceño 1992), de *Cyperus* subg. *Anosporum* (Araújo & Longhi-Wagner 1997), e de *Lagenocarpus* e *Cryptangium* (F. Vitta, dados não publicados), o número de faces das células epidérmicas apresentou variação semelhante à observada neste estudo, não se mostrando um bom caráter diagnóstico.

Quanto às dimensões das células epidérmicas, foi verificado que a maior parte dos táxons (Tab. 2) possui tamanhos relativos semelhantes, oscilando entre os tamanhos médio (21-35 μm) e grande (acima de 35 μm). Apesar de sete táxons possuírem células exclusivamente de tamanho médio, os resultados foram importantes apenas para *C. giganteus* (Fig. 32) e *C. imbricatus* (Fig. 33), que podem ser diferenciadas das demais pelas células de comprimento pequeno (até 20 μm). As dimensões das células foram utilizadas por Toivonen & Timonen (1976) para separar espécies de *Carex*, e por Araújo & Longhi-Wagner (1997) para separar *Cyperus burkartii* das demais espécies de *Cyperus* subg. *Anosporum*, tendo estes autores referido os estados pequeno, médio e grande, sem quantificá-los.

As paredes anticlinais das células da epiderme do

aquênio têm fornecido vários caracteres diagnósticos referidos para *Carex* (Toivonen & Timonen 1976; Wujek & Menapace 1986; Luceño 1992), para *Lagenocarpus* e *Cryptangium* (F. Vitta, dados não publicados) e para *Cyperus* (Denton 1983; Araújo & Longhi-Wagner 1997; Lye 2000). No presente estudo, características das

paredes anticlinais também mostraram relevância na separação de três táxons de parede espessa (acima de 1 μ m), sendo retas em *Cyperus esculentus* (Fig. 30) e sinuosas em *C. giganteus* (Fig. 32) e em *C. imbricatus* (Fig. 33). Nos demais táxons (Tab. 2), estas paredes mostraram-se retas e delgadas, com até 1 μ m de



Figuras 20-25. Eletromicrografias de aquênios de *Cyperus* L. subg. *Cyperus*. 20-23. Aquênios em seção transversal. 20. *Cyperus aggregatus* Willd. (Endl.) (Hefler & Longhi-Wagner 885). Fruto trígono, de faces planas, com células epidérmicas de parede anticlinal alta. 21. *Cyperus esculentus* L. (Hefler et al. 684b). Fruto trígono, de faces côncavas, com células epidérmicas de parede anticlinal baixa. 22. *Cyperus iria* L. (Hefler & Silveira 786). Células epidérmicas com parede anticlinal alta. 23. *Cyperus rigens* J. Presl & C. Presl (Hefler 302). Células epidérmicas com parede anticlinal baixa. 24-25. Superfície do aquênio com a parede periclinal externa parcialmente removida. 24. *Cyperus giganteus* Vahl (Hefler et al. 677). Superfície lisa e parede anticlinal alta. 25. *Cyperus pohlii* (Nees) Steud. (Hefler & Silveira 734). Superfície com aspecto papiloso e parede anticlinal baixa. CS: corpo silicoso; PA: parede anticlinal; PPE: parede periclinal externa; PR: pericarpo; S: semente.

espessura (Fig. 36 e 37). Paredes anticliniais retas parecem ser o tipo mais comum em Cyperaceae, e também foram verificadas em outros trabalhos (Denton 1983; Lye 1987, 2000; Luceño 1992; Araújo & Longhi-Wagner 1997; F. Vitta, dados não publicados). A espessura das paredes anticliniais também foi utilizada por Araújo & Longhi-Wagner (1997) para separar *C. incommutus* Kunth (com paredes anticliniais bem espessas) e *C. surinamensis* Rottb. (com paredes anticliniais pouco espessas) das demais espécies de *Cyperus* subg. *Anosporum* estudadas, que apresentaram paredes anticliniais delgadas.

Na análise da superfície das paredes pericliniais internas da epiderme do fruto, *Cyperus ligularis* (Fig. 35) e *C. rotundus* distinguiram-se dos demais táxons por apresentarem a superfície mamelonada. Ressalta-se, no entanto, que estas espécies já são bem definidas pela macromorfologia reprodutiva e vegetativa. *Cyperus esculentus*, que é muito confundida com *C. rotundus*, foi a única espécie que revelou variações entre os indivíduos analisados, podendo a superfície ser lisa ou levemente mamelonada, enquanto que em *C. rotundus* é sempre mamelonada. Este caráter não teve importância para a separação dos demais táxons, pois todos apresentaram a superfície lisa (Fig. 34). Ainda em relação à parede periclinal interna, verificou-se que a mesma apresenta-se côncava apenas em *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus* (Fig. 34), enquanto nos demais táxons é plana ou levemente convexa (Fig. 35).

Corpos silicosos foram encontrados na parede periclinal interna de todos os táxons estudados, como em Denton (1983) e Araújo & Longhi-Wagner (1997). Apenas em *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus*, *C. iria* e *C. sphacelatus* foi observado que algumas poucas células epidérmicas não contêm corpos silicosos (Fig. 36), as quais estão intercaladas com células que apresentam corpos silicosos, o que causa o aspecto esparsamente papiloso na superfície do fruto. Por outro lado, F. Vitta (dados não publicados) comentou que os corpos silicosos podem estar ausentes em algumas das espécies de *Lagenocarpus* e *Cryptangium* analisadas em seu trabalho. Entretanto, este autor não submeteu os frutos a pré-tratamento para remoção da parede periclinal externa, e deste modo, não se pode ter certeza da inexistência dos corpos silicosos.

A presença de conexões entre as paredes anticliniais das células epidérmicas e os corpos silicosos é um caráter importante para separação dos táxons, como verificado por Denton (1983) e Araújo & Longhi-Wagner (1997). Isto foi confirmado neste estudo apenas para *Cyperus distans* que, além de conexões, apresenta corpos silicosos com pedúnculo alongado e bruscamente afilado na porção apical (Fig. 39). Nas demais espécies, as conexões estão ausentes e o pedúnculo é curto, alargado e levemente

afilado na porção apical, ocupando praticamente toda a célula (Fig. 40), ou não é bem definido, em função do corpo silicoso ser arredondado (Fig. 38 e 41). Denton (1983) também utilizou este caráter para diferenciar espécies e variedades de *Cyperus* incluídas no grupo informal *Luzulae*, verificando o tamanho do corpo silicoso em proporção à área que ocupa no lúmen da célula. Desta forma, diferenciou *C. surinamensis* dos demais táxons pelos corpos silicosos grandes, que ocupam praticamente toda a célula.

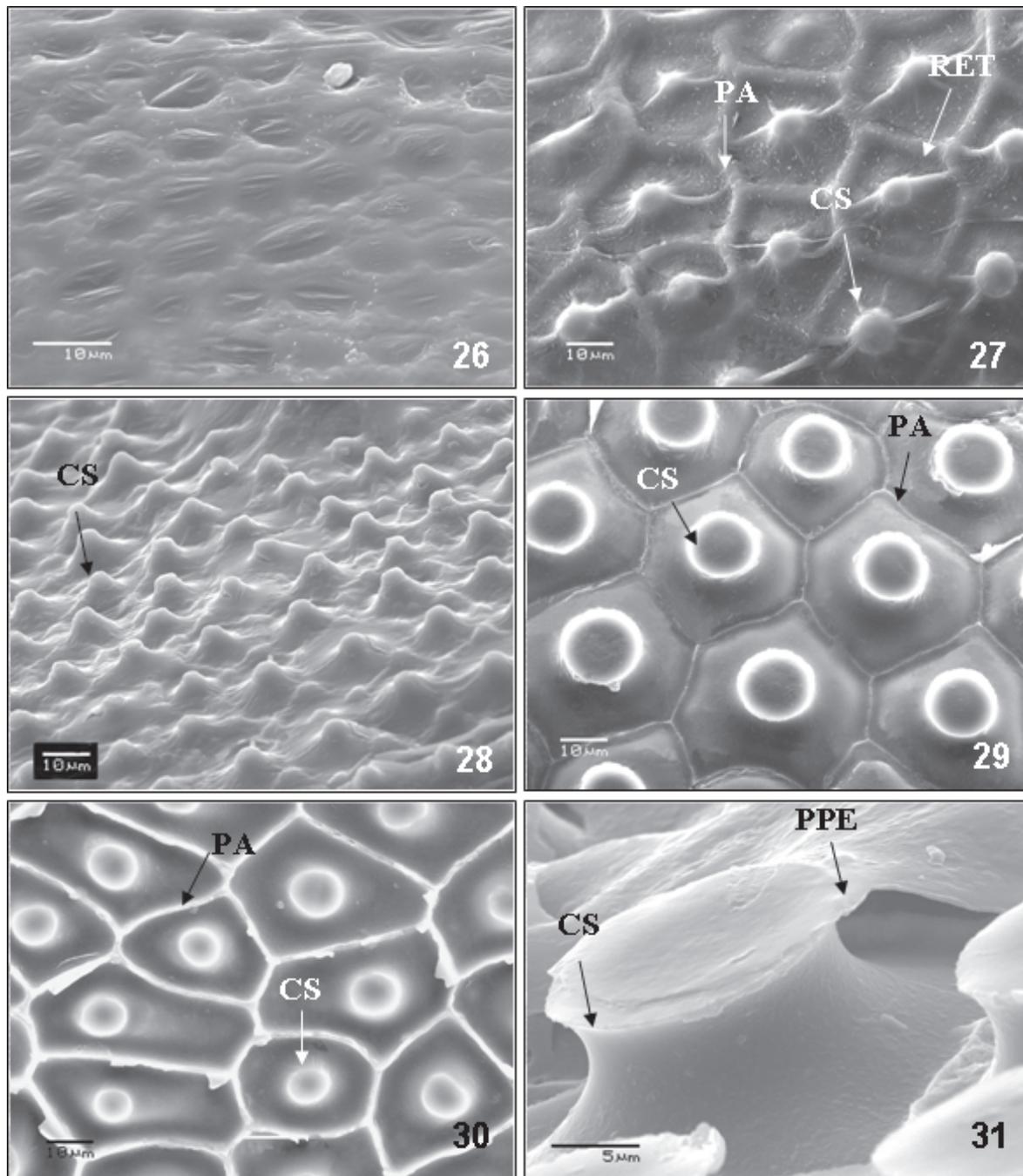
Na análise dos corpos silicosos foi possível a delimitação de dois grupos distintos, um deles apresentando corpos silicosos com o ápice achatado, geralmente de diâmetro grande (acima de 1 µm) e com nódulos na borda (Fig. 40), incluindo a maior parte dos táxons analisados (Tab. 2). Neste grupo, apenas em *Cyperus distans* e *C. ligularis* os corpos silicosos são de diâmetro menor (até 1 µm) e não possuem ápice ramificado (Fig. 35 e 39). O outro grupo, com oito táxons (Tab. 2), apresenta corpos silicosos com o ápice arredondado (Fig. 41), geralmente coincidindo com o diâmetro menor (até 1 µm). Neste grupo, os corpos silicosos são muito ramificados em *Cyperus imbricatus* (Fig. 42), pouco ramificados em *C. iria* (Fig. 41) e *C. giganteus*, com ramificação variável em *C. esculentus* e *C. rotundus*, e não ramificados nos demais (Fig. 34). Características dos corpos silicosos mostraram-se importantes para a separação de alguns táxons, como também verificado em outros estudos que envolvem Cyperaceae (Toivonen & Timonen 1976; Denton 1983; Luceño 1992; Araújo & Longhi-Wagner 1997; Lye 2000; F. Vitta, dados não publicados).

Características relacionadas à estrutura terciária da superfície do fruto são citadas como de importância taxonômica em Orchidaceae (Barthlott 1984), Cactaceae (Barthlott & Hunt 2000) e mesmo Cyperaceae (Lye 2000). No entanto, não ocorrem caracteres de estrutura terciária nas espécies analisadas neste estudo, assim como observado por Araújo & Longhi-Wagner (1997) em espécies de *Cyperus* subg. *Anosporum*.

Importância dos caracteres do fruto para a diferenciação das espécies e variedades analisadas – Considerando que o objetivo principal do presente trabalho foi a busca de caracteres diagnósticos nas estruturas do fruto que pudessem auxiliar na diferenciação de espécies macromorfológicamente muito semelhantes, verificou-se uma importância limitada dos mesmos. Foi possível separar as espécies do “Complexo morfológico *Cyperus distans*, *C. mundulus* e *C. pohlii*”. A primeira espécie é a única, entre as estudadas, que apresenta conexões entre as paredes anticliniais e os corpos silicosos. As outras duas mostraram diferenças especialmente nos corpos silicosos: *C. pohlii* apresenta pedúnculo curto, ápice

achatado de diâmetro grande e com nódulos nos bordos, enquanto *C. mundulus* não possui pedúnculo definido, tem o ápice arredondado, menor, sem nódulos e nem ramificações. Além disso, *C. mundulus* apresenta uma

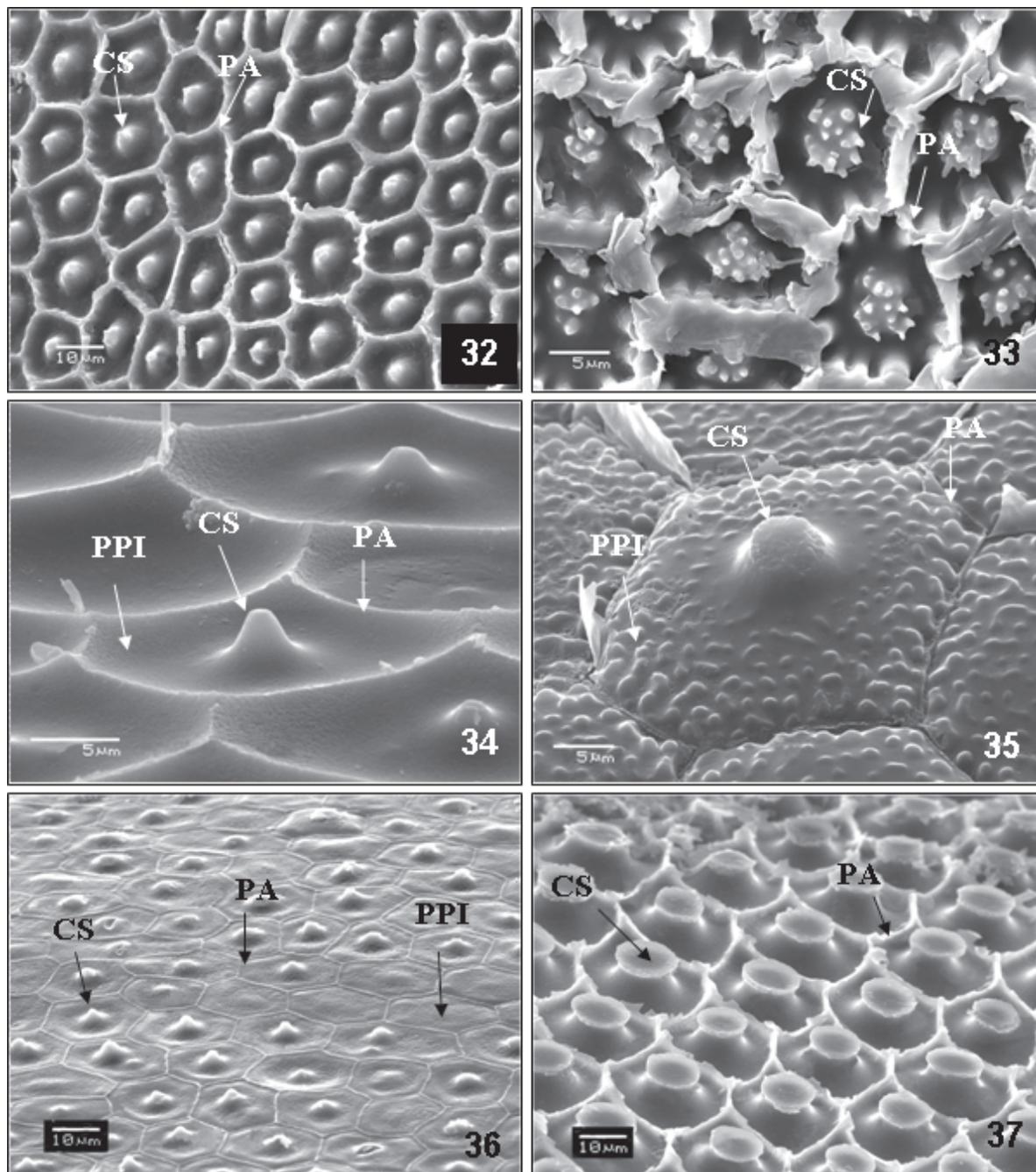
construção na base do fruto. Os caracteres analisados também auxiliaram na separação de *C. imbricatus* e *C. iria*, espécies que podem ser confundidas macro-morfologicamente. Entre estes caracteres destacam-se



Figuras 26-31. Eletromicrografias de aquênios de *Cyperus* L. subg. *Cyperus*. 26-28. Superfície do aquênio sem remoção da parede periclinal externa. 26. *Cyperus imbricatus* Retz. (*Nhuch s.n.*). Superfície fracamente reticulada. 27. *Cyperus prolixus* Kunth (*Hefler 468*). Superfície de aspecto papiloso e reticulada. 28. *Cyperus mundulus* Kunth (*Klein & Bresolin 5977*). Superfície de aspecto densamente papiloso. 29-30. Aquênios com a parede periclinal externa removida. 29. *Cyperus aggregatus* (Willd.) Endl. (*Hefler & Longhi-Wagner 405*). Células epidérmicas isodiamétricas, com parede anticlinal delgada e reta. 30. *Cyperus esculentus* L. (*Hefler 599*). Células epidérmicas irregulares, com parede anticlinal reta e espessa. 31. Parede periclinal externa parcialmente removida. *Cyperus odoratus* L. (*Hefler & Longhi-Wagner 391*). Parede periclinal externa tênue, Corpo silicoso com pedúnculo curto e de ápice achatado. CS: corpo silicoso; PA: parede anticlinal; PPE: parede periclinal externa; RET: retículo.

os corpos silicosos muito ramificados no ápice e as paredes anticlinais das células epidérmicas sinuosas, na primeira espécie, enquanto na segunda, os corpos silicosos são pouco ramificados e as paredes anticlinais

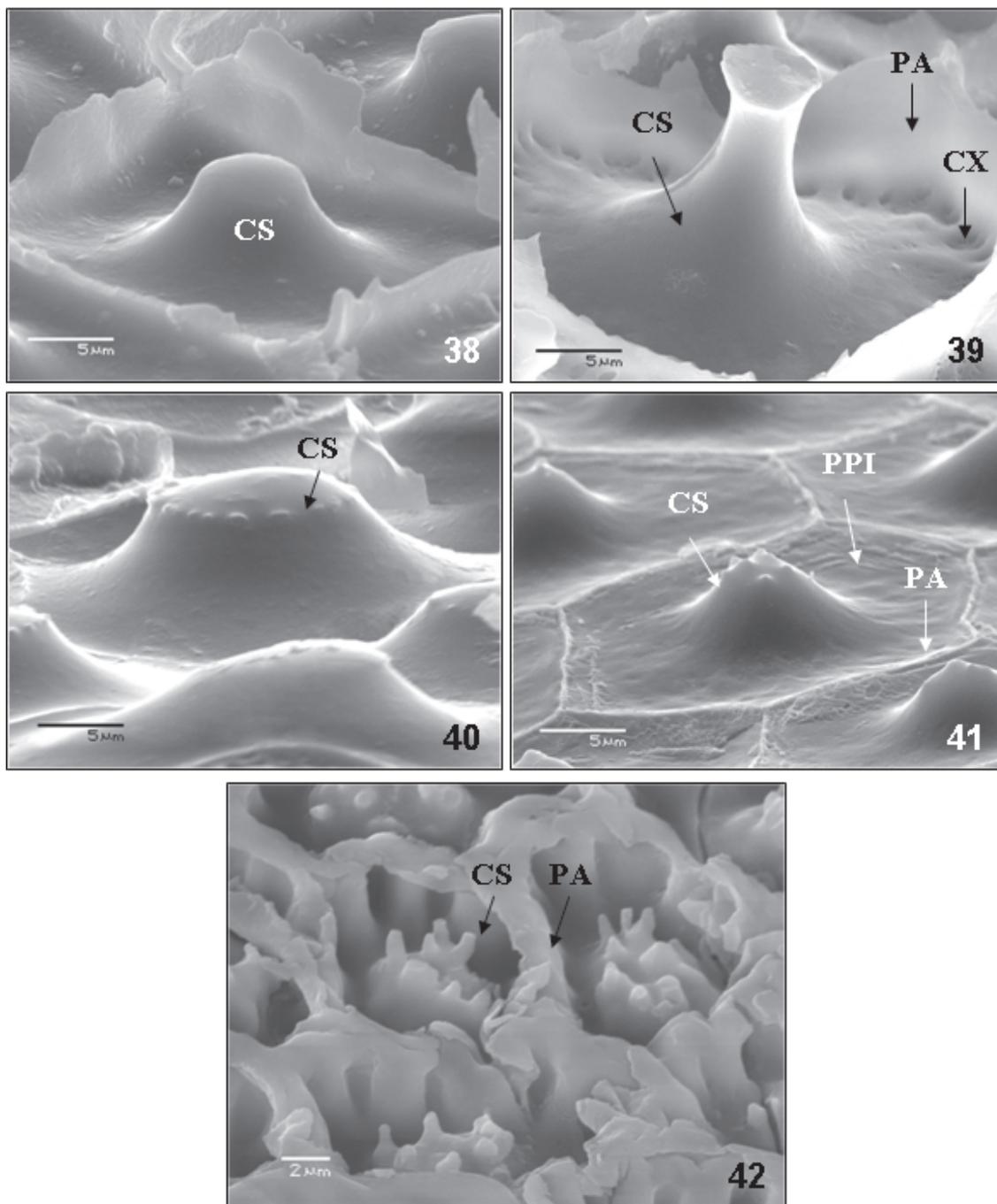
retas. *Cyperus rotundus* e *C. esculentus*, que também são confundidas por semelhanças na morfologia externa, apresentam algumas diferenças em relação ao fruto, embora não muito marcantes. O fruto é castanho-escuro



Figuras 32-37. Eletromicrografias de aquênios de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* com a parede periclinal externa removida. 32. *Cyperus giganteus* Vahl (Hefler et al. 677). Células epidérmicas isodiamétricas e com parede anticlinal sinuosa. 33. *Cyperus imbricatus* Retz. (Nhuch s.n.). Parede anticlinal sinuosa e espessa e Corpo silicoso muito ramificado no ápice. 34. *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus* (Nees & Meyen) Kük. (Hefler et al. 660). Parede periclinal interna côncava e lisa, corpo silicoso sem pedúnculo e de ápice arredondado não ramificado. 35. *Cyperus ligularis* L. (Hefler & Silveira 804). Parede periclinal interna plana e rugosa, parede anticlinal reta e corpo silicoso de ápice não ramificado. 36. *Cyperus sphacelatus* Rottb. (Hefler & Longhi-Wagner 839). Células epidérmicas com corpo silicoso presente ou ausente. 37. *Cyperus pohlii* (Nees) Steud. (Hefler & Silveira 734). Células epidérmicas isodiamétricas com corpo silicoso de ápice achatado. CS: Corpo silicoso; PA: parede anticlinal; PPI: parede periclinal interna.

ou vináceo e elipsóide na primeira espécie, e acinzentado, palhete e raramente castanho-escuro, variando de estreitamente elipsóide a elipsóide, raro largamente elipsóide na segunda. Quanto à micromorfologia, diferem

pelo tamanho das células epidérmicas e dos corpos silicosos, menores em *C. rotundus*, pela parede periclinal interna mamelonada de *C. rotundus* e pelas paredes anticlinais mais altas e mais espessas em *C. esculentus*.



Figuras 38-42. Eletromicrografias de aquênios de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* com parede periclinal externa removida. 38. *Cyperus esculentus* L. (Hefler 599). Células epidérmicas com parede anticlinal reta e espessa. 39. *Cyperus distans* L. (Hefler & Longhi-Wagner 315). Conexões presentes entre a parede periclinal interna e o corpo silicoso, este com pedúnculo longo e estreito. 40. *Cyperus aggregatus* (Willd.) Endl. (Hefler 495). Corpo silicoso com pedúnculo curto e ápice achatado com nódulos no bordo. 41. *Cyperus iria* L. (Hefler 467). Parede periclinal interna lisa, parede anticlinal reta e corpo silicoso de ápice arredondado, com ramificações em menor grau de desenvolvimento. 42. *Cyperus imbricatus* Retz. (Nhuch s.n.). Parede anticlinal sinuosa e espessa e corpo silicoso de ápice arredondado, com ramificações em maior grau de desenvolvimento. CS: Corpo silicoso; CX: conexões; PA: parede anticlinal; PPI: parede periclinal interna.

Não houve uma maior contribuição para a diferenciação entre morfotipos de espécies que apresentam grande variação macromorfológica, os quais foram aceitos por muitos autores como táxons infra-específicos, como é o caso de *Cyperus aggregatus*, *C. hermaphroditus* e *C. rigens*. Por outro lado, a ausência de diferenças relevantes na macro e na micromorfologia do fruto entre *C. hermaphroditus* e morfotipos desta considerados como *C. meyenianus* por outros autores, reforça a possibilidade de sinonimização das mesmas.

Para os táxons que apresentam grande variabilidade especialmente nas inflorescências e nas espiguetas, verificou-se, uma quase total uniformidade nos caracteres analisados no fruto. Este é o caso de *Cyperus esculentus*, cujos indivíduos mostraram apenas pequenas diferenças na superfície da parede periclinal interna das células epidérmicas, que pode ser levemente mamelonada ou lisa. Este é o caso também das duas variedades que têm sido aceitas por alguns autores para *C. aggregatus*, as var. *aggregatus* e var. *gigas* (Lindm.) Guagl., e das subespécies e variedades já propostas para *C. rigens*. As variedades aceitas para *C. aggregatus* apresentam variação no comprimento dos raios da inflorescência e no número e forma das espigas, mas esta variação é contínua. *Cyperus rigens* apresenta uma grande variabilidade no tamanho e na forma das inflorescências, das espigas e das espiguetas. Em ambos os casos, os caracteres analisados no fruto não mostraram diferenças relevantes para a separação dos táxons em categorias infra-específicas.

Entre as espécies analisadas, *Cyperus giganteus* e *C. iria*, que são facilmente diferenciadas entre si pela morfologia externa, também mostraram diferenças marcantes no fruto. Entre estas, destacam-se o tamanho, a forma e a cor do fruto. Quanto à micromorfologia, diferem especialmente pelas paredes anticlinais das células epidérmicas, sinuosas e espessas na primeira, e retas e delgadas na segunda. O mesmo ocorre com outras espécies, como *C. ligularis* e *C. prolixus*. Na primeira, os frutos são elipsóides a largamente elipsóides e vináceos ou castanho-escuros, enquanto na segunda, os frutos são estreitamente elipsóides e castanho-claros. Na micromorfologia, diferem pela superfície da parede periclinal interna, mamelonada na primeira e lisa na segunda, bem como pelos corpos silicosos, sem pedúnculo definido e sem ramificações no ápice na primeira espécie e com pedúnculo curto e largo, apresentando nódulos no bordo do ápice na segunda.

Por outro lado, sete dos táxons estudados que geralmente são bem definidos pela morfologia das espigas e espiguetas, agruparam-se em um complexo caracterizado pelos corpos silicosos com pedúnculo curto e largo, de ápice achatado, com pequenos nódulos na borda e mais de 8 µm de diâmetro.

As análises realizadas revelaram caracteres importantes para a separação de algumas espécies, mas não mostraram a mesma importância revelada nos estudos feitos por Araújo & Longhi-Wagner (1997), onde foi possível a elaboração de uma chave dicotômica que permitiu a separação de todas as espécies estudadas. Uma importância limitada dos caracteres do fruto também foi mencionada por Luceño (1992), em estudos de espécies de *Carex*.

Por outro lado, os resultados obtidos serão utilizados para reforçar a proposta de sinonimização de algumas espécies semelhantes pela morfologia externa e que se mostraram constantes também quanto aos caracteres do fruto. Serão utilizados ainda para a reavaliação das categorias infra-específicas aceitas por diferentes autores para algumas das espécies analisadas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro; ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela infra-estrutura e assistência técnica prestadas; aos professores Rinaldo Pires, Ilsi I. Boldrini e Lillian Eggers, pelas sugestões; ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida à segunda autora.

Referências bibliográficas

- Alquini, Y.; Bona, C.; Boeger, M.R.T.; Costa, C.G. da & Barros, C.F. 2003. Epiderme. Pp. 87-107. In: B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro (eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa, UFV.
- Araújo, A.C. & Longhi-Wagner, H.M. 1997. Anatomia foliar e micromorfologia da superfície do fruto na taxonomia de *Cyperus* L. (Cyperaceae). **Iheringia, Série Botânica** **48**: 103-120.
- Barros, M. 1947. Cyperaceae IV. Pp.1-391. In: **Genera et species plantarum argentinorum**. Bonariae, Guillermo Kraft Ltda.
- Barros, M. 1960. Las Ciperaceas del Estado de Santa Catarina. **Sellowia** **12**: 181-450.
- Barthlott, W. 1984. Microstructural Features of seed surfaces. Pp. 95-105. In: V.H. Heywood & D.M. Moore (eds.). **Current Concepts in Plant Taxonomy**. London, Academic Press.
- Barthlott, W. & Hunt, D. 2000. Seed-diversity in the Cactaceae subfam. Cactoideae. Pp. 1-141. In: D. Hunt (ed.). **Succulent Plant Research**. v.5. England, Remous Ltd.
- Boechat, S.C. & Longhi-Wagner, H.M. 2003. Análise do fruto em espécies de *Eragrostis* Wolf (Poaceae). **Iheringia, Série Botânica** **58**: 131-166.
- Browning, J.; Gordon-Gray, K.D. & Smith, S.G. 1995. Achene structure and anatomy of North American *Bolboschoenus* (Cyperaceae). **Brittonia** **47**: 433-445.
- Bruhl, J.J. 1995. Sedge genera of the World: relationships and a new classification of the Cyperaceae. **Australian Systematic Botany** **8**: 25-305.
- Chuang, T.I. & Heckard, L.R. 1972. Seed coat morphology in *Cordilanthus* (Scrophulariaceae) and its taxonomic significance. **American Journal of Botany** **59**: 258-265.

- Chuang, T.I. & Heckard, L.R. 1983. Systematic significance of seed-surface features in *Orthocarpus* (Scrophulariaceae – Subtribe Castillejinae). **American Journal of Botany** **70**: 877-890.
- Denton, M.F. 1983. Anatomical studies of the “*Luzulae*” group of *Cyperus* (Cyperaceae). **Systematic Botany** **8**: 250-262.
- Esau, K. 1965. **Plant Anatomy**. New York, John Willey & Sons.
- Giulietti, A.M.; Monteiro, W.R.; Mayo, S. & Stephens, J. 1988. Preliminary survey of testa sculpture in Eriocaulaceae. **Beitrag zur Biologie Pflanzen** **62**: 189-209
- Goetghebeur, P. 1989. Studies in Cyperaceae 9. Problems in the lectotypification and infrageneric taxonomy of *Cyperus* L. **Bulletin Société Royale Botanique Belgique** **122**: 103-114.
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. Pp. 141-190. In: K. Kubitzki; H. Huber; P.J. Rudall; P.S. Stevens & T. Stützel (eds.). **The Families and Genera of Vascular Plants, IV: Flowering plants – monocotyledons**. Berlin, Springer-Verlag.
- Guaglianone, E.R. 1979. Sobre *Rhynchospora rugosa* (Vahl) Gale (Cyperaceae) y algunas especies afines. **Darwiniana** **22**: 255-311.
- Guaglianone, E.R. 1990. Una especie nueva de *Cyperus* (Cyperaceae) de Misiones Argentina. **Darwiniana** **30**: 233-236.
- Haines, R.W. & Lye, K.A. 1972. Studies in African Cyperaceae VII. Panicle morphology and possible relationships in Sclerieae and Cariceae. **Botaniska Notiser** **125**: 331-343.
- Haines, R.W. & Lye, K.A. 1983. The sedges and rushes of East Africa. **East Africa Natural History Society**: 7-30.
- Kissmann, K.G. 1997. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Tomo I. 2 ed. São Paulo, BASF.
- Koyama, T. 1961. Classification of the family Cyperaceae. **Journal of Faculty of Sciences of the University of Tokyo** **8**: 37-148.
- Kükenthal, G. 1936. Cyperaceae Scirpoideae, *Cyperus*. In: A. Engler (ed.). **Das Pflanzenreich: Reigni Vegetabilis Conspectus**. Berlin, H. R. Henglermann **4**: 1-621.
- Lorenzi, H. 2001. **Plantas daninhas do Brasil**. 3 ed. Nova Odesa, Instituto Plantarum.
- Luceño, M. 1992. Estudios en la seccion *Spirostachyae* (Dreger) Bailey del genero *Carex* L. Revalorización de *C. helodes* Link. **Anales del Jardín Botánico de Madrid** **50**: 73-81.
- Luceño, M. & Alves, M.V. 1997. Clave de los géneros de ciperáceas de Brasil y novedades taxonómicas corológicas en la familia. **Candollea** **52**: 185-197.
- Lye, K.A. 1981. Studies in African Cyperaceae 22. New taxa and combinations in *Abildgaardia* Vahl II. **Nordic Journal of Botany** **1**: 749-758.
- Lye, K.A. 1982. Studies in African Cyperaceae 24. New taxa and combinations in *Ascolepis* and *Isolepis*. **Nordic Journal of Botany** **2**: 561-566.
- Lye, K.A. 1983. Studies in African Cyperaceae 27. Miscellaneous new taxa and combinations. **Nordic Journal of Botany** **3**: 241-244.
- Lye, K.A. 1986. A new species of *Abildgaardia* (Cyperaceae) from Brazil. **Nordic Journal of Botany** **6**: 765-767.
- Lye, K.A. 1987. Studies in African Cyperaceae 28. New taxa and combinations in *Abildgaardia* Vahl IV. **Nordic Journal of Botany** **7**: 39-50.
- Lye, K.A. 2000. Achene structure and function of structure in Cyperaceae. Pp. 615-628. In: K.L. Wilson & D.A. Morrison (eds.). **Monocots: Systematics and Evolution**. Melbourne, CSIRO Publishing.
- Menapace, F.J. 1990. A preliminary micromorphological analysis of *Eleocharis* (Cyperaceae) achenes for systematic potential. **Canadian Journal of Botany** **69**: 1533-1541.
- Muasya, A.M.; Simpson, D.A. & Chase, M.W. 2002. Phylogenetic relationships in *Cyperus* L. S.L. (Cyperaceae) inferred from plastid DNA sequence data. **Botanical Journal of the Linnean Society** **138**: 145-153.
- Nees E.C.G.D. 1842. Cyperaceae. In: C.F.P. von Martius (ed.). **Flora Brasiliensis** **2**: 15-62.
- Oliveira, E.C. 1980. Cyperaceae Juss. morfologia dos aquênios de gêneros ocorrentes no Brasil. **Rodriguésia** **55**: 327-405.
- Ritter, M.R. & Miotto, S.T.S. 2006. Micromorfologia da superfície do fruto de espécies de *Mikania* Willd. (Asteraceae) ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**. **20**: 241-247.
- Souza, L.A. 2003. **Morfologia e Anatomia Vegetal: células, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa, UEPG.
- Soros, C.L. & Bruhl, J.J. 2000. Multiple evolutionary origins of C4 photosynthesis in the Cyperaceae. Pp. 629-636. In: K.L. Wilson & D.A. Morrison (eds.). **Monocots: Systematics and Evolution**. Melbourne, CSIRO Publishing.
- Starr, J.R. & Ford, A.B. 2001. The taxonomic and phylogenetic utility of vegetative anatomy and fruit epidermal silica bodies in *Carex* section *Phyllostachys* (Cyperaceae). **American Journal of Botany** **79**: 563-577.
- Stearn, W.T. 1983. **Botanical Latin**, 3 ed. London, David & Charles.
- Toivonen, H. & Timonen, T. 1976. Perigynium and achene epidermis in some species of *Carex* subg. *Vignea* (Cyperaceae) studied by scanning electron microscopy. **Annales Botanici Fennici** **13**: 49-59.
- Tucker, G.C. 1994. Revision of the Mexican species of *Cyperus* (Cyperaceae). **Systematic Botany Monographs** **43**: 1-186
- Wujek, D.E. & Menapace, F.J. 1986. Taxonomy of *Carex* section *Folliculatae* using achene morphology. **Rhodora** **88**: 399-403.
- Zanin, A. & Longhi-Wagner, H.M. 2001. Micromorfologia da superfície do fruto em espécies de *Andropogon* L. (Poaceae) ocorrentes no Brasil. **Insula** **30**: 35-46.