

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AMANDA LETÍCIA LIMA BORGES

ANÁLISE DA MICROMORFOLOGIA DO ANTÉCIO SUPERIOR DE ALGUMAS
ESPÉCIES DO GÊNERO *Digitaria* Haller (POACEAE: PANICEAE)

Uberlândia – MG

Junho – 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AMANDA LETÍCIA LIMA BORGES

ANÁLISE DA MICROMORFOLOGIA DO ANTÉCIO SUPERIOR DE ALGUMAS
ESPÉCIES DO GÊNERO *Digitaria* Haller (POACEAE: PANICEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal de Uberlândia, como
exigência para a obtenção do grau de
Licenciatura em Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Aimberê
Dorneles Welker

Uberlândia – MG

Junho – 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AMANDA LETÍCIA LIMA BORGES

Análise da micromorfologia do antécio superior de algumas espécies do gênero *Digitaria*
Haller (Poaceae: Paniceae)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
para a obtenção do grau de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Uberlândia (MG) pela banca
examinadora formada por:

Uberlândia, 27 de junho de 2019.

Prof. Dr. Cassiano Aimberê Dorneles Welker

Dr. Fabrício Moreira Ferreira

Msc. Nádyá Carrilho Santos

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida que é minha fonte de fé e me dá forças e determinação para superar todos os obstáculos, aos meus pais Meire e Hamilton e avós Maria e Eurípedes pelo amor incondicional, pelo apoio e por me permitiram alcançar esta etapa da vida.

Ao meu orientador pela paciência e disposição em sempre me auxiliar, pela sabedoria repassada e visão de novas perspectivas para conclusão deste trabalho. Ao Prof. Orlando de Paula, pelo tempo e sabedoria disponibilizada em auxiliar neste trabalho. Às minhas amigas e mentoras Nádyá e Michele pelo apoio em momentos difíceis, por me ouvirem quando ninguém mais pode, pela motivação diária a ser uma pessoa e profissional melhor.

Aos meus amigos de graduação pelos trabalhos que realizamos juntos, pela força e união que sempre tivemos em momentos de desespero, pelas apreensões em momentos de prova, pelas horas de diversão e descontração. Obrigada Rosianne Ferreira por ser sempre minha dupla e companheira tanto nas horas de estudo quanto nas horas vagas, Henrique Junqueira pelos ensinamentos e auxílio naqueles momentos difíceis, Jheine Joice pelas caronas e companheirismo, e Jadson Felipe (*in memoriam*) por sempre me fazer acreditar que tudo vale a pena e tem um propósito.

Ao meu marido Willian pelo apoio, compreensão, cumplicidade por tudo que passamos, principalmente pelo estresse, desespero, choro. Obrigada por me acalmar nesses momentos, e por me incentivar a sempre ser a melhor versão de mim mesma.

Às minhas tias Elaine, Hélia e Sandra que sempre acreditaram no melhor de mim, pelo apoio, incentivo, esperança e todo ensinamento de vida compartilhado. E todos aqueles que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação acadêmica.

RESUMO

O presente estudo analisou a micromorfologia do antécio superior de espécies do gênero *Digitaria* (Poaceae: Paniceae), utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV), na tentativa de evidenciar diferenças entre as espécies. A distinção entre as espécies do gênero é extremamente importante, entre outras razões, por algumas delas serem infestantes nos cultivos de culturas de grande importância econômica para o Brasil. E para a comercialização de sementes dessas culturas, tem-se um limite, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da quantidade de espiguetas/frutos de *Digitaria* que podem ser encontrados nessas sementes. Vários trabalhos já descreveram a importância de se utilizar a microscopia eletrônica de varredura na delimitação de espécies de gramíneas, bem como de representantes da tribo Paniceae. Neste trabalho, foram analisadas 20 espécies de *Digitaria*, sendo a sua maioria proveniente do Brasil. Dentre as espécies analisadas, foram encontrados cinco padrões distintos de ornamentação do antécio superior. Além disso, algumas das espécies analisadas apresentaram tricomas bicelulares microscópicos, os quais constituem mais um caráter de diferenciação entre as espécies. O presente trabalho demonstra que os caracteres micromorfológicos do antécio superior são de grande importância para a taxonomia do gênero, permitindo, em muitos casos, a distinção de espécies semelhantes e de difícil diferenciação por outras características morfológicas.

Palavras chaves: *Digitaria*, espécies infestantes, microscopia eletrônica de varredura, padrão de ornamentação, tricomas bicelulares.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA.....	10
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A família Poaceae (Gramineae) apresenta 768 gêneros e cerca de 11.500 espécies (Soreng *et al.*, 2017), sendo assim uma das maiores famílias de Angiospermas. No Brasil, ocorrem 225 gêneros e cerca de 1.500 espécies (Flora do Brasil, 2020 em construção). Poaceae está atualmente dividida em 12 subfamílias: Anomochlooideae, Aristidoideae, Arundinoideae, Bambusoideae, Chloridoideae, Danthonioideae, Micrairoideae, Panicoideae, Oryzoideae, Pharoideae, Pooideae e Puelioideae (Soreng *et al.*, 2017).

A subfamília Panicoideae é constituída por 13 tribos, sendo Paniceae, Paspaleae e Andropogoneae suas maiores tribos (Morrone *et al.*, 2012; Soreng *et al.*, 2017). Os representantes de Paniceae e Paspaleae são caracterizados por apresentar as glumas e o antécio inferior membranoso e o antécio superior rígido e mais consistente do que estes (Longhi-Wagner *et al.*, 2001; Kellogg, 2015).

O gênero *Digitaria* pertence à subfamília Panicoideae (tribo Paniceae) e inclui cerca de 300 espécies ao redor do mundo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Giraldo-Cañas, 2004). A América do Sul apresenta cerca de 55 espécies de *Digitaria* (Killeen; Rúgolo de Agrasar, 1992). O Brasil apresenta 39 espécies do gênero, das quais nove são endêmicas (Flora do Brasil, 2020 em construção). O gênero se caracteriza por apresentar espiguetas com a gluma inferior muito reduzida e o lema superior com as margens hialinas, recobrindo quase toda a palea (Longhi-Wagner *et al.*, 2001).

As espécies do gênero *Digitaria* tendem a ser infestantes em mais de 60 países devido à sua alta capacidade de crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, elas afetam mais de 30 culturas de grande importância econômica no Brasil. Podem se desenvolver tanto em culturas de verão como de primavera, estando entre as principais espécies de plantas daninhas infestante de cana-de-açúcar (Dias *et al.*, 2007). Neste gênero vale destacar a espécie *Digitaria insularis*

(L.) Fedde (nativa do Brasil), que é encontrada em vários locais do país, infestando cultivos de banana e cana-de-açúcar, além de áreas com pastagens (Oliveira; Freitas, 2008). Sua infestação tem aumentado em áreas agrícolas, se tornando uma das principais plantas daninhas do Brasil, em áreas de produção de grãos (Correia *et al.*, 2010; Carpejani *et al.*, 2013). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina padrões para a comercialização de sementes de espécies cultivadas e, se for encontrada uma certa quantidade de espiguetas/frutos de *Digitaria* nessas sementes, tem-se o impedimento da comercialização e exportação desses materiais, como pode ser visto no Art. 1 da Instrução Normativa nº 46, de 24 de setembro de 2013:

Art. 1º - Estabelecer, na forma dos Anexos I e II desta Instrução Normativa, a relação de espécies de sementes nocivas toleradas e proibidas na produção, na comercialização e no transporte de sementes nacionais e importadas de grandes culturas, forrageiras, olerícolas, flores, ornamentais, medicinais, condimentares, ambientais e florestais, a partir da safra 2013/2014. (Brasil, 2013)

Devido a isso, é de extrema importância a identificação correta das espécies de *Digitaria*, quando encontradas em amostras para comercialização. De acordo com as Instruções Normativas nº 30 e 46, *D. insularis* é considerada uma espécie “nociva tolerada” (Brasil, 2008; Brasil, 2013). Por causa disso, a presença dessa espécie em amostras de sementes comercializadas é avaliada em dois testes laboratoriais: (1) teste de pureza, que tem como objetivo avaliar a qualidade física da amostra, separando-a em material inerte e outras sementes (silvestres, cultivadas, toleradas e proibidas), sendo realizado em uma amostra de 15 g em média, e (2) determinação de outras sementes por número (DOSN), que tem como objetivo quantificar as espécies nocivas toleradas e proibidas na amostra, sendo realizado em uma amostra de 150 g em média. As demais espécies de *Digitaria* são consideradas “invasoras silvestres” e são avaliadas apenas no teste de pureza (Brasil, 2008). Para cada classificação,

tem-se um limite da quantidade permitida que pode aparecer nas amostras de sementes analisadas, sendo de até 31 espiguetas/frutos para as espécies consideradas “nocivas toleradas” e de até 40 espiguetas para as espécies consideradas “invasoras silvestres” (Brasil, 2008).

A semelhança morfológica entre as espécies de *Digitaria*, até mesmo nas características das espiguetas vistas sob lupa (Canto-Dorow, 2001; Fontana *et al.*, 2016; Lo Medico *et al.*, 2017), torna necessária a análise de outros caracteres para definir e diferenciar as espécies, como a micromorfologia do antécio superior através da microscopia eletrônica de varredura (MEV). As espécies *D. ciliaris* (Retz.) Koeler, *D. sanguinalis* (L.) Scop e *D. horizontalis* Willd. são as espécies com interesse agrônômico mais difíceis de serem identificadas.

Como demonstrado no trabalho de Giraldo-Canas (2004), a micromorfologia da superfície do antécio superior, analisada por MEV, pode ser bastante eficaz para diferenciar as espécies de *Digitaria*. Vemos também em Salariato *et al.* (2008) a importância de se utilizar a microscopia eletrônica de varredura para estabelecer padrões de ornamentação do antécio superior de representantes da tribo Paniceae e utilizar esses padrões como caracteres diagnósticos para as espécies de *Urochloa* P. Beauv. Outro trabalho que demonstrou a importância da micromorfologia na taxonomia de gramíneas é o estudo de Silva *et al.* (2015), no qual foram analisados os tipos de ornamentação do antécio superior presentes no gênero *Mesosetum* Steud. (tribo Paspaleae), auxiliando na delimitação das espécies do gênero.

Tendo em vista o exposto acima, os objetivos do presente trabalho são: (1) investigar os padrões de ornamentação do antécio superior das espiguetas de algumas espécies do gênero *Digitaria*, utilizando microscopia eletrônica de varredura; (2) comparar os padrões de ornamentação observados com os trabalhos já publicados para a tribo Paniceae; e (3) tentar utilizar os padrões micromorfológicos para auxiliar na diferenciação das espécies do gênero.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi baseado na micromorfologia do antécio superior das espiguetas de 20 espécies do gênero *Digitaria*, sendo a maioria proveniente do Brasil, incluindo doze espécies nativas do país e cinco espécies exóticas (Tabela 1). As espécies foram obtidas a partir dos herbários ICN, localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e HUFU, localizado na Universidade Federal de Uberlândia. Os *vouchers* e a localidade de coleta dos espécimes analisados estão listadas na Tabela 1.

Os antécios analisados não sofreram pré-tratamento e foram dispostos em *stubs* de alumínio, tanto ventral como dorsalmente, com auxílio de lupa e pinças, utilizando fita de carbono dupla face para fixá-los em cima dos *stubs*. Antécios deformados e imaturos não foram considerados. Após fixadas nos *stubs*, as amostras foram revestidas com ouro pelo processo de dispersão a vácuo em metalizador (LEICA EM SCD050) e analisadas em um microscópio eletrônico de varredura EVO-MA10, localizado na Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, seguindo a metodologia de De Paula *et al.* (2015)

A partir das imagens obtidas, foram analisados os padrões de ornamentação do antécio superior das espécies de *Digitaria*, os quais foram utilizados para agrupar as espécies e auxiliar na taxonomia das mesmas. Os trabalhos de Giraldo-Canas (2004) e Salariato *et al.* (2008) foram utilizados para a interpretação dos caracteres micromorfológicos e para a classificação das espécies nos referidos padrões de ornamentação.

Tabela 1. Espécimes de *Digitaria* utilizados na análise da micromorfologia do antécio superior, com a indicação do *voucher* e da localidade de coleta.

Espécie	Voucher	Localidade de coleta	Ocorrência no Brasil
<i>D. adusta</i> (Nees) Griseb.	<i>T.M. Pedersen 6972</i> (ICN)	Argentina, Corrientes	-
<i>D. aequatoriensis</i> (Hitch.) Henrard	<i>R.P. Oliveira, et al. 187</i> (ICN)	Brasil, Bahia, Abaíra	Nativa
<i>D. aequiglumis</i> (Hack. & Arechav.) Parodi	<i>J.F.M. Valls, et al. 6971</i> (ICN)	Brasil, Rio Grande do Sul, Bagé	Nativa
<i>D. balansae</i> Henrard	<i>A. Allem, et al. 1963</i> (ICN)	Brasil, Rio Grande de Sul, Rosário do Sul	Nativa
<i>D. bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.	<i>T.S. Canto-Dorow 329</i> (ICN)	Brasil, Santa Catarina, Gaspar	Exótica
<i>D. californica</i> (Benth.) Henrard	<i>Z.E.R. Agrasar 651</i> (ICN)	Argentina, La Pampa	-
<i>D. ciliaris</i> (Retz.) Koeler	<i>L.R.M. Batista s.n.</i> (ICN)	Brasil, Rio Grande do Sul, Torres	Exótica
<i>D. connivens</i> (Trin.) Henrard	<i>F.C. Hoehne s.n.</i> (ICN)	Brasil, São Paulo, Guarujá	Nativa
<i>D. curvinervis</i> (Hack.) Fernald	<i>E.L.Ekman, s.n.</i> (ICN)	Cuba, Santa Cruz de los Pinos	-
<i>D. cuyabensis</i> (Trin.) Parodi	<i>A.E.S. Rocha 27</i> (ICN)	Brasil, Pará, Maracanã	Nativa
<i>D. eriantha</i> subsp. <i>pentzii</i> (Stent.) Kok	<i>T.S. Canto-Dorow 330</i> (ICN)	Brasil, Santa Catarina, Florianópolis	Exótica
<i>D. eriostachya</i> Mez.	<i>J.F.M. Valls, et al. 4592</i> (ICN)	Brasil, Rio Grande do Sul, Santa Maria	Nativa
<i>D. fragilis</i> (Steud.) Lucas	<i>L. Arzivenco 594</i> (ICN)	Brasil, Mato Grosso, Rondonópolis	Nativa
<i>D. fuscescens</i> (J.Presl) Henrard	<i>A. Allem, et al. 2281</i> (ICN)	Brasil, Mato Grosso, Aquidauana	Exótica
<i>D. gardneri</i> Henrard	<i>J.F.M. Valls et al. 8419</i> (ICN)	Brasil, Maranhão, Balsas	Nativa
<i>D. horizontalis</i> Willd.	<i>J. Valões s.n.</i> (ICN)	Brasil, São Paulo, São Paulo	Exótica
<i>D. neesiana</i> Henrard	<i>C.Z. Fieker & M.G. Reis 26</i> (HUFU)	Brasil, Minas Gerais, São Roque	Nativa
<i>D. phaeothrix</i> var. <i>hackelli</i> (Trin.) Parodi	<i>C. Quarín, et al. 960</i> (ICN)	Argentina, Corrientes	Nativa
<i>D. sanguinalis</i> (L.) Scop.	<i>K.G. Bernhardt s.n.</i> (HUFU)	Áustria, Baixa Áustria, Tulln	Nativa
<i>D. walleniana</i> Henrard	<i>J.C. Sacco 253</i> (ICN)	Brasil, Rio Grande do Sul, Pelotas	Nativa

3. RESULTADOS

O formato do antécio superior das espécies analisadas neste trabalho apresentou variação, podendo ser lanceolado (presente em nove espécies), oval (três espécies) ou elíptico (oito espécies). Já o ápice do lema desses antécios se distingue como agudo (oito espécies), acuminado (sete espécies), apiculado (três espécies) ou caudado (duas espécies). Verificamos cinco padrões distintos de ornamentação do antécio superior nas espécies de *Digitaria* analisadas (Tabela 2):

1) Papilas elevadas: este padrão de ornamentação apresenta papilas simples elevadas em relação à epiderme, formando fileiras longitudinais, sem a presença de cristas transversais. Seis espécies foram classificadas neste padrão: *D. bicornis* (Lam.) Roem. & Schult. (Fig. 1A–D), *D. ciliaris* (Fig. 1E–H), *D. cuyabensis* (Trin.) Parodi (Fig. 2A–D), *D. eriantha* subsp. *pentzii* (Stent.) Kok (Fig. 2E–H), *D. sanguinalis* (L.) Scop. (Fig. 3A–D) e *D. swalleniana* Henrard (Fig. 3E–H).

2) Papilas elevadas com cristas transversais: este padrão apresenta papilas simples elevadas em relação à epiderme, formando fileiras longitudinais, além da presença de cristas transversais, evidentes especialmente na metade superior do lema. Quatro espécies foram incluídas neste padrão: *D. aequatoriensis* (Hitch.) Henrard (Fig. 4A–D), *D. curvinervis* (Hack.) Fernald. (Fig. 4E–H), *D. fragilis* (Steud.) Luces (Fig. 5A–D) e *D. horizontalis* Willd. (Fig. 5E–H).

3) Sulcos longitudinais: este padrão apresenta fileiras de papilas simples dispostas em sulcos longitudinais, sem a presença de cristas transversais. Seis espécies foram classificadas neste padrão: *D. adusta* (Nees) Griseb. (Fig. 6A–D), *D. aequiglumis* (Hack. & Arechav.) Parodi (Fig. 6E–H), *D. connivens* (Trin.) Henrard (Fig. 7A–C), *D. eriostachya* Mez. (Fig. 7D–G), *D. fuscescens* (J.Presl) Henrard (Fig. 8A–D) e *D. neesiana* Henrard (Fig. 8E–H).

4) Sulcos longitudinais com cristas transversais: este padrão apresenta fileiras de papilas simples dispostas em sulcos longitudinais, além de cristas transversais, as quais são evidentes especialmente na metade superior do lema. Três espécies foram incluídas neste padrão: *D. balansae* Henrard (Fig. 9A–D), *D. gardneri* Henrard (Fig. 9E–H) e *D. phaeothrix* var. *hackelli* (Trin.) Parodi (Fig. 10A–D).

5) Papilas verrugosas: este padrão apresenta papilas simples elevadas em relação à epiderme, formando fileiras longitudinais, sendo que a maioria das papilas são simples e algumas são verrugosas. As papilas verrugosas ocorrem principalmente na base e nas margens do lema superior. Apenas a espécie *D. californica* (Benth.) Henrard (Fig. 10E–H) apresentou este padrão de ornamentação.

Também observamos neste trabalho a presença de tricomas microscópicos bicelulares no antécio superior em algumas espécies (Fig. 11). Todas as espécies analisadas dos padrões (2) e (5) apresentaram esses tricomas, bem como parte das espécies dos padrões (3) e (4). Já no padrão (1), nenhuma das espécies analisadas apresentou tricomas bicelulares no antécio superior

Tabela 2. Lista com as espécies e os padrões de ornamentação do antécio superior, juntamente com os formatos do antécio e do ápice do lema.

Espécie	Formato do antécio superior	Formato do ápice do lema	Padrão de ornamentação do antécio superior	Presença de tricomas
<i>D. adusta</i>	Elíptico	Agudo	(3) Sulcos longitudinais	Sim
<i>D. aequatoriensis</i>	Lanceolado	Apiculado	(2) Papilas elevadas com cristas transversais	Sim
<i>D. aequiglumis</i>	Lanceolado	Agudo	(3) Sulcos longitudinais	Não
<i>D. balansae</i>	Elíptico	Acuminado	(4) Sulcos longitudinais com cristas transversais	Não
<i>D. bicornis</i>	Lanceolado	Acuminado	(1) Papilas elevadas	Não
<i>D. californica</i>	Oval	Caudado	(5) Papilas verrugosas	Sim
<i>D. ciliaris</i>	Elíptico	Acuminado	(1) Papilas elevadas	Não
<i>D. connivens</i>	Lanceolado	Acuminado	(3) Sulcos longitudinais	Não
<i>D. curvinervis</i>	Elíptico	Apiculado	(2) Papilas elevadas com cristas transversais	Sim
<i>D. cuyabensis</i>	Lanceolado	Agudo	(1) Papilas elevadas	Não
<i>D. eriantha subsp. pentzii</i>	Lanceolado	Agudo	(1) Papilas elevadas	Não
<i>D. eriostachya</i>	Lanceolado	Acuminado	(3) Sulcos longitudinais	Não
<i>D. fragilis</i>	Oval	Agudo	(2) Papilas elevadas com cristas transversais	Sim
<i>D. fuscescens</i>	Oval	Agudo	(3) Sulcos longitudinais	Não
<i>D. gardneri</i>	Elíptico	Apiculado	(4) Sulcos longitudinais com cristas transversais	Sim
<i>D. horizontalis</i>	Elíptico	Acuminado	(2) Papilas elevadas com cristas transversais	Sim
<i>D. neesiana</i>	Lanceolado	Agudo	(3) Sulcos longitudinais	Sim
<i>D. phaeothrix</i> var. <i>hackelli</i>	Elíptico	Agudo	(4) Sulcos longitudinais com cristas transversais	Sim
<i>D. sanguinalis</i>	Elíptico	Acuminado	(1) Papilas elevadas	Não
<i>D. swalleniana</i>	Lanceolado	Caudado	(1) Papilas elevadas	Não

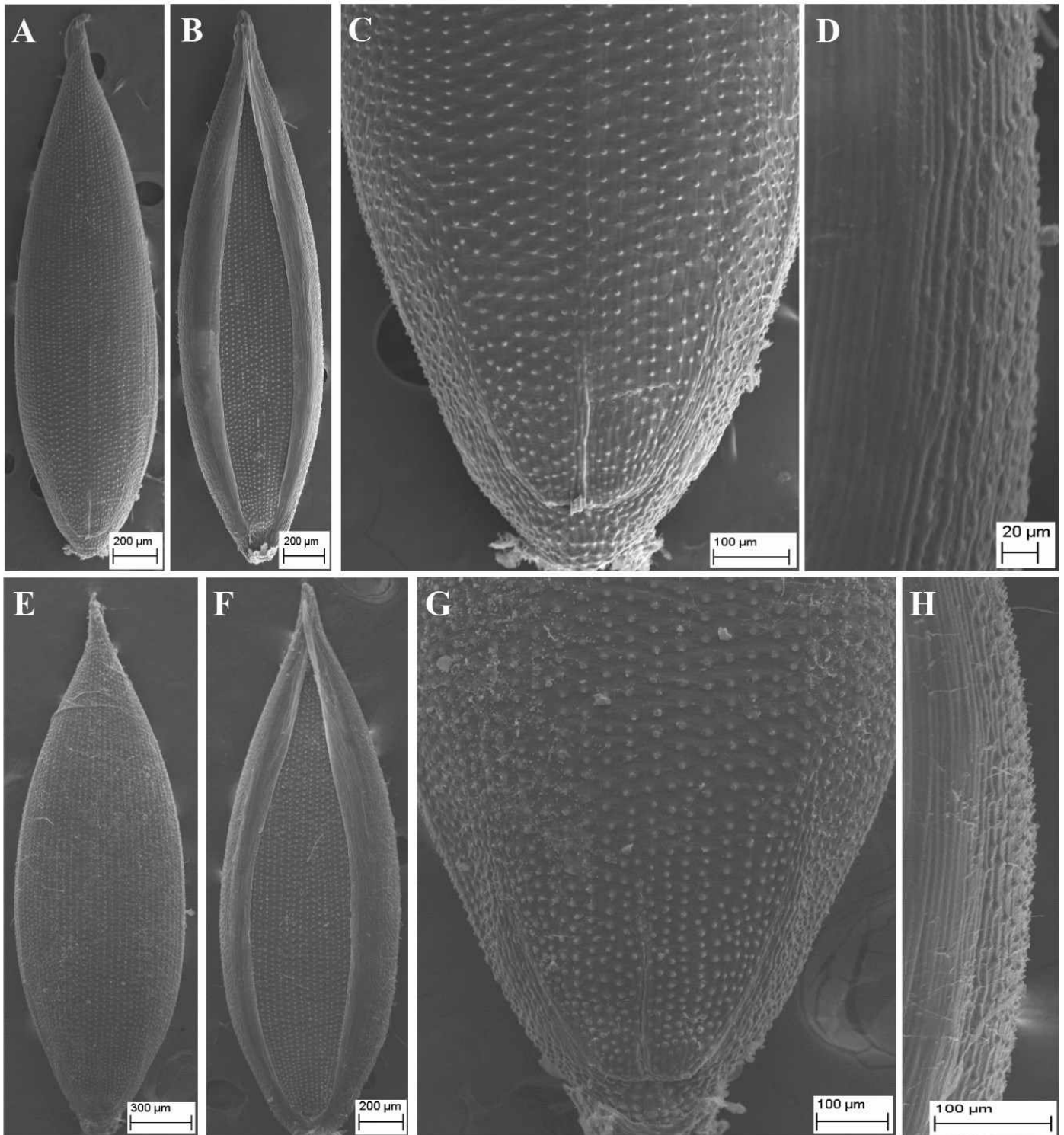


Fig. 1. Padrão de ornamentação (1) “papilas elevadas”. **A–D.** *Digitaria bicornis*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. ciliaris*, **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

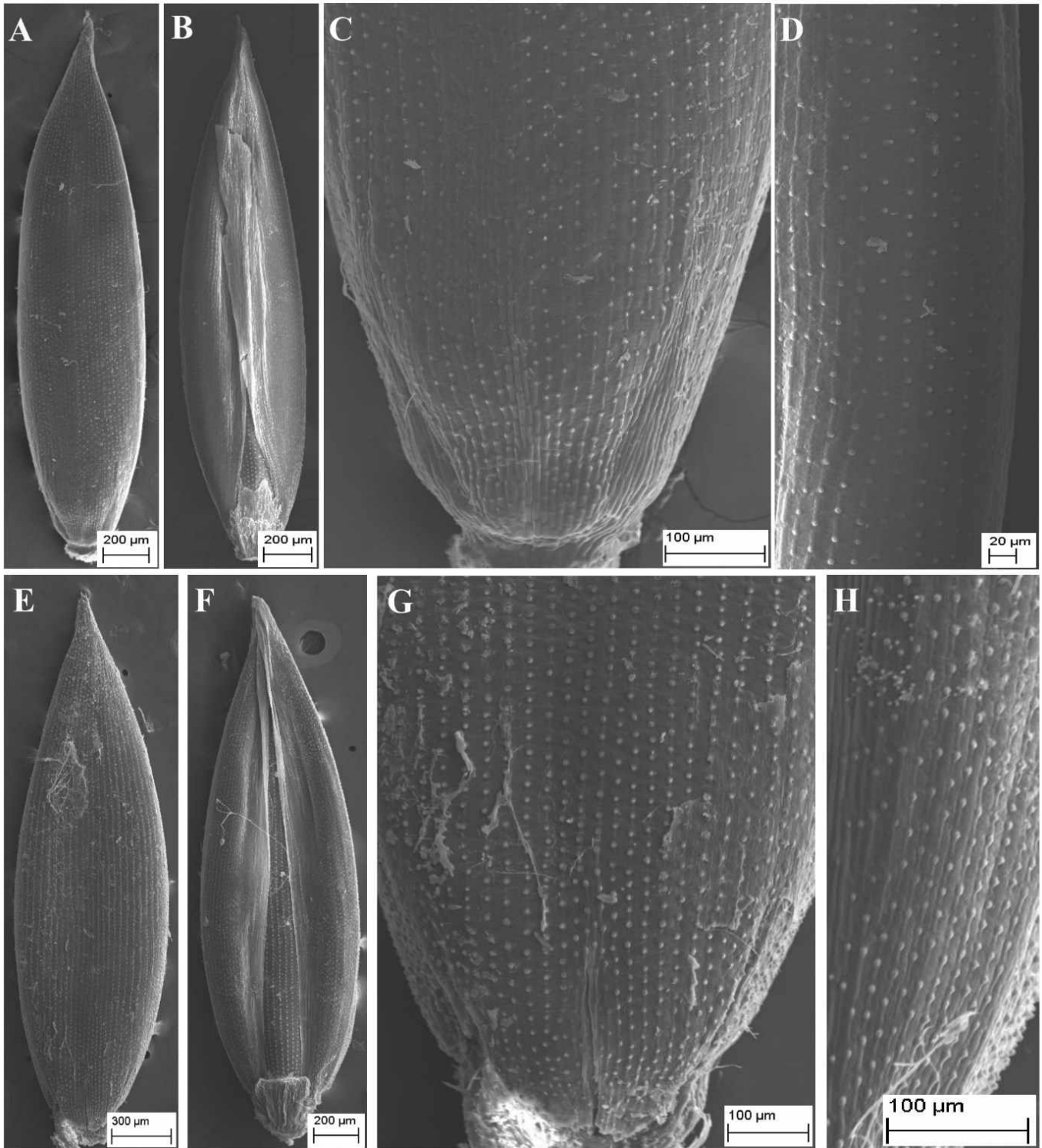


Fig. 2. Padrão de ornamentação (1) “papilas elevadas”. **A–D.** *Digitaria cuyabensis*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. eriantha* subsp. *pentzii*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

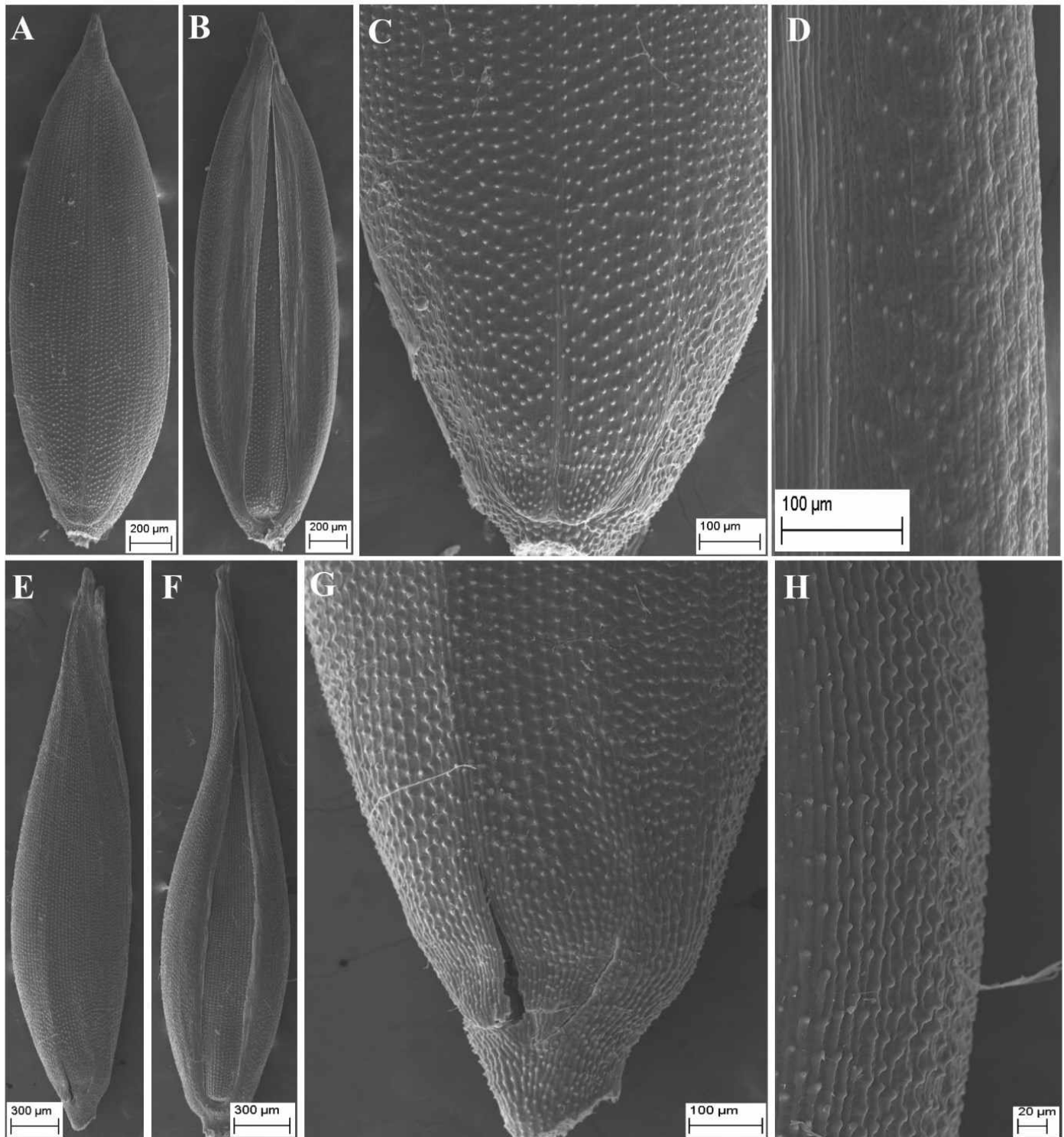


Fig. 3. Padrão de ornamentação (1) “papilas elevadas”. **A–D.** *Digitaria sanguinalis*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. swaleniana*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

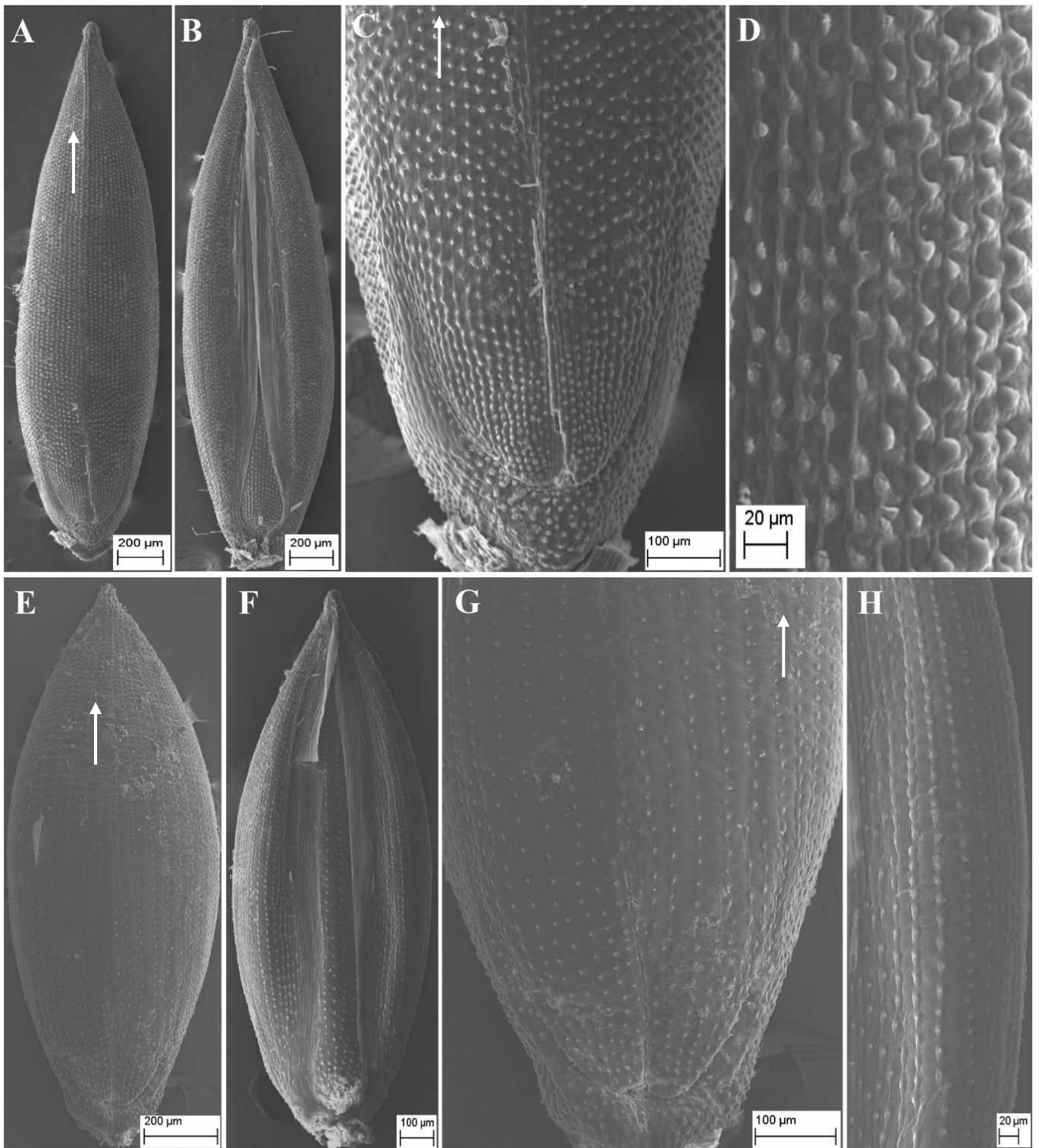


Fig. 4. Padrão de ornamentação (2) “papilas elevadas com cristas transversais” (as setas indicam as cristas transversais). **A–D.** *Digitaria aequatoriensis*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. curvinervis*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

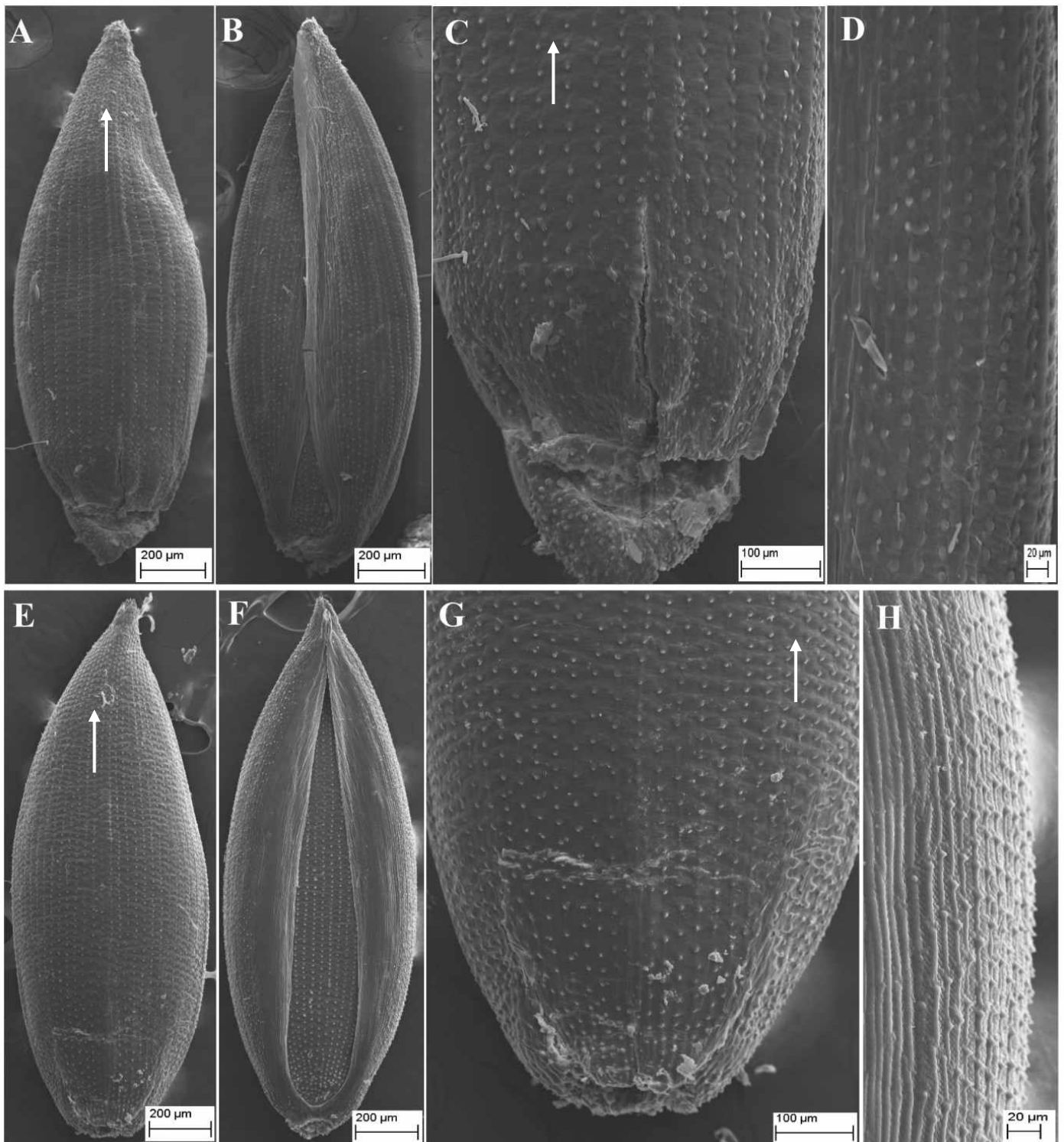


Fig. 5. Padrão de ornamentação (2) “papilas elevadas com cristas transversais” (as setas indicam as cristas transversais). **A–D.** *Digitaria fragilis*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. horizontalis*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

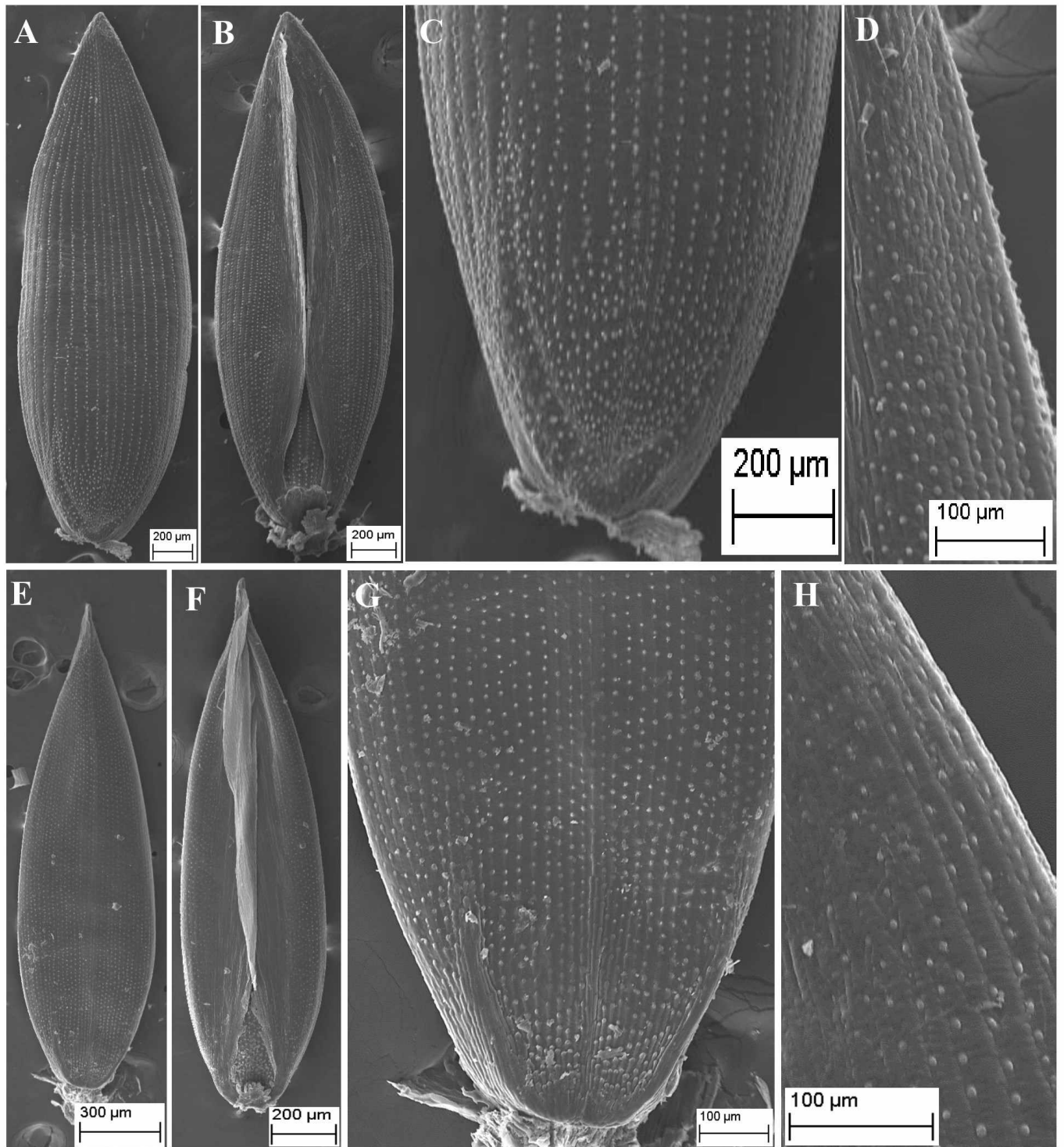


Fig. 6. Padrão de ornamentação (3) “sulcos longitudinais”. **A–D.** *Digitaria adusta*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. aequiglumis*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

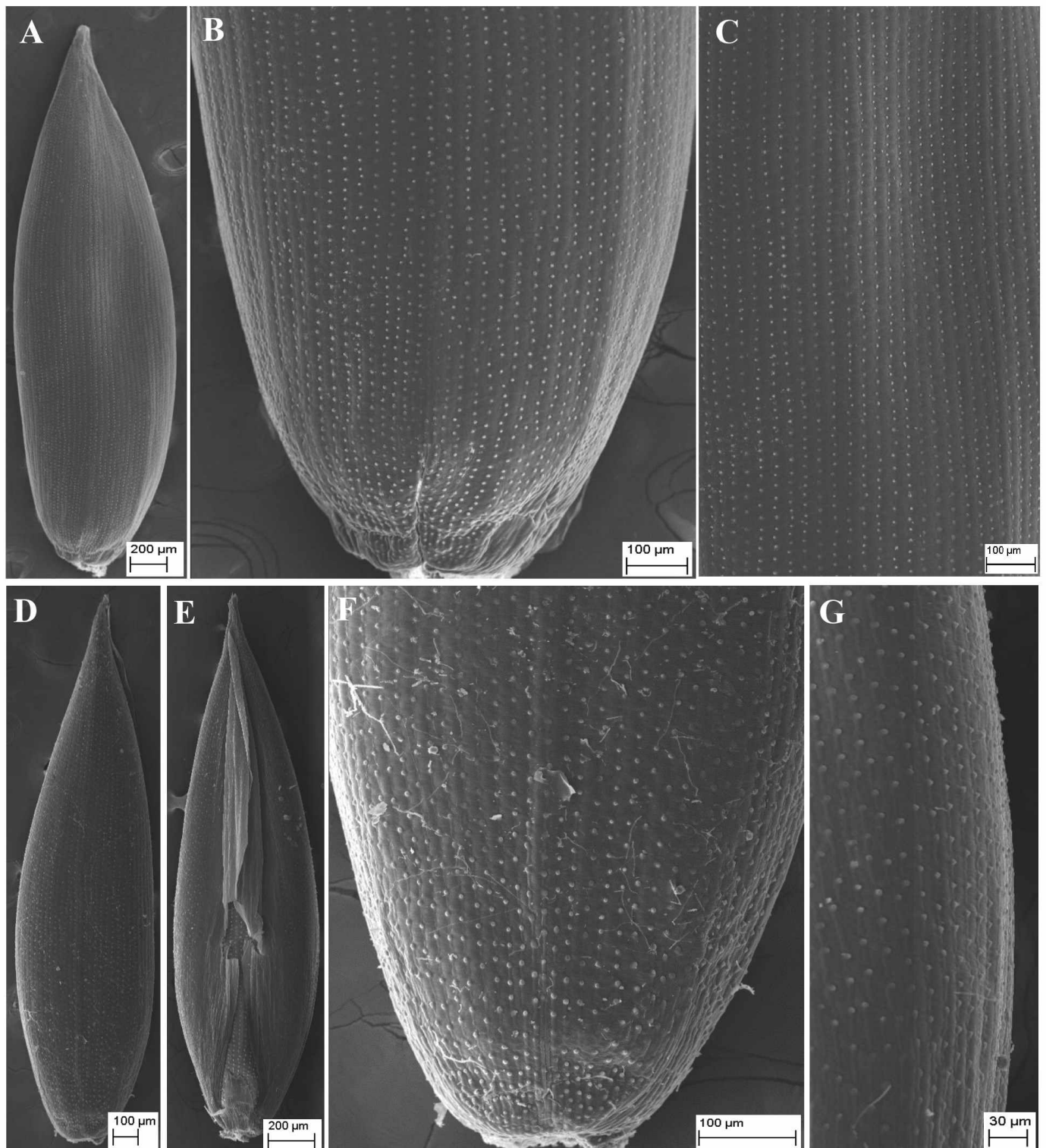


Fig. 7. Padrão de ornamentação (3) “sulcos longitudinais”. **A–C.** *Digitaria connivens*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Base do lema superior **C.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **D–G.** *D. eriostachya*. **D.** Antécio superior, vista do lema. **E.** Antécio superior, vista da pálea. **F.** Base do lema superior. **G.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

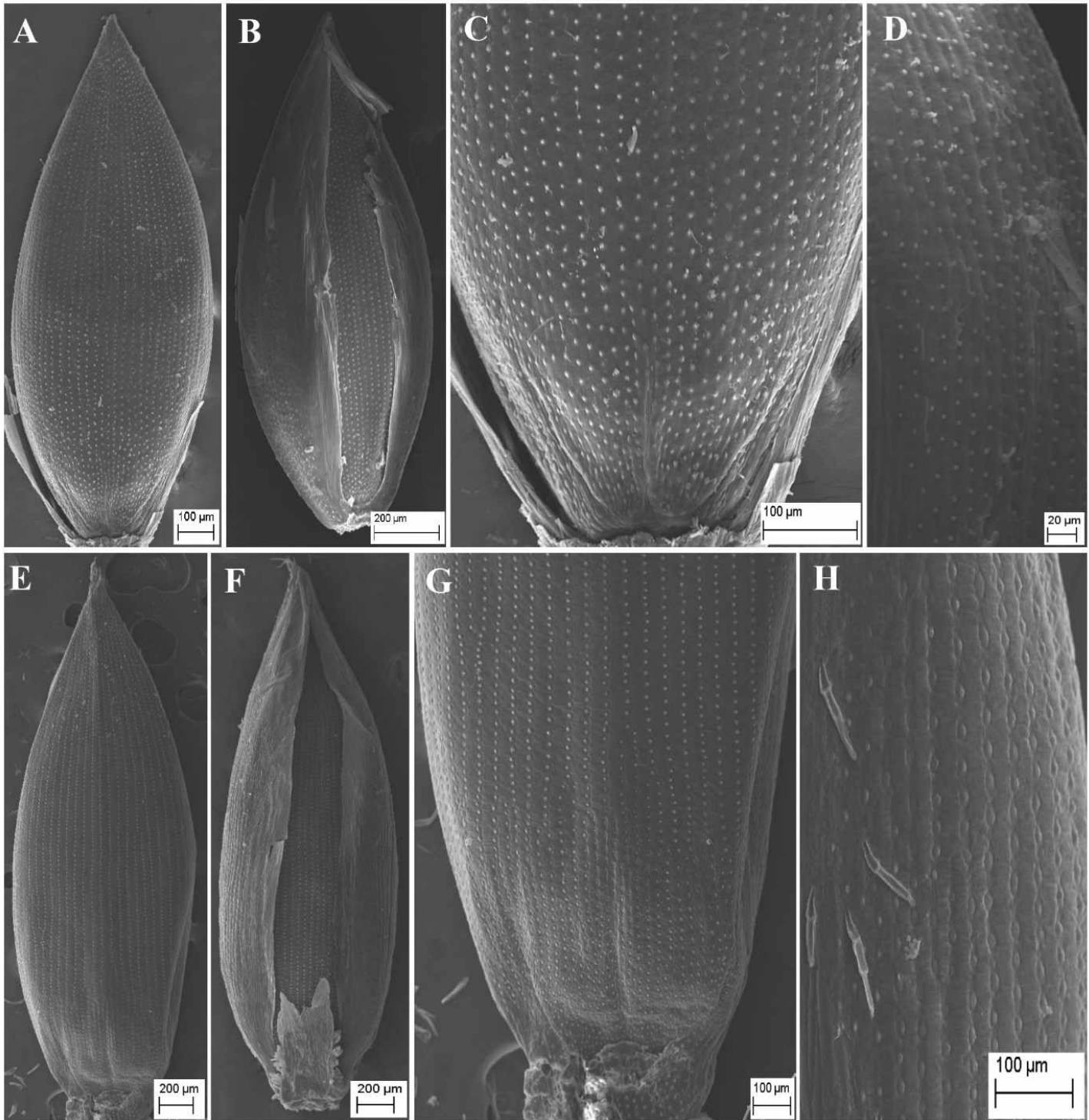


Fig. 8. Padrão de ornamentação (3) “sulcos longitudinais”. **A–D.** *Digitaria fuscescens*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. neesiana*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

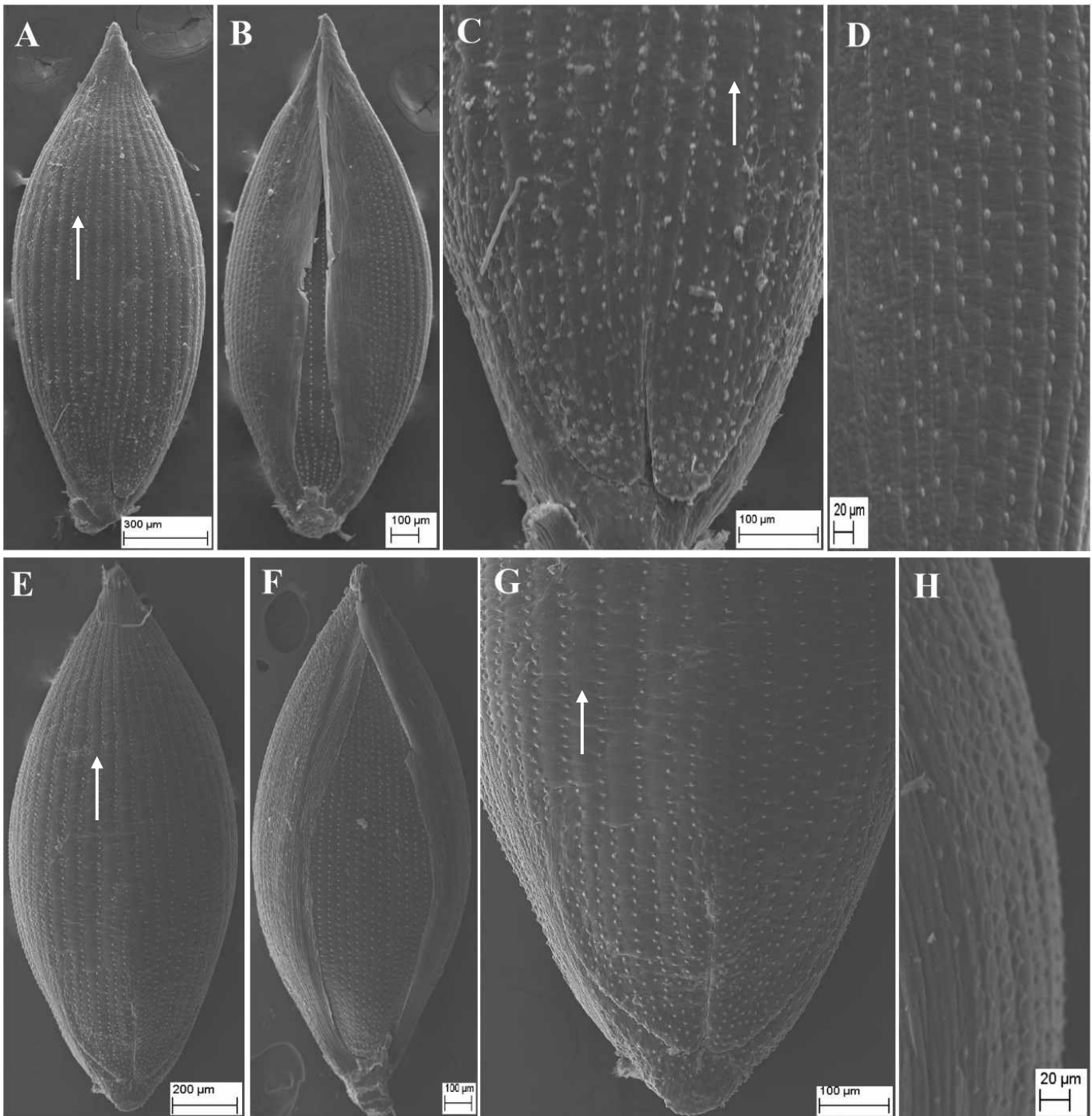


Fig. 9. Padrão de ornamentação (4) “sulcos longitudinais com cristas transversais” (as setas indicam as cristas transversais). **A–D.** *Digitaria balansae*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. **E–H.** *D. gardneri*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas.

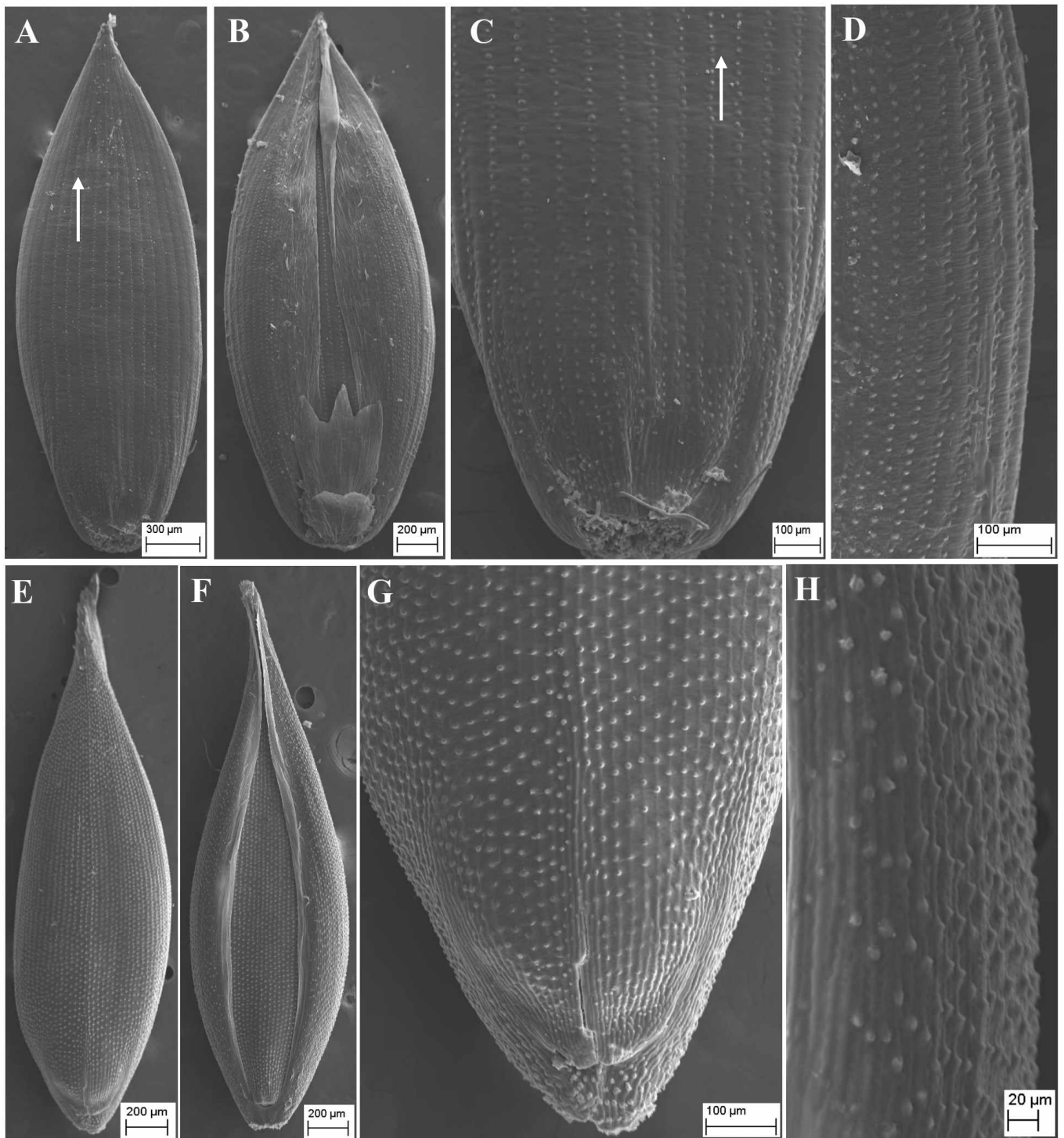


Fig. 10. Padrão de ornamentação (4) “sulcos longitudinais com cristas transversais” (as setas indicam as cristas transversais). **A–D.** *D. phaeotrix* var. *hackelii*. **A.** Antécio superior, vista do lema. **B.** Antécio superior, vista da pálea. **C.** Base do lema superior. **D.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas. Padrão de ornamentação (5) “papilas verrugosas”. **E–H.** *D. californica*. **E.** Antécio superior, vista do lema. **F.** Antécio superior, vista da pálea. **G.** Base do lema superior. **H.** Vista ampliada do lema superior, mostrando a distribuição e forma das papilas

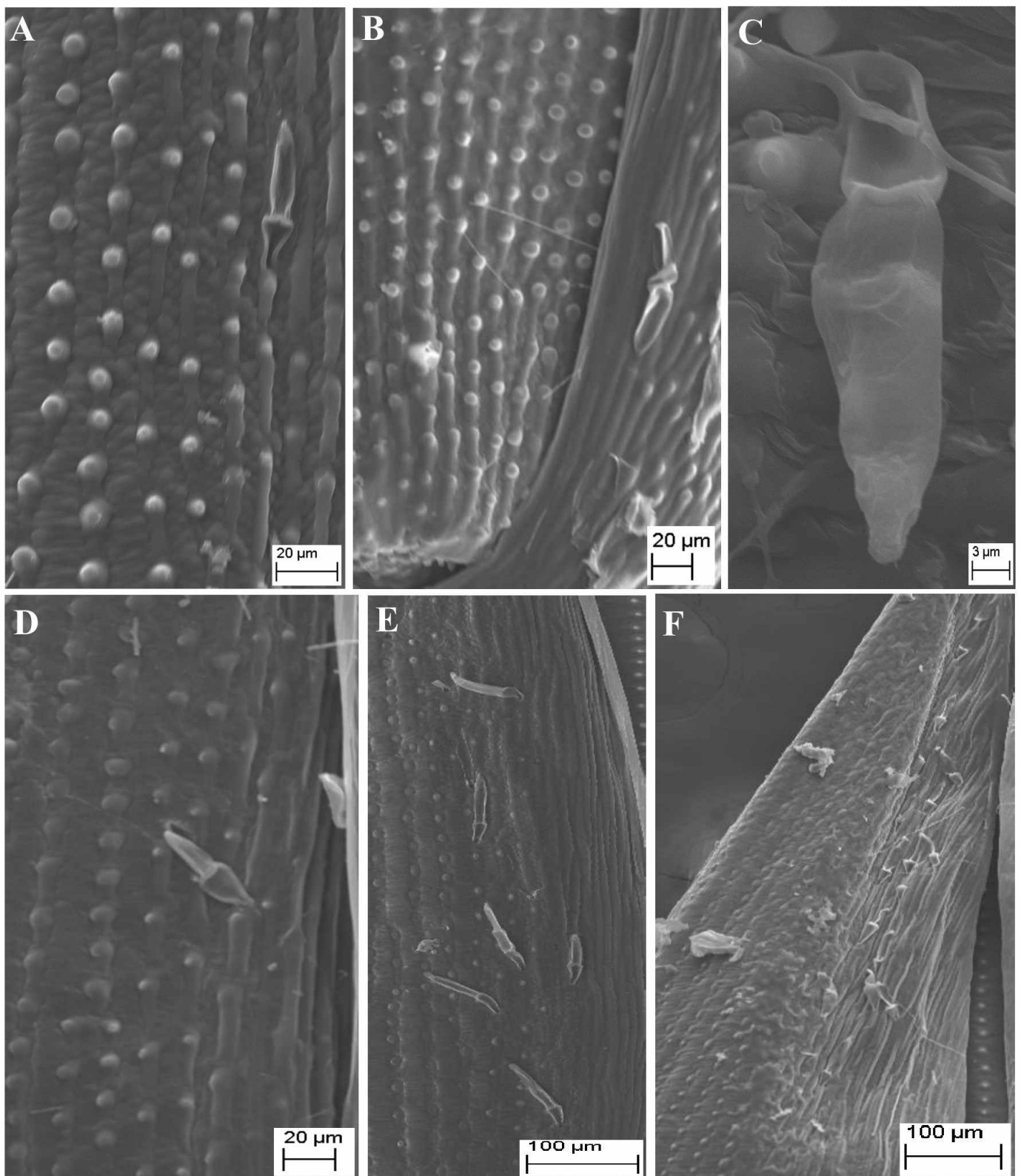


Fig. 11. Presença de tricomas bicelulares microscópicos em diferentes espécies de *Digitaria*.
A. *D. adusta*. **B.** *D. californica*. **C.** *D. curvinervis*. **D.** *D. fragilis*. **E.** *D. neesiana*. **F.** *D. phaeothrix*.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o formato do antécio superior e o ápice do lema podem auxiliar na diferenciação das espécies de *Digitaria*, e que os padrões de ornamentação do antécio superior são ainda mais informativos para isso. Dentre as 20 espécies analisadas, conseguimos encontrar cinco padrões diferentes de ornamentação, o que demonstra a importância de se realizar estudos com microscopia eletrônica de varredura (MEV) nas espécies de *Digitaria*. Assim como observado por Giraldo-Canas (2004), vemos que as características micromorfológicas em *Digitaria* são importantes em níveis específicos, uma vez que a partir do MEV pode-se delimitar espécies devido à grande variação desses caracteres. Segundo Giraldo-Canas (2004), as papilas simples são a condição mais comum entre as Paniceae, o que foi confirmado para *Digitaria* neste trabalho. Dentre as espécies analisadas, encontramos papilas verrugosas apenas em *D. californica*, a qual apresenta um padrão específico de ornamentação do antécio superior. Papilas verrugosas nesta espécie também foram observadas por Giraldo-Canas (2004).

A utilidade do MEV em outros gêneros da tribo Paniceae foi evidenciada por Salariato *et al.* (2008). Estes autores encontraram 19 padrões distintos de ornamentação do antécio superior nas 104 espécies analisadas de *Urochloa* e de gêneros próximos, onde 11 eram padrões novos e oito já haviam sido descritos para o grupo. Em *Digitaria*, nós encontramos um número muito menor de padrões de ornamentação, comparando com *Urochloa*. Dos padrões descritos em Salariato *et al.* (2008), conseguimos relacionar alguns com os padrões encontrados nas espécies de *Digitaria*: o padrão (1) “papilas elevadas” corresponde ao padrão “Dura”, e o padrão (2) “papilas elevadas com cristas transversais” corresponde ao padrão “Leucacrantha” descrito por Salariato *et al.* (2008). Os outros padrões de ornamentação adotados neste trabalho não se encaixam bem com nenhum dos padrões apresentados por aqueles autores. Nenhuma

das espécies de *Urochloa* e gêneros próximos analisada por Salariato *et al.* (2008) apresenta fileiras de papilas em sulcos longitudinais.

Outros trabalhos também obtiveram bons resultados com MEV de representantes das tribos Paniceae e Paspaleae. Vega & Rúgolo de Agrasar (2002) observaram a presença de tricomas castanhos na parte inferior da pálea, sendo o primeiro relato para o gênero *Digitaria*. Vega *et al.* (2009) realizaram a primeira análise filogenética do gênero *Digitaria* e utilizaram microscopia eletrônica de varredura de algumas espécies. Silva *et al.* (2013) descreveram uma nova espécie de *Ichnanthus* P.Beauv. e realizaram MEV do antécio superior, observando características ainda não descritas no gênero como: a tampa da germinação bilobada, a presença de papilas no antécio superior. Silva *et al.* (2015) realizaram MEV para distinguir as espécies do gênero *Mesosetum*. Guglieri *et al.* (2009) analisaram várias características morfológicas do gênero *Panicum* L. e verificaram que a análise do antécio superior por MEV, apresentou diferenças que ajudam na delimitação das espécies do gênero. Os autores observaram que em três espécies (*Panicum campestre* Nees ex Trin., *P. cayennense* Lam. e *P. rudgei* Roem. & Schult.), haviam várias características semelhantes entre si, mas com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura encontraram diferenças micromorfológicas entre elas, sendo que *P. cayennense* não apresenta papilas na pálea, e com isso fica fácil a sua diferenciação em relação às outras duas espécies (Guglieri *et al.*, 2009).

Canto-Dorow (2001) afirma que as espécies brasileiras de *Digitaria* apresentam antécio superior com “papilas em fileiras longitudinais”. No presente trabalho, com o auxílio do MEV, foi possível perceber que há muita variação entre as espécies, uma vez que as fileiras de papilas podem ser elevadas em relação à epiderme ou incluídas em sulcos longitudinais, e ainda podem ocorrer cristas transversais no antécio superior. Canto-Dorow (2001) também ressalta a semelhança morfológica entre algumas espécies de *Digitaria*, como *D. gardneri* e *D. fragilis*. Segundo esta autora, a diferença entre as duas espécies é muito tênue e de difícil observação:

D. gardneri apresenta lema inferior com tricomas densos que ultrapassam o ápice do lema em 0,2 a 0,4 mm compr., enquanto *D. fragilis* apresenta lema inferior com tricomas esparsos que não ultrapassam o ápice do lema. Já neste trabalho, percebemos que *D. gardneri* apresenta um padrão de ornamentação diferente de *D. fragilis* (padrões 4 e 2, respectivamente), o que representa um caráter novo de grande importância para a distinção dessas espécies tão semelhantes. O mesmo ocorre com as espécies *Digitaria cuyabensis* e *D. aequiglumis*, em que a única diferença macromorfológica entre as duas espécies é a gluma superior e o lema inferior com ápice agudo em *D. cuyabensis* e acuminado em *D. aequiglumis*. Porém, vemos que essas espécies têm micromorfologia distinta do antécio superior (padrões 1 e 3, respectivamente).

Trabalhos taxonômicos do gênero *Digitaria* (por exemplo, Canto-Dorow 2001), descrevem o antécio superior desse grupo como glabro (ou seja, sem a presença de tricomas). Porém, a partir da análise com microscopia eletrônica de varredura, observamos a presença de tricomas bicelulares microscópios em várias espécies, como já observado por Giraldo-Canas (2004) através de MEV.

A filogenia molecular de *Digitaria*, publicada por Lo Medico *et al.* (2017), nos mostra diversas espécies de *Digitaria* evolutivamente próximas. Um exemplo é *D. californica* e *D. swalleniana*. Como vimos neste trabalho, as duas espécies apresentam padrões distintos de ornamentação do antécio superior (padrões 5 e 1, respectivamente), apesar de sua grande proximidade filogenética. Com isso deduzimos que a morfologia no gênero é diferente da sua evolução, surgindo assim homoplasias. O padrão papilas elevadas (1), que aparece independentemente diversas vezes na evolução do grupo, com base na filogenia de Lo Medico *et al.* (2017), é um exemplo dessas homoplasias. Outras espécies que se apresentam como irmãs na árvore de Lo Medico *et al.* (2017), mas que no presente estudo aponta os padrões micromorfológicos distintos são: *D. phaeotrix* e *D. neesiana* (padrões 4 e 3, respectivamente) e *D. eriostachya* e *D. sanguinalis* (padrões 3 e 1, respectivamente).

5. CONCLUSÃO

Concluimos que a micromorfologia do antécio superior é muito útil na distinção das espécies de *Digitaria*, uma vez que com apenas 20 espécies amostradas já se percebe uma variação entre elas. Os padrões de ornamentação aqui apresentados, portanto, são caracteres que podem ser incluídos nas chaves de identificação dos táxons de *Digitaria*. Além disso, a presença de tricomas bicelulares no antécio superior (descrito como glabro nos trabalhos taxonômicos) também pode ser utilizada como mais um caráter na diferenciação entre as espécies. A nível filogenético, percebe-se que os padrões de ornamentação do antécio superior em *Digitaria* surgiram de forma independente diversas vezes na evolução do grupo, consistindo em homoplasias. O presente estudo mostra, portanto, que os caracteres micromorfológicos são de extrema importância para o estudo do gênero, permitindo, em muitos casos, uma melhor identificação das espécies. A utilização da microscopia eletrônica de varredura para análise de um número ainda maior de espécies de *Digitaria* será de grande valia para o avanço no conhecimento do gênero.

6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em: 06 de maio de 2019. Disponível em: http://www.lex.com.br/doc_1267625_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_30_DE_21_DE_MAIO_DE_2008.aspx
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 46, de 24 de setembro de 2013.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em: 02 de fevereiro de 2019. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_24871655_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_46_DE_24_DE_SETEMBRO_DE_2013.aspx
- CANTO-DOROW, T. O gênero *Digitaria* no Brasil. **Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2001.
- CARPEJANI, M.S; Junior, R.S.O. Manejo químico de capim-amargoso resistente a glyphosate na pré-semeadura de soja. **Revista Campo Digital**, vol. 8(1), p. 26–33, 2013.
- CORREIA, N.M.; Leite, G.J.; Garcia, L.D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, vol. 28(4), p. 769–776, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000400009>
- DE PAULA, O.C.; Marzinek, J.; Oliveira, D.M.T.; Paiva, E.A.S. Roles of mucilage in *Emilia fosbergii*, a myxocarpic Asteraceae: efficient seed imbibition and diaspore adhesion. **American Journal of Botany**, vol. 102, p. 1413–1421, 2015. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500317>
- DIAS, A.C.R.; Carvalho, S.J.P.; Nicolai, M.; Christoffoleti, P.J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, vol. 25, p. 489–499, 2007.

FLORA DO BRASIL 2020 (em construção). *Digitaria*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Acesso em: 05 maio de 2019. Disponível em:

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13174>

FONTANA, L.C; Agostinetto, D.; Dal Magro, T.; Ulguim, A.R.; Canto-Dorow, T.S.

Levantamento de espécies de *Digitaria* (“milhã”) em áreas de cultivo agrícola no Rio Grande do Sul (Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, vol. 14(1), p. 1–8, 2016.

GIRALDO-CAÑAS, D. Características micromorfológicas y anatómicas de la espiguilla y el

antecio superior del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Caldasia**, vol. 26, p. 1–35, 2004.

GUGLIERI, A.; Longhi-Wagner, H.M.; Zuloaga, F.O. *Panicum* L. subg. *Panicum* sect.

Rudgeana (Hitchc.) Zuloaga, P. subg. *Panicum* sect. *Urvilleana* (Hitchc. & Chase)

Pilger e espécies de *P.* subg. *Panicum* sem seção definida (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, vol. 7(2), p. 160–187, 2009.

KELLOG, E.A. Poaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). **The families and genera of vascular plants**.

New York: Springer, vol. 8, p. 1–416, 2015.

KILLEEN, T.J.; Rúgolo de Agrasar, Z. Taxonomy and reproductive biology of *Digitaria dioica*

and *D. neesiana* (Gramineae: Paniceae). **Systematic Botany**, vol. 17, p. 594–606, 1992.

LO MEDICO, J.M.; Tosto, D.S; Rua; G.H; Rúgolo de Agrasar, Z.E.; Scataglini, M.A; Vega,

A.S. Phylogeny of *Digitaria* Sections *Trichachne* and *Trichophorae* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae): A Morphological and Molecular Analysis. New Circumscription and Synopsis. **Systematic Botany**, vol. 42(1), p. 37–53, 2017.

<https://doi.org/10.1600/036364417X694908>

LONGHI-WAGNER, H.M.; Bittrich, V.; Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G.J. (eds.). Poaceae.

In: Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G.J. & Giulietti, A.M. (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, p. 1–292, 2001.

MORRONE, O.; Aagesen, L.; Scataglini, M.A.; Salariato, D.L.; Denham, S.S.; Chemisgui, M.A.; Sede, S.M.; Giussani, L.M.; Kellogg, E.A.; Zuloaga, F.O. Phylogeny of the Paniceae (Poaceae: Panicoideae): integrating plastid DNA sequences and morphology into a new classification. **Cladistics**, vol. 28, p. 333–356, 2012.
<https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2011.00384.x>

OLIVEIRA, A.R.; Freitas, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, vol. 26(1), p. 33–46, 2008.

SALARIATO, D.; Morrone, O.; Zuloaga, F.O. Ornamentación del antecio superior en *Urochloa* y géneros vecinos (Poaceae, Panicoideae, Paniceae): su valor sistemático. **Darwiniana**, vol. 42(2), p. 335–355, 2008.

SILVA, C.; Ferreira, F.M.; Viana, L.P.; De Oliveira, R.P. A new species of *Ichnananthus* (Poaceae, Paspaleae) endemic to Southern Minas Gerais, Brazil. **Phytotaxa**, vol. 104(1), p. 21–29, 2013. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.104.1.3>

SILVA, A.S.; Ribeiro, A.R.O.; Sousa, M.W.S.; Fagg, C.W.; Falcão, R.; Oliveira, R.C. Micromorphology of the upper antecium in *Mesosetum* Steud. and related genera (Poaceae, Arthropogoninae) and its taxonomic applications. **Rodriguésia**, vol. 66(2), p. 645–657, 2015. <https://doi.org/%2010.1590/2175-7860201566227>

SORENG, R.J.; Peterson, P.M.; Ramaschcenko, K.; Davidse, G.; Teisher, J.K.; Clark, L.G.; Barberá, P.; Gillespie, L.J.; Zuloaga, F. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications.

Journal of Systematics and Evolution, vol. 55 (4), p. 259–290, 2017.

<https://doi.org/10.1111/jse.12262>

VEGA, A.S.; Rúgolo de Agrasar, Z.E. *Digitaria killeenii* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), a new species from Bolivia. **Systematic Botany**, vol. 27(2), p. 252–256, 2002.

VEGA, A.S.; Rua, G.H.; Fabbri, L.T.; Rugolo de Agrasar, Z.E. A Morphology-based cladistic analysis of *Digitaria* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). **Systematic Botany**, vol. 34 (2), p. 312–323, 2009.