

ASPECTOS TAXONÔMICOS DE UREDINALES INFETANDO LEGUMINOSAS UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA DO DISTRITO FEDERAL

DENISE V. REZENDE¹ & JOSÉ C. DIANESE

Departamento de Fitopatologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 70919-900, Brasília, DF, e-mail: santiago@unb.br

(Aceito para publicação em 20/03/2002)

Autor para correspondência: Denise Vilela de Rezende Santiago

REZENDE, D.V. & DIANESE, J.C. Aspectos taxonômicos de Uredinales infetando leguminosas utilizadas na arborização urbana do Distrito Federal. *Fitopatologia Brasileira* 27:361-371. 2002.

RESUMO

Seis espécies de fungos causadores de ferrugem, *Diorchidium copaiferae*, *Ravenelia hieronymi*, *Sphaerophragmium acaciae*, *Esalque holway*, *Uredo* sp. e *Uromyces neurocarpi* foram estudadas e descritas com o acréscimo de detalhes adicionais e correções em suas descrições originais. Várias características morfológicas foram

revisadas sendo a maioria delas ilustrada pela primeira vez em microscópio ótico e eletrônico de varredura. As exsiccatas foram depositadas na Coleção Micológica de Referência da Universidade de Brasília

Palavras-chave adicionais: Taxonomia, *Diorchidium*, *Ravenelia*, *Sphaerophragmium*, *Esalque*, *Uredo*, *Uromyces*.

ABSTRACT

Taxonomic aspects of Uredinales on leguminous plants used in urban forestation in Federal District, Brazil

Six species of rust fungi *Diorchidium copaiferae*, *Ravenelia hieronymi*, *Sphaerophragmium acaciae*, *Esalque holway*, *Uredo* sp. and *Uromyces neurocarpi* were taxonomically studied. In addition, corrections were made in their original descriptions with

morphological characteristics. Most of the species were new and illustrated for the first time in optical and scanning electron microscope. All exsiccates were deposited in the Micological Collection for Reference of the Universidade de Brasília.

INTRODUÇÃO

Espécies arbóreas da família Leguminosae, algumas exóticas para a região de cerrado, foram introduzidas na arborização urbana do Distrito Federal (DF), Brasília, inclusive no Campus da Universidade de Brasília (UnB), como ornamentais e/ou para sombreamento nos estacionamentos.

Anualmente, essas plantas sofrem ataques de fungos causadores de ferrugens. Em áreas urbanas *Copaifera langsdorfii* Desfontaines (pau-d'óleo), freqüente em matas ciliares, é hospedeiro de *Diorchidium copaiferae* (Syd.) Cumm. & Y. Hirat., com surtos do patógeno que levam à desfolha total nos meses de julho e agosto. *Acacia farnesiana* Wild. (esponjinha) mostrou-se altamente susceptível ao ataque de *Ravenelia hieronymi* Speg. apresentando folíolos, pecíolos e vagens hipertrofiados cobertos por écios e télios do fungo, com queda de vagens infetadas, nos meses de agosto e setembro. *Albizia lebbek* Benth., esparsamente plantada nas entrequadradas de Brasília e Campus da UnB, com folíolos caducos que caem durante a seca apresentam-se também com folhagem amarelada pela presença abundante de *Sphaerophragmium acaciae* (Cooke.) Magnus. As espécies *Caesalpinia leiostachya* (Ducke) (falso-pau-ferro) e *C. ferrea* Mart. ex. Tul. (pau-ferro), são infetadas, respectivamente, por *Esalque holway* (H. S. Jackson) J. F. Hennen, M. B. Figueiredo, A. A. de

Carvalho e *Uredo* sp. *Esalque holway* forma pústulas uredínicas e teliospóricas nos folíolos, além de causar desfolha nos meses secos, porém os télios estão presentes também no período chuvoso. Em *C. ferrea*, *Uredo* sp. infeta somente vagens novas provocando pequenas hipertrofias, cobrindo-as completamente com esporulação alaranjada refletindo a cor dos urediniósporos, levando as árvores a uma descarga total das vagens, inclusive causando morte de algumas plantas nos estacionamentos da UnB. Este fungo, causador de ferrugem, produz pústulas uredínicas nas vagens tenras, causando hipertrofias nos locais das urédios e, até o presente, somente a fase uredínica da ferrugem foi encontrada. O fungo está sendo relatado pela primeira vez e estudos estão em andamento para localizar o seu teleomorfo (Rezende, 1999). Plantas de *Clitoria laurifolia* Poir. esporadicamente apresentam-se infetadas por *Uromyces neurocarpi* Diet., sendo mais facilmente encontrada a fase uredínica que dá uma coloração marrom-clara aos folíolos adultos, causando cloroses e necroses nos mesmos.

Com exceção de *E. holway*, as demais espécies mencionadas carecem de descrição mais precisa e de detalhamento de aspectos morfológicos importantes. Assim, o objetivo do presente trabalho foi atualizar o conceito das espécies de Uredinales encontradas em áreas urbanas do DF através de microscopia ótica e eletrônica de varredura.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais herborizados foram previamente colocados em solução hidratante aquosa (10% etanol e 0,1% Tween-20) onde permaneceram por 24 h, antes de serem congelados. A análise dos fungos causadores de ferrugem em leguminosae envolveu cortes de material vegetal em micrótomo de congelamento a -21 °C, marca Micron HM505E, seguido de montagem semipermanente em lâminas para observação e microfotografia em microscópio ótico. Os cortes, selecionados em gotas sobre lâminas, foram transferidos para outras lâminas, onde se adicionaram gotas do corante lactoglicerol/azul de algodão ou as secções eram colocadas em solução saturada de cloral hidratado, quando se pretendia ver os poros germinativos dos esporos. Para a observação de detalhes morfológicos ou ontogênicos dos esporos, utilizou-se o corante de Bruzesse & Hassan (1983) sem fenol, ou seja, com a seguinte composição: 40 g de cloral hidratado, 15 ml de clorofórmio, 125 ml de ácido láctico a 90%, 300 ml de etanol 95% e 0,6 g de azul de anilina. Em seguida, as lâminas foram seladas com esmalte de unha, etiquetadas e armazenadas para estudo. As observações e microfotografias foram feitas em fotomicroscópio Zeiss-Axiophot E (Carl Zeiss Oberkachen, Alemanha).

Para o exame microscópico da superfície de tecidos infetados e estruturas fúngicas em microscópio eletrônico de varredura (MEV), foram cortados fragmentos frescos ou hidratados de tecidos, medindo 0,5 x 0,8 (cm²), que posteriormente foram transferidos para recipientes com solução fixadora de glutaraldeído a 3% em tampão cacodilato de sódio 0,05 M, pH 6,9. Os recipientes foram tampados e deixados em geladeira a 4 °C por 12 h. Em seguida, efetuaram-se cinco lavagens sucessivas do material com a mesma solução tampão. Após a lavagem, as peças foram tratadas com tetróxido de ósmio (OsO₄) a 1% no mesmo tampão de cacodilato, permanecendo em refrigerador a 4 °C por 4 h. Posteriormente, nova série de cinco lavagens consecutivas foi feita com a solução tampão.

O material foi desidratado em uma série aquosa contendo 30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100% de acetona. Os fragmentos permaneceram em cada concentração por 10 a 20 min, sendo que a última solução foi trocada três vezes. Em seguida, foi feita a secagem do material ao ponto crítico em um aparelho de secagem CPD-030 Balzers (Baltec, Fuerstentum, Liechtenstein), utilizando-se CO₂ líquido. Os fragmentos de tecidos secos foram colados sobre suportes metálicos com pasta condutiva de prata. Os suportes contendo o material foram então cobertos com ouro por meio de pulverização catódica em aparelho marca Balzers, modelo SCD50 por 140 seg. Observações foram feitas em microscópio eletrônico de varredura marca Jeol, modelo JSM840-A (Jeol Ltd, Tóquio, Japão) com acelerações de 5 e 10 KV e distância de trabalho de 20 mm com obtenção de fotografias de várias estruturas e esporos dos fungos. A base para identificação das espécies incluiu estudos de espessura e ornamentação da parede, cor, tamanho e forma dos teliósporos e urediniósporos,

características dos pedicelos dos teliósporos e o número e posição dos poros germinativos em urediniósporos. Paráfises, formas dos esporos, sintomas no hospedeiro ou sinais, especificidade para o hospedeiro foram características adicionais que também ajudaram na identificação das espécies.

Todos os resultados obtidos foram comparados com a literatura existente relacionada às espécies de fungos estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diorchidium copaiiferae (Syd.) Cumm. & Y. Hirat. Torrey. Bot. Club Bull. 87:39. 1960.

Sinonímia: *Uredo copaiifera* P. Henn. Hedw. 58:2. 1908;

Sphenospora copaiiferae Syd. Mon. Ured. 4:583. 1924.

Espermogônios e *écios* não-vistos. **Urédios** (147-) 227 (-392) x (98-) 162 (-196) µm, hipófilos, subepidérmicos, irrompentes, pulverulentos, laranja-ferrugíneos, parafisados (Figura 1- A, B e C). **Paráfises** (40-) 55 (-80) x (8-) 10 (-12) µm, curvadas sobre as urédios, himeniais e periféricas, em fascículos, oriundas de células curtas, septadas. **Urediniósporos** (27-) 38 (-50) x (12-) 14 (-18) µm, longos, curvados, reniformes ou elípticos, laranja-ferrugíneos, equinulados uniformemente com a base das equinulações cercada por nervura; dois poros germinativos equatoriais, unizonados; paredes laterais (1,5 - 2,0 µm de espessura) e parede apical (3 - 6 µm) (Figura 1-D, E e F). **Télios** (118-) 227 (-392) x (98-) 157 (-196) µm, marrom-claros, pulverulentos, parafisados (Figura 2 - A, B e C). **Paráfises** iguais as do urédio (Figura 2 - D). **Teliósporos** (37-) 43 (-55) x (12-) 19 (-25) µm, pedicelados, bicelulares, elipsóides a obovóides, com um septo vertical, cada célula com uma projeção apical arredondada com 6 x 5 µm de diâmetro; paredes 1,0 - 1,5 µm de espessura, translúcidas, com um poro germinativo apical em cada célula (Figura 2 - E e F). **Pedicelos** com até 40 µm de comprimento, hialinos. Germinação externa sem período de dormência.

Espécimens examinados: em folhas vivas de *Copaiifera langsdorfii* Desfontaines: Fazenda Nova Índia, Cristalina, GO, 10 ago. 1993, leg. J.C. Dianese 254, UB (col. micol.) 4169; Campus da Universidade de Brasília, próximo à Reitoria, Brasília, DF, 20 jul. 1998, leg. D.V. Rezende 48, UB (col. micol.) 13256.

O gênero *Diorchidium* foi estabelecido em 1882 por Kalchbrenner (Cummins, 1960) sobre *Millettia caffra* Meissn. (Leguminosae). O gênero foi caracterizado com base em seus teliósporos bicelulares com células separadas por septo vertical. Muitas espécies de *Puccinia* têm septos mais ou menos verticais podendo ser confundidas com *Diorchidium*; porém o gênero *Puccinia* apresenta espermogônio tipo 7, septos horizontais no teliósporo, enquanto *Diorchidium* tem espermogônio subcuticular, e algumas espécies apresentam quatro células no teliósporo, por exemplo: *D. quadrifidum* Cumm. e *D. tetrasporum* Cumm. Cummins & Hiratsuka (1983) sugeriram que *D. copaiifera* Syd. (= *Sphenospora copaiifera* Syd.) é semelhante à *D. quadrifidum* e *D.*

tetrasporum, porém com duas células somente. No caso presente, observou-se ao MEV que os urediniósporos, além das equinulações, apresentam nervuras salientes na parede externa, sendo que a base do esporo contém dobras que convergem para o pedicelo (Figura 1 - A-F).

Hennen *et al.* (1982), ao listar os Uredinales do Brasil não mencionaram *D. copaiiferae*, porém incluíram duas outras espécies: *D. acanthostepum* Syd. e *D. puiggarii* Speg. ocorrendo em *Pithecelobium* sp. e *Piptadenia* sp., enquanto o fungo causador de ferrugem em *C. langsdorfii* Desf. foi mantido em *Sphenospora copaiiferae* Syd. Os gêneros próximos de *Diorchidium* são *Sphenospora* Diet., *Diorchidiella* Lindq. e *Dicheirinia* Arth. O gênero *Sphenospora* distingue-se de *Diorchidium* pela ausência de paráfises nos urédios e télios, forma e dimensões dos

urediniósporos, teliósporos lisos, sempre bicelulares e com hospedeiros em monocotiledôneas e Annonaceae. O gênero *Diorchidiella* apresenta somente o estágio teliomórfico, aparafisado, contendo teliósporos equinulados, escuros, produzidos em duas células apicais do pedicelo, cada um com dois poros germinativos por célula (Lindquist, 1957; Cummins & Hiratsuka, 1983). O gênero *Dicheirinia* é separado de *Diorchidium* pelo tipo de espermogônio (tipo 7), teliósporos ornamentados com uma a oito células, sustentadas

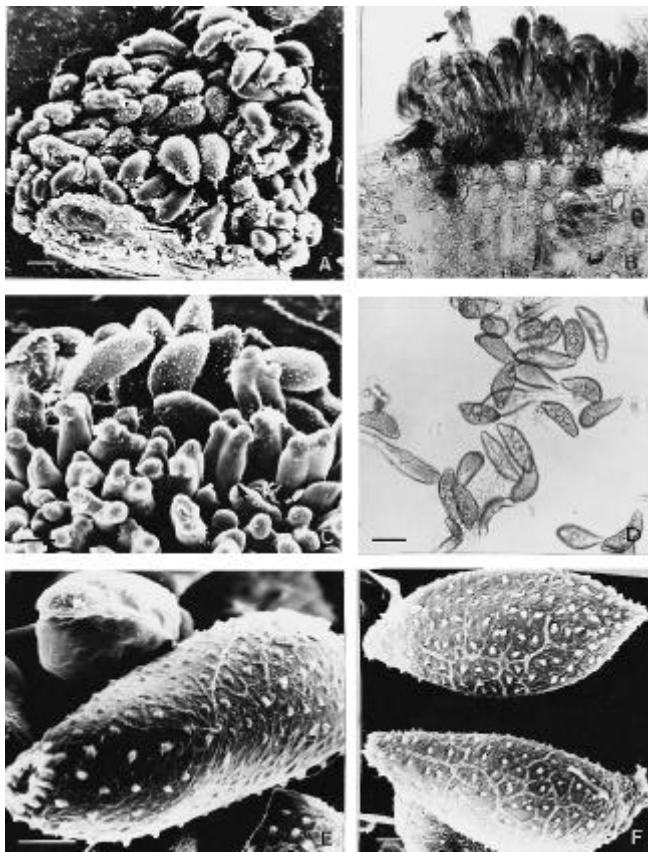


FIG. 1 - A-F. *Diorchidium copaiiferae* sobre *Copaiifera langsdorfii*. A - Urédio subepidérmico irrompente visto ao MEV, com paráfises periféricas e urediniósporos equinulados; B - Corte de urédio ao MO, mostrando paráfises, urediniósporos e alguns teliósporos (seta); C - Soro misto, visto ao MEV, com urediniósporos verrugosos e nervurados e teliósporos bicelulares; D - Urediniósporos vistos ao MO; E e F - Urediniósporos nervurados e verrugosos vistos ao MEV. Barras: A, B e D = 20 μ m; C = 10 μ m; E e F = 5 μ m.

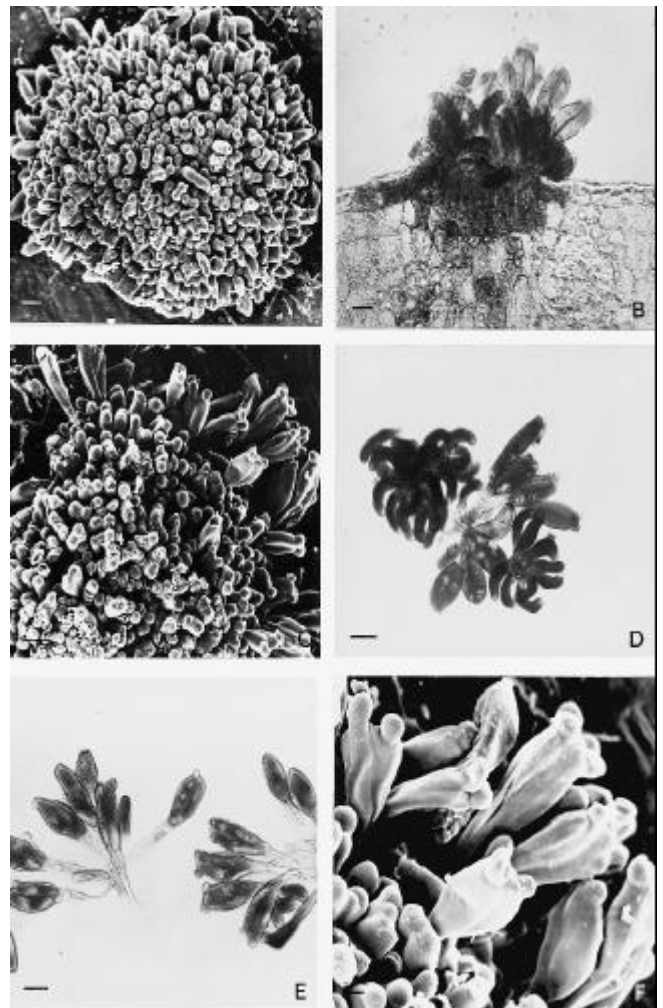


FIG. 2 - A-F. *Diorchidium copaiiferae* sobre *Copaiifera langsdorfii*. A - Soro subepidérmico irrompente misto, aparafisado, visto ao MEV, contendo urediniósporos periféricos ao redor de teliósporos bicelulares; B - Corte de urédio ao MO mostrando teliósporos com septo vertical e paráfises; C - Detalhe ao MEV de urédio com teliósporos bicelulares contendo projeções apicais globóides; D - Teliósporos, urediniósporos e paráfises vistos ao MO; E - Teliósporos em fascículos vistos ao MO; F - Teliósporos bicelulares vistos ao MEV, mostrando projeções nos ápices das células. Barras: A, B, C, D e E = 20 μ m; F = 5 μ m.

por duas células apicais do pedicelo (Arthur, 1907; 1934; Cummins, 1935; Cummins & Hiratsuka, 1983).

A presença de paráfises curvadas nos urédios e télios de *D. copaiiferae*, os urediniósporos na maioria reniformes, teliósporos lisos, com projeções nos ápices e com um poro germinativo por célula teliospórica são as mesmas características descritas para *D. copaiiferae* por Cummins (1960), também presente sobre *C. langsdorfii*. Além disso, todas as características acima descritas para a espécie separam-na de *Sphenospora*, *Diorchidiella* e *Dicheirinia* que são apenas gêneros próximos.

Todas as ilustrações em MO e MEV são inéditas para *D. copaiiferae*, com isto foi revelada a ornamentação dos urediniósporos, mostrando nervuras entre as equinulações, a presença de dois poros germinativos equatoriais unizonados, bem como, teliósporos com uma projeção apical arredondada e um poro germinativo em cada célula. A germinação externa sem período de dormência, também foi um fato novo.

As ilustrações de *D. copaiiferae* são inéditas e as características morfológicas dos urediniósporos, bem como a posição e número de poros germinativos nestes foram descritos pela primeira vez.

Ravenelia hieronymi Speg. Anal. Soc. Cient. Argentina 12:66. 1881

Sinonímias: *Aecidium hieronymi* Spegazzini, Anal. Soc. Cient. Argentina 12:78. 1881.

Ravenelia mimosae P. Hennings, Hedwigia 34:95. 1895.
Ravenelia acaciae P. Hennings, Hedwigia 34:321. 1895.
Cystingophora hieronymi Arth. North America Flora Vol. VII. Uredinales 7:15. 1907.

Espermogônios e urédios não-vistos. **Écios** (216-) 276 (-392) x (215-) 209 (-225) μm , cor creme, campanulares, intramesofílicos, irrompentes, fechados, abrindo-se na maturidade por meio de um opérculo do perídio, cilíndricos, encontrados em ramos, pecíolos, folíolos e vagens todos hipertrofiados ou deformados (Figura 3 - A e B). **Células peridiaias** (22-) 25 (-39) x (12-) 18 (-25) μm , pentagonais, romboidais, ornamentadas com estrias nas paredes, levemente pigmentadas; paredes 3 - 5 μm de espessura dos lados e 5 μm no ápice. **Eciósporos** (14-) 19 (-30) x (12-) 17 (-20) μm , irregulares, elipsóides ou oblongos, às vezes angulados, fortemente verrugosos, hialinos a esverdeados; parede 2 - 2,5 μm de espessura; três - oito poros germinativos, dispersos pelo esporo (Figura 3 - C e D). **Urediniósporos** (15-) 19 (-22) x (10-) 12 (-15) μm , associados aos teliósporos, equinulados, ovóides a obovóides; parede 1,0 - 2,5 μm , fina; quatro poros germinativos, dois apicais e dois basais, formados na periferia de soros teliais (Figura 4 - E, F e G). **Télios** (245-) 350 (-490) x (196-) 285 (-392) μm , soros mistos produzindo também urediniósporos, subepidérmicos cobertos por um perídio que se rompe liberando os esporos (Figura 4 - A, B, C e D). **Perídio** de cor creme, idêntico ao do écio, composto de células simples e lisas. **Teliósporos** compostos, (77-) 90 (-108) x (72-) 77 (-86) μm , redondos a ovais, formando cabeças com muitas células irregulares, laranja-ferrugíneas a marrom-

escuras, células centrais do teliósporo (12-) 17 (-22) x (5-) 15 (-20) μm , pentagonais ou arredondadas, lisas, em número de seis - nove. Células marginais do teliósporo (24-) 32 (-45) x (10-) 14 (-20) μm , parede lateral com 4 μm de espessura e 6 μm nas extremidades; células marginais em duas camadas com a superior constituída por células mais longas e a inferior com células curtas suportando os cistos (Figura 4 - E e F). **Cistos** (12-) 15 (-22) x (8-) 12 (-15) μm , irregulares, curtos, globóides a oblongos, aderentes às células marginais, não-higroscópicos, a última camada aderida ao pedicelo do esporo. **Pedicelo** 8 x 14 μm , composto, hifálico, com seis - sete hifas, persistente.

Espécimen examinado: em folhas e vagens vivas de *Acacia farnesiana* Willdenow, Campus da UnB, próximo à Reitoria, Brasília, DF, 14 jun. 1997, leg. D.V. Rezende 47, UB (col. micol.) 15922.

A fase ecídica de *R. hieronymi* foi descrita por Spegazzini em 1881 sobre *A. farnesiana*, causando envassouramento nas extremidades das hastes, deformação e

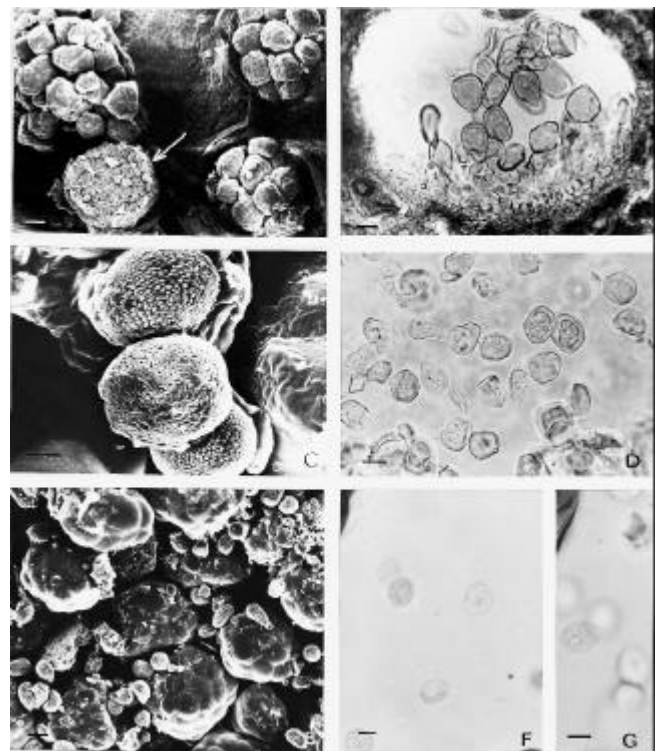


FIG. 3 - A-G. *Ravenelia hieronymi* sobre *Acacia farnesiana*. A - Écio (seta) com perídio ao lado de télios, vistos ao MEV; B - Corte de écio intramesofílico ao MO mostrando eciósporos catenulados; C - Eciósporos de paredes verrugosas vistas ao MEV; D - Eciósporos em suspensão com paredes espessas, vistos ao MO; E - Urediniósporos equinulados, livres sobre um grupo de teliósporos compostos, vistos ao MEV; F e G - Urediniósporos de paredes finas, vistos ao MO. Barras: A = 40 μm ; B, C e E = 5 μm ; D, F e G = 10 μm .

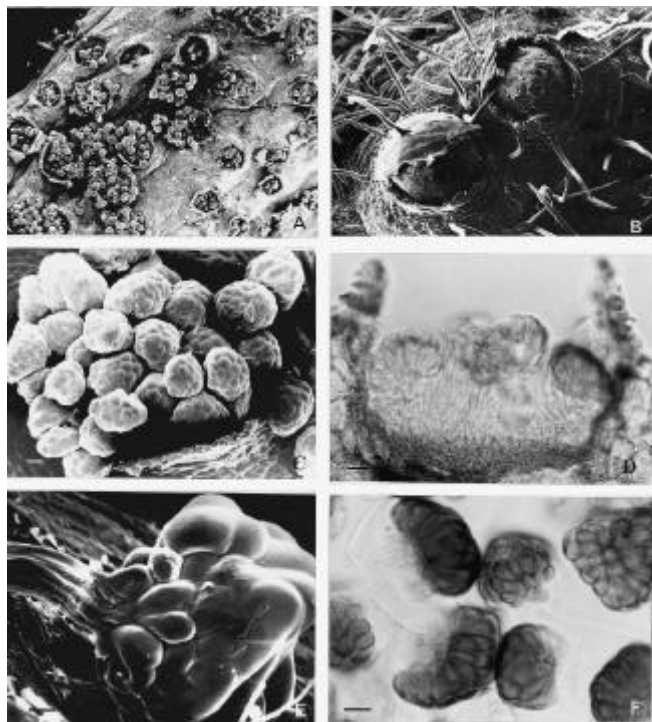


FIG. 4 - A-F. *Ravenelia hieronymi* sobre *Acacia farnesiana*. A - Grupo de télios profundos abertos formados em tecido hipertrofiado, vistos ao MEV; B - Télios vistos ao MEV iniciando irrompência ainda cobertos pelo perídio; C - Grupo de teliósporos em um télio visto ao MEV; D - Corte de télios intramesófilos irrompentes mostrando teliósporos, vistos ao MO; E - Teliósporo visto ao MEV mostrando cistos irregulares, aderentes às células marginais e ao pedicelo e pedicelo hifal composto; F - Teliósporos vistos ao MO, mostrando suas células individualizadas e pedicelo. Barras: A = 120 μm ; B = 40 μm ; C = 30 μm ; D e F = 20 μm ; E = 10 μm .

hipertrofia nas vagens. No mesmo ano, o autor relatou a fase teleomórfica com detalhes de estádios do ciclo de vida que incluía a descrição de espermogônio, écio e télio.

Posteriormente, Hennings (1895) descreveu *R. mimosae* ocorrendo em *Mimosa* sp. e comentou que todas as características das estruturas eram idênticas às de *R. hieronymi*, com exceção da presença de estágio uredínico ainda não encontrado em *R. hieronymi*. A partir daí os registros posteriores consideraram *R. mimosae* sinônimo de *R. hieronymi* (Dietel, 1894; Hennings, 1908; Sydow & Sydow, 1915; Jackson, 1931; Viégas, 1945; Lindquist & Costa Neto, 1963; Hennen *et al.*, 1982).

A descrição aqui mostrada está de acordo com aquela descrita por Spegazzini (1881) e contempla a observação da fase uredínica anteriormente feita por Hennings (1895). Os seguintes detalhes relevantes foram aqui incluídos: células peridiaias do écio ornamentadas com estrias nas paredes;

eciósporos fortemente verrugosos com três - oito poros germinativos dispersos; urediniósporos muito pequenos, delicadamente equinulados, de parede muito fina; com quatro poros germinativos, dois apicais e dois basais; teliósporos muito irregulares; com seis - nove células centrais; pentagonais ou arredondadas e lisas; células marginais formando duas camadas, sendo a camada superior longa e a inferior curta apoiando os cistos; cistos com mais de uma camada, aderentes às células marginais, não-higroscópicos, com uma camada deles aderida ao pedicelo do esporo; pedicelo composto, longo hifálico e persistente.

Na primeira monografia do gênero *Ravenelia*, Dietel (1894) colocou *R. hieronymi* na seção *Pleoravenelia*, por possuir todas as fases do ciclo de vida internamente no tecido do hospedeiro. Com exceção dos espermogônios, que são subepidérmicos e se projetam para fora, inicialmente sem romper o tecido epidérmico, os écios, e télios desenvolvem-se dentro de um perídio cilíndrico, inicialmente fechado. Os esporos produzidos empurram a epiderme do hospedeiro que então se rompe. Ao lado dos écios surgem os télios e nota-se que estes se desenvolvem em soros independentes. É comum observar os urediniósporos sobre a superfície dos teliósporos nos télios.

Viégas (1945) fez uma descrição idêntica àquela relatada por Spegazzini (*apud* Sydow, 1915) ressaltando que teliosoros nascem nas cicatrizes eciais ou não e que os cistos são globosos e numerosos ao redor do ápice do pedicelo. A associação de urédios com os télios foi notada por Hennings (1895) que observou ainda que os cistos são irregulares e não globóides. *Ravenelia hieronymi* tem como hospedeiro também *Acacia caven* Mol. que ocorre no Rio Grande do Sul e outros estados do sul do país, além do Chile, Uruguai e Argentina. Segundo Lindquist & Costa Neto (1963), *R. hieronymi* é semelhante a *R. australis* Diet. et Neg. que também ocorre em *A. caven*, mas *R. australis* tem urédios e écios desprovidos de perídio, ao contrário de *R. hieronymi*.

Ao descrever *R. sonorensis* Hennen & Cummins ocorrendo em *A. californica* Brandege, Hennen & Cummins (1990) consideraram a espécie semelhante a *R. hieronymi*, porém esta apresenta duas camadas de células periféricas, écios longos, peridiados, sobre vassouras-de-bruxa, urédias ausentes, e os teliósporos com cistos pendentes, características estas diferentes daquelas encontradas para *R. hieronymi*.

***Sphaerophragmium acaciae* (Cooke.) Magnus. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 9:121. 1891**

Sinónimas: *Triphragmium acaciae* Cooke. Grevillea 8:94. 1880. *Sphaerophragmium luzonicum* H.S. Yates. Philipp. J. Sci. Bot. 13:379. 1918.

Espermogônios e écios não-vistos. Urédios hipófilos (50-) 95 (-250) x (38-) 55 (-175) μm , parafisados, espalhados ou agregados em grupos pequenos, subepidérmicos, irrompentes, marrom-amarelados. Paráfises periféricas clavadas e de paredes espessas (Figura 5- A e B). Urediniósporos elipsóides a oblongos ou sub-reniformes, maioria assimétricos, (23-) 27 (-32) x (15-) 20 (-25) μm ,

parede 1 - 3 μm de espessura, amarelo-claros, equinulados, quatro - cinco poros germinativos, esparsos ou bizonados (Figura 5 - C e D). **Télios** hipófilos, (38-) 91 (-250) x (30-) 81 (-175) μm , espalhados ou agregados em pequenos grupos, subepidérmicos, irrompentes, marrom-escuros (Figura 6 - A, B e C). **Téliósporos** quatro - oito células, maioria com quatro células, elipsóides, (36-) 40 (-45) x (30-) 34 (-37) μm , parede 1 - 3 μm de espessura, marrom-amarelados, tuberculados, cada célula com quatro - seis projeções bifurcadas, bifurcações (7-) 11 (-15) μm , às vezes tri ou tetrafurcadas nos ápices; pedicelos longos, amarelados, (68-) 87 (-100) x (7-) 10 (-12) μm , persistentes, dilatados na porção basal (Figura 6 - D, E e F); poros germinativos inconspícuos.

Espécimen examinado: em folhas vivas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. (= *Acacia lebbek* L.): Campus da UnB, em frente ao portão da garagem central, Asa Norte, Brasília, DF, 6 jul. 1995, leg. J.C. Dianese 1048, UB (col. micol.) 4440.

As duas últimas revisões do gênero *Sphaerophragmium* contêm chaves para espécies (Monoson, 1974; Lohsomboon *et al.* 1994). *Sphaerophragmium* Magnus, gênero-tipo da família Sphaerophragmiaceae foi estabelecido com base em *Triphragmium acaciae* (Cooke) Magnus (Milesi & Traversa, 1904). O gênero foi descrito com teliósporos globosos a elípticos compostos de quatro - nove células, sem uma célula basal localizada no ápice do pedicelo. O gênero *Sphaerophragmium* difere de *Triphragmium*, onde os teliósporos possuem uma célula basal pedicelada e dois - três células apicais, lisas ou verrugosas, com um poro germinativo em cada que, somados ao espermogônio tipo 7, subcuticular,

permitiu o estabelecimento da família Sphaerophragmiaceae (Cummins & Hiratsuka, 1983; 1984). O gênero *Sphaerophragmium* apresenta quatro a nove células organizadas em uma cabeça ornamentada por projeções cônicas com o ápice furcado. Os espermogônios desconhecidos no gênero *Sphaerophragmium* na descrição de Monoson (1974), são tidos como do tipo 5, subepidérmico, segundo Cummins & Hiratsuka (1983), os quais admitem no gênero a ocorrência de écios subepidérmicos, irrompentes, com perídios. Porém, Lohsomboon *et al.* (1994) discordam de Cummins & Hiratsuka (1983) relatando a ausência de espermogônios e écios em todas as espécies de *Sphaerophragmium* e também ausência de urédias em várias espécies.

O gênero *Sphaerophragmium* está filogeneticamente próximo dos outros membros da família Sphaerophragmiaceae, a saber: *Triphragmium*, *Triphragmiopsis*, *Nyssopsora* e

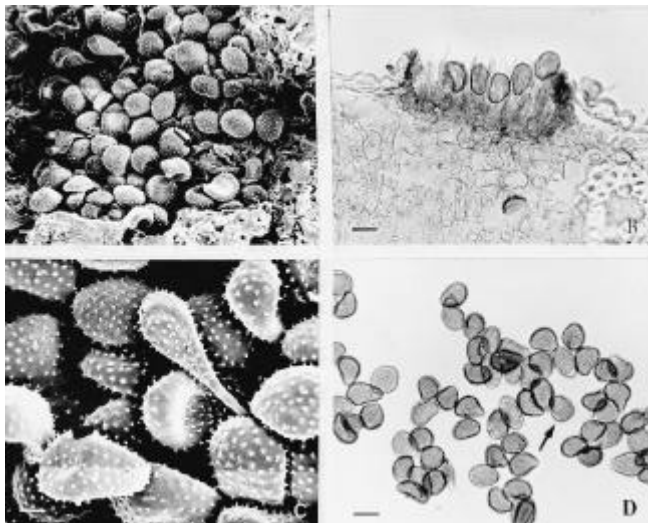


FIG. 5 - A-D. *Sphaerophragmium acaciae* sobre *Albizia lebbek*. A - Urédio subepidérmico irrompente, visto ao MEV mostrando paráfises (seta) e urediniósporos equinulados; B - Corte de urédio parafisado visto ao MO; C - Urediniósporos equinulados visto ao MEV; D - Urediniósporos vistos ao MO, mostrando poros germinativos (seta). Barras: A, B e D = 20 μm ; C = 10 μm .

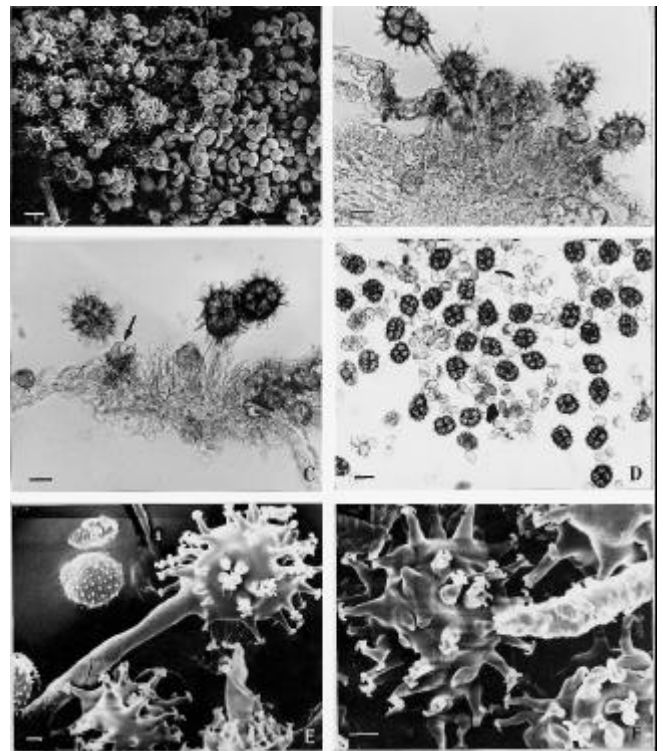


FIG. 6 - A-F. *Sphaerophragmium acaciae* sobre *Albizia lebbek*. A - Télios e urédio vistos ao MO mostrando teliósporos pedicelados e paráfises curtas (seta), recurvadas, vistas ao MEV, mostrando teliósporos tuberculados, com projeções furcadas ou ramificadas e urediniósporos equinulados; B - Corte de télios visto ao MO mostrando teliósporos pedicelados; C - Corte de télios visto ao MO mostrando paráfises curtas (seta), recurvadas e periféricas; D - Grupo de teliósporos e urediniósporos visto ao MO; E e F - Detalhe de teliósporos visto ao MEV, mostrando projeções ramificadas. Barras: A, B e D = 30 μm ; C = 20 μm ; E e F = 5 μm .

Haplophragmium, o único que ocorre em leguminosa, sendo que *Sphaerophragmium* afeta, além de leguminosas, membros da família Annonaceae. Somente *S. acaciae*, a espécie-tipo do gênero, foi conhecida até 1893, quando Dietel (1893) descreveu *S. dalbergiae* Diet. em *Dalbergia armata* E. Mey. Em 1909 foi descrita *S. mucunae* Racib. em *Mucuna* sp., coletada na Indonésia. Também *S. chevalieri* Har. & Pat. foi encontrada em Anonaceae (Lohsomboom *et al.* 1994). O primeiro tratamento sistemático do gênero foi o de Sydow & Sydow (1912) onde incluíram as quatro espécies previamente descritas e uma espécie nova, *S. debile* Syd. & Syd., sobre *Calliandra tweediei* Benth., considerada como sinonímia de *Spumula* Mains., gênero válido hoje. Após Sydow & Sydow (1912), mais 12 espécies foram descritas: *S. luzonicum* Yates, *S. silveirae* Speg., *S. clemensiae* Syd., *S. fimbriatum* Mains., *S. irregulares* Arth. & Cumm., *S. evernium* Syd., *S. boanense* Cumm., *S. artabtrydis* Doid., e *S. parkiae* Denn. Monson (1974) revisou o gênero e validou 16 espécies, reduzindo a espécie *S. millettiae* Vienn.-Bourg. a uma variedade de *S. fimbriatum*. Dessas espécies apenas duas não estão associadas a leguminosas, *S. artabtrydis* e *S. chevalieri*. Lohsomboom *et al.* (1994) e Yates (1918) observaram que *S. luzonicum* possuía um único poro germinativo e não formava paráfises no urédio, portanto esta espécie seria distinta de *S. acaciae*. Entretanto, Sydow (1922) examinou a espécie-tipo de *S. luzonicum* e encontrou paráfises periféricas hialinas e urediniósporos com quatro poros germinativos. Observações desses poros no urediniósporo baseados no exame de uma amostra em *Albizia saponaria* Bl. das Filipinas foram feitas por Arthur & Cummins (*apud* Lohsomboom *et al.*, 1994). Monson (1974), enfatizou as diferenças no comprimento do pedicelo, dimensão das projeções superficiais dos teliósporos e presença ou ausência de paráfises para separar *S. luzonicum* de *S. acaciae*. Os teliósporos de *S. luzonicum* com pedicelos e projeções não excedendo 8 μ m foram facilmente separados dos de *S. acaciae* com até 10 μ m de comprimento. Paráfises foram também vistas em *S. acaciae* sendo ausentes em *S. luzonicum*. Lohsomboom *et al.* (1994) examinaram os espécimens-tipo e não os puderam separar as duas espécies, mantendo *S. luzonicum* como sinônimo de *S. acaciae*. O desenvolvimento de tédio e teliósporos de *S. acaciae* em *Albizia lebbek* (L.) Benth. foi descrito em detalhe por Hiremath *et al.* (*apud* Lohsomboom *et al.* 1994).

A espécie estudada *S. acaciae* pode ser separada de *S. albizae* pela presença de paráfises periféricas nos soros, as quais são muito pequenas e curvadas, mas fáceis de serem vistas tanto ao MO quanto ao MEV, ao contrário de *S. albizae* que não apresenta paráfises nos soros. *Sphaerophragmium acaciae* apresenta projeções nos teliósporos que são tri ou tetrafurcadas, e os pedicelos são higroscópicos e dilatados na base, além de infetar somente *A. lebbek*. Por outro lado, as projeções dos teliósporos de *S. albizae* são obtusas, os pedicelos cilíndricos e lisos, além de ter sido relatada sobre *A. lebbekoides* (DC.) Benth., somente nas Filipinas. Portanto, as características da amostra estudada

se enquadram no conceito moderno de *S. acaciae* (Lohsomboom *et al.*, 1994).

Esalque holwayi (H. S. Jackson) J. F. Hennen, M. B. Figueiredo, et A. A. de Carvalho. Mycologia 92(2):312-316. 2000.

Espermogônios e écios não-vistos. **Urédios** anfigenos, subepidérmicos, irrompentes, principalmente hipófilos, pequenos (0,1-) 0,3 (-0,4 x (0,1-) 0,2 (-0,3) mm, parafisados (Figura 7 - A e C; Figura 8 - A). **Paráfises** abundantes, (22-) 28 (-37) x (5-) 6 (-7) μ m, curtas e arqueadas, periféricas; paredes marrom-douradas, 1 - 1,5 μ m de espessura (Figura 7 - D). **Urediniósporos** obovóides ou amplamente elipsóides, (14-) 18 (-23) x (9-) 12 (-14) μ m, equinulados, dois - três poros germinativos, equatoriais, unizonados; paredes hialinas, 1,5 - 2 μ m de espessura (Figura 8 - B, E e F). **Télios** como os urédios, mistos, marrom-escuros (Figura 8 - B, C e D). **Teliósporos** tricelulares, com duas células no topo, uma célula menor na base, espessados nos ângulos, (22-) 26 (-28) x (22-) 26 (-28) μ m.

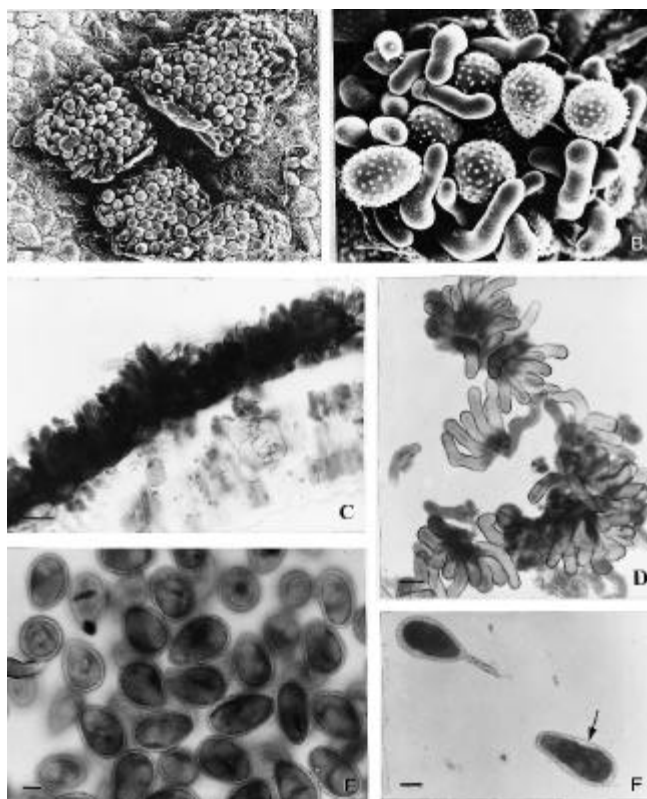


FIG. 7 - A-F. *Esalque holwayi* sobre *Caesalpinia leiostachya*. A - Conjunto de urédios subepidérmicos irrompentes vistos ao MEV; B - Urediniósporos e paráfises curvadas sobre os esporos, vistos ao MEV; C - Corte de urédio fortemente parafisado visto ao MO; D - Paráfises cilíndricas e curvadas vistas ao MO; E e F - Urediniósporos vistos ao MO, mostrando poros germinativos equatoriais (seta). Barras: A e D = 20 mm; B, E e F = 5 mm; C = 10 mm.

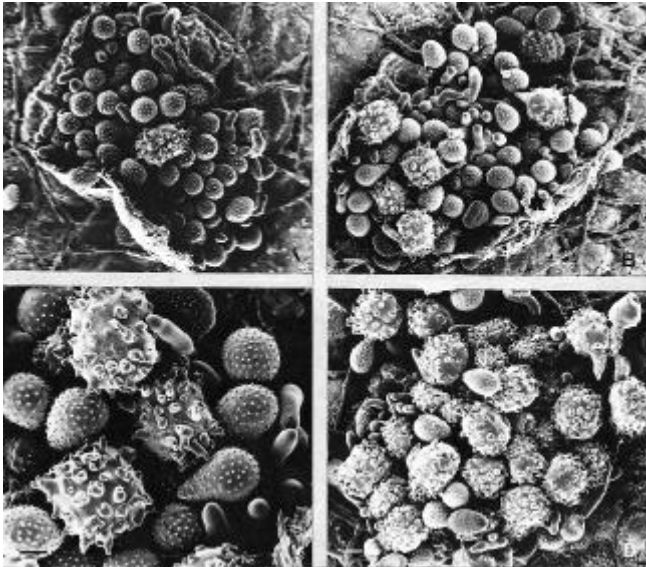


FIG. 8 - A-D. *Esalque holway* sobre *Caesalpinia leiostachya* vista ao MEV. A - Soro misto, predominantemente urediniosporos, parafisado, mostrando um grupo de urediniosporos e um teliósporo; B, C e D - Soros mistos parafisados, com número crescente de teliósporos tuberculados. Barras: A, B e D = 10 μ m; C = 5 μ m.

24 (-27) μ m, tuberculados, poros germinativos obscuros, pedicelados; paredes marrom-canela, 1 - 1,5 μ m de espessura; projeções ou tubérculos cônicos, cilíndricos, algumas vezes com pontas bifurcadas, 2 - 5 μ m de comprimento por 2 μ m de largura; pedicelos hialinos, 16 - 28 μ m de comprimento, conectados à porção mediana da célula basal (Figura 9 - A, B, C e D).

Espécimen examinado: em folhas de *Caesalpinia leiostachya* Ducke.: Campus da UnB, próximo à concha acústica, Brasília, DF, 11 maio 1997, leg. D.V. Rezende 29, UB (col. micol.) 14235.

Jackson (1931) nomeou *Triactella holwayi* H. S. Jackson com base na espécimen coleta por Holway na Tijuca, Rio de Janeiro em dezembro de 1921, sobre *Cassia* sp. (Leguminosae). Hennen *et al.* (2000) comparam suas coletas com a amostra de Holway, concluindo que o hospedeiro é na verdade *Caesalpinia* sp. Jackson (1931) seguiu a classificação de Dietel (1928) para o gênero, onde *Triactella* ocorre em Leguminosae e *Triphragmium* infeta *Filipendula* sp., uma Rosaceae. Dietel (1928) considerou também erroneamente que *Triactella* teria teliósporos com uma célula basal e duas apicais.

Segundo Hennen *et al.* (2000), quando Sydow & Petrak (1931) transferiram *Triphragmium pulchrum* Raciborski para *Haplophragmium* sp. como *H. pulchrum* (Raciborski) H. Sydow, eles não consideraram *Triactella* como um novo gênero baseado na mesma espécie. Com base em *T. holwayi* eles estabeleceram o novo gênero *Esalque* mantendo o fungo segregado de *Triphragmium*, apesar da grande semelhança

entre os dois gêneros. A literatura não relata a presença de espermogônio e écio em *T. holwayi*.

Hennen *et al.* (2000) não observaram também poros germinativos ou fendas nas coleções deles, mas eles suspeitaram existir fendas nos teliósporos, o que colocaria *T. holwayi* na família Raveneliaceae, porque vários gêneros nesta família têm fendas (Lopez & Hennen, 1989; *apud* Hennen *et al.* 2000) mas por outro lado, a morfologia de *T. holwayi* é semelhante á de *Triphragmium* embora ela não apresente poros germinativos nos teliósporos e sua ocorrência seja somente na região neotropical. A descoberta da fase espermogonial desta ferrugem seria interessante para definir sua relação filogenética com *Triphragmium*.

***Uredo* sp. sobre *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.**

Urédios (0,7-) 1,0 (-1,7) x (-0,6) 0,9 (-1,0) mm formando grandes pústulas de cor laranja apenas em vagens verdes, subepidérmicas, irrompentes, pulverulentas, parafisadas (Figura 10 A, B e C). **Paráfises** finas, cilíndricas, clavadas, himeniais, presentes em urédias tardias. **Urediniosporos** oblongos a piriformes, (21-) 24 (-30) x (11-) 12 (-14) μ m, equinulados, quatro poros germinativos, equatoriais, unizonados, gutulados (Figura 10 - D).

Espécimen examinado: em vagens verdes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.: Campus UnB, Próximo à Faculdade de Tecnologia, 29 ago. 1996, leg. D.V. Rezende 25, UB (col. micol.) 12902.

Sobre leguminosas do gênero *Caesalpinia* no Brasil ocorrem as seguintes espécies de Uredinales: *Anthomyces brasiliensis* Diet., em *Caesalpinia* sp.; *Ravenelia corbuloides*

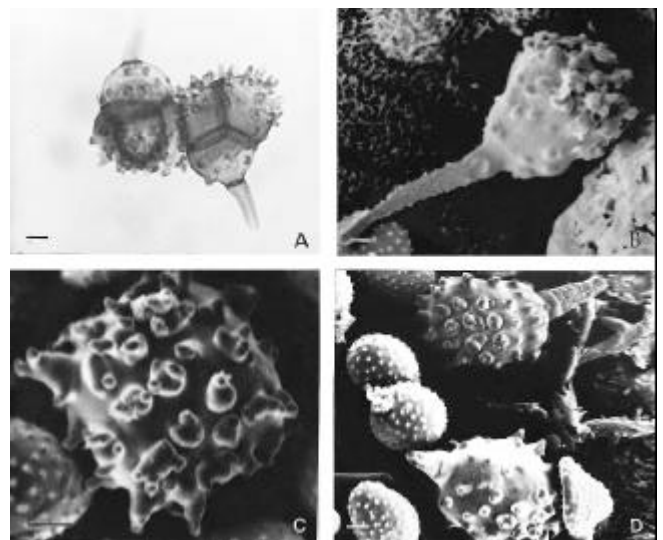


FIG. 9 - A-D *Esalque holwayi* sobre *Caesalpinia leiostachya*. A - Teliósporos vistos ao MO, mostrando uma célula basal ligada ao pedicelo e duas células apicais, todas tuberculadas; B - Detalhe do teliósporo, com pedicelo longo, rugoso visto ao MEV; C e D - Teliósporos vistos ao MEV, mostrando tubérculos cônicos ou ramificados. Barras: A, B, C e D = 5 μ m.

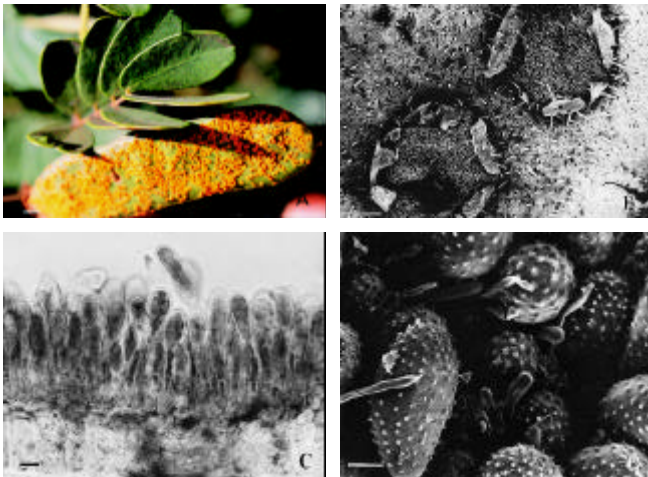


FIG. 10 - A-D. *Uredo* sp. sobre *Caesalpinia ferrea*. A - Urédios subepidérmicos exclusivamente em vagens verdes. B - Urédios vistos ao MEV. C - Corte de urédio visto ao MO, mostrando a ontogenia de urediniósporos. D - Urediniósporos e paráfises vistos ao MEV. Barras: A = 500 μ m; B = 20 μ m; C e D = 5 μ m.

Henn. & Cumm. sobre *C. bracteosa*; *R. cohniana* Henn. sobre *Caesalpinia* sp.; *R. pileolarioides* Syd. sobre *Caesalpinia* sp. e *Esalque holwayi* (H.S. Jackson), J.F. Hennen, M.B. Figueiredo, et A.A. Carvalho. em *C. leiostachya* Ducke (Hennen et al. 2000). Comparações das descrições de urédio de cada espécie acima, mostraram que *Uredo* sp. em *C. ferrea* não apresenta semelhanças com nenhuma delas. Os urédios de *A. brasiliensis*, *R. pileolarioides* e *T. holwayi* ocorrem em folíolos e apresentam paráfises curvadas, periféricas, além de urediniósporos com morfologia e número de poros germinativos muito diferentes. *Ravenelia cohniana* P. Henn. possui urédios aparafisados, esporos de dimensões diferentes, além de ocorrer em folíolos. No caso de *Uredo* sp. encontrada em *C. ferrea*, as pústulas ocorrem inicialmente em vagens verdes, tenras, aumentando o diâmetro à medida que as vagens amadurecem, porém não há formação de galhas. Os pedicelos dos urediniósporos são muito curtos com paráfises himeniais da mesma altura dos urediniósporos, sendo vistas claramente em MEV (Figura 10 - D). Comparações deste anamorfo com os descritos por Buriticá & Hennen (1991) e Ono et al. (1992) para Phakopsoraceae, mostram que a espécie em estudo é diferente do gênero *Malupa*, *Macabuna*, *Peridipes* e outras já discutidas, porque o urédio da espécie em *C. ferrea* não apresenta perídio e nem paráfises. Os urediniósporos são pedicelados, piriformes, de dimensões diferentes, fortemente pigmentados, gutulados, com quatro poros germinativos. Entretanto, existe um gênero teleomórfico, *Lipocystis* Cummins (Cummins, 1937), cujo anamorfo se aproxima desta espécie. *Lipocystis caesalpiniae* (Arth.) Cumm. (= *Uromyces caesalpiniae* Arth.) ocorre no leste da Índia em *Mimosa* sp. A espécie é autoécia e macrocíclica. O anamorfo de *Uredo* sp. em *C. ferrea* assemelha-se ao de *Lipocystis* por apresentar

urediniósporos pigmentados (de cor laranja), gutulados, equinulados, suportados por pedicelos curtos, espessos, alinhados na superfície do hospedeiro.

Por outro lado, a espécie de *Uredo* em *C. ferrea* tem urédio subepidérmico e não subcuticular e com paráfises clavadas como em *Lipocystis*.

As seguintes espécies foram relatadas como parasitas de *Caesalpinia* spp.: *Anthomyces brasiliensis* Diet., *Ravenelia cohniana* P. Henn., *R. pileolarioides* Syd., *E holwayi* (H.S. Jackson) J.F. Hennen, M.B. Figueiredo, et. A.A. de Carvalho. *R. corbuloides* Hennen & Cumm., *R. humphreyana* P. Henn. e *R. humphreyana* P. Henn. var. *inconspicua* (Arth.) Hennen & Cumm. Como a morfologia da fase uredínica de todas as espécies descritas parasitas em *Caesalpinia* spp. difere da espécie ora descrita, concluiu-se que esta é uma nova espécie de *Uredo*.

Uromyces neurocarpi Diet. Hedwigia 34:292. 1895.

Sinonímias: *Uromyces rostratus* P. Henn., Hedwigia 35:227. 1896. *Uromyces insularis* Arth., Bull. Torrey Bot. Club 33:515. 1906.

Espermogônios anfígenos, grupo V, tipo 4, associados a écios, formando pequenas galhas (Figura 11 - A e B). **Écios** uredinóides (0,2-) 0,4 (-0,6) x (0,2-) 0,3 (-0,5) mm, anfígenos em grupos, formando círculos ao redor dos espermogônios (Figura 11 - D). **Eciósporos** (19-) 22 (-25) x (19-) 21 (-25) μ m, globóides a ovóides, equinulados, marrom-amarelados, lisos ao redor dos poros germinativos, parede com 2,5 - 3 μ m, dois poros germinativos, equatoriais e um apical, (Figura 11 - D). **Urédios** (38-) 74 (-100) x (38-) 50 (-88) μ m, anfígenos sendo a maioria hipófilo, subepidérmicos, irrompentes,

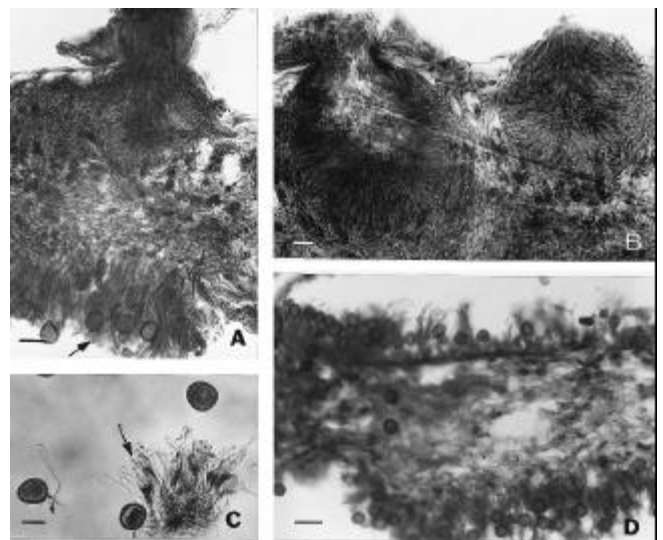


FIG. 11 - A-D. *Uromyces neurocarpi* sobre *Clitoria laurifolia*. A e B - Espermogônios associados a écio uredinóide (seta) vistos ao MO; C - Eciósporos e paráfises (setas) vistos ao MO; D - Écio uredinóide anfigeno em tecido hipertrofiado. Barras: A e D = 30 μ m; B = 10 μ m; C = 20 μ m.

pulverulentos, marrom-dourados (Figura 12 - A e B). **Urediniósporos** (20-) 22 (-25) x (17-) 20 (-25) μm , triangulares, maioria globóides, marrom-dourados, equinulados, exceto ao redor dos poros germinativos, parede 1 - 1,5 μm , dois poros germinativos equatoriais e um apical (Figura 12 - C, D, E e F). **Télios** (18-) 19 (-62) x (12-) 32 (-50) μm , anfígenos, maioria hipófilo, pequenos em relação aos uredídeos (Figura 13 - A e B). **Teliósporos** (24-) 30 (-35) x (12-) 15 (-18) μm , hialinos com paredes esverdeadas, lisas, 0,5 - 1 μm de espessura nos lados e até 3 μm no ápice, germinação sem dormência, pedicelados (Figura 13 - C, D e E). **Pedicelos** 15 - 40 μm , longos, dilatados na base do esporo ou curtos.

Espécimens examinados: em folhas vivas de *Clitoria laurifolia* Poir (= *Neurocarpum cajanifolium* Presl., = *Clitoria cajanifolia* (Presl.) Benth.): praia de Itamambuca, Ubatuba, São Paulo, SP, 5 jan. 1992, leg. J.C. Dianese 1578, UB (col.

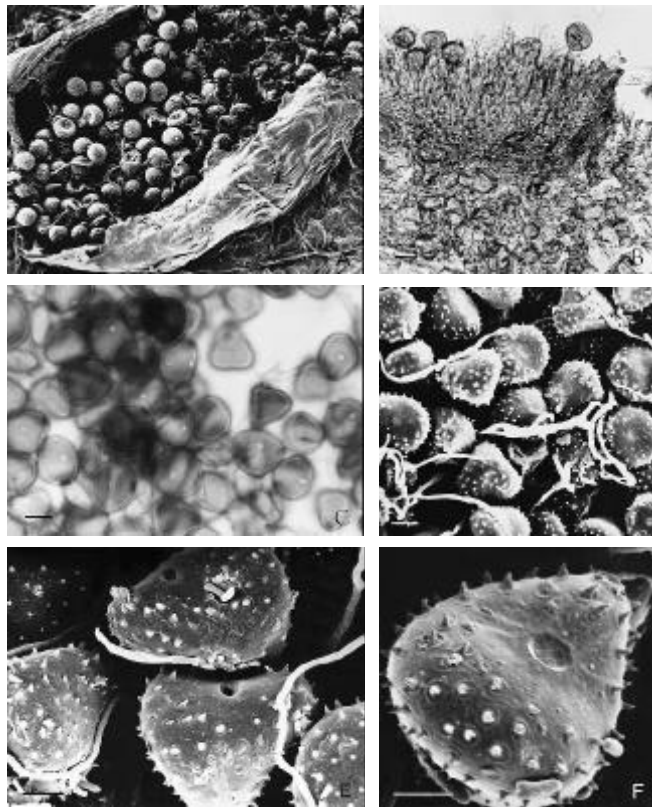


FIG. 12 - A-F. *Uromyces neurocarpi* sobre *Clitoria laurifolia*. A - Uredídeo subepidérmico irrompente visto ao MEV; B - Corte de uredídeo visto ao MO, mostrando urediniósporos e paráfises cilíndricas (seta); C - Urediniósporos triangulares ou ovóides, mostrando poros germinativos (seta), vistos ao MO; D e E - Urediniósporos triangulares equinulados na parte dorsal e lisos ao redor dos poros germinativos, vistos ao MEV; F - Urediniósporos visto ao MEV mostrando poro germinativo equatorial. Barras: A e B = 20 μm ; C, D, E e F = 10 μm .

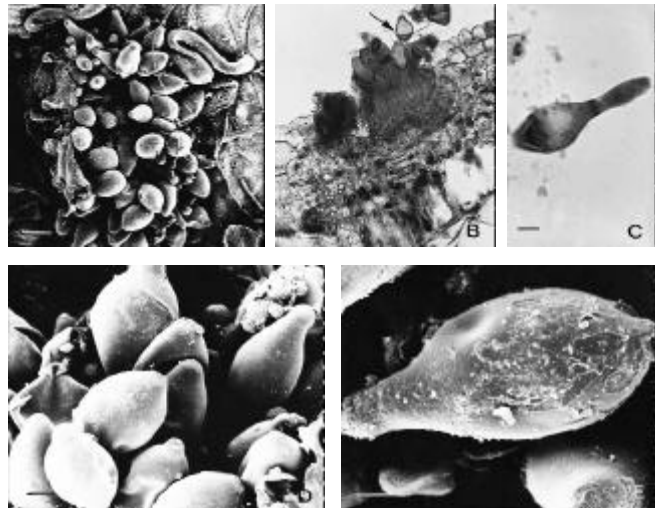


FIG. 13 - A-D. *Uromyces neurocarpi* sobre *Clitoria laurifolia*. A - Télios visto ao MEV; B - Corte de télios ao MO, mostrando teliósporo germinando (seta); C - Teliósporo em início de germinação (seta) visto ao MO; D e E - Teliósporos lisos vistos ao MEV, mostrando poros germinativos apicais (seta). Barras: A e B = 20 μm ; C = 10 μm ; D e E = 5 μm .

micol.) 2327; praia de Itamambuca, Ubatuba, São Paulo, SP, 04 ago. 1997, leg. J.C. Dianese 3274, UB (col. micol.) 14824; Fazenda Bolandeira, Município de Una, BA, perto da entrada da ilha Comandatuba, 26 ago. 1995, leg. M. Sanchez 1168, UB (col. micol.) 9891; em folhas vivas de *Galactia peduncularis* (Benth.) Taub.: Estação Ecológica das Águas Emendadas, Planaltina, DF, 27 fev. 1997, leg. M. Sanchez 13573, UB (col. micol.) 2359; Estação Ecológica das Águas Emendadas, Planaltina, DF, 15 maio. 1998, leg. M. Sanchez 3295, UB (col. micol.) 16123.

A espécie-tipo *U. neurocarpi*, foi coletada por Lhotsky no Estado da Bahia e descrita por Dietel (1895) (*apud* Almeida, 1975), ocorrendo em *C. laurifolia* Benth. Viégas (1945) descreveu o mesmo fungo em *C. rubiginosa* Jussieu ex. Fr. em Minas Gerais e Almeida (1975) o redescreveu com base em seu holótipo. Os écios e eciosporos no material ora estudado são anfígenos e maiores do que uredídeos e télios, porém Almeida (1975) refere-se aos espermogônios como epífilos e aos écios hipófilos.

Os teliósporos são lisos em desacordo com Almeida (1975) que os descreveu como verrugosos e raramente lisos, além disso, menores do que os referidos na descrição original. A razão para diferenças nas medidas dos teliósporos de *U. neurocarpi* pode ser devido à germinação dos teliósporos sem dormência e ainda presos às télias. Com isso ocorre o alongamento e entumescimento do ápice do teliósporo iniciando a formação do metabasídio, assim alterando a forma do teliósporo levando a medições incorretas baseadas no esporo em início de germinação. Os pedicelos dos teliósporos dos espécimens de *U. neurocarpi* são longos, hialinos e medindo até 50 μm de comprimento por 2 - 3 μm de diâmetro,

não sendo curtos e decíduos como descrito por Almeida (1975).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.T. A Taxonomic Analysis of the Species of *Uromyces* on Legumes in Brazil. (Ph.D. Thesis). Michigan. University of Arizona. 1975.
- ARTHUR, J.C. Uredinales, *Ravenelia ingae*. North American Flora 7:132. 1907
- ARTHUR, J.C. Manual of the rusts in United States and Canada. Purdue Research Foundation. Lafayette. 1934.
- BRUZESSE, E. & HASAN, S. A whole leaf clearing and staining technique for host specificity studies of rust fungi. Plant Pathology 32:335-338. 1983.
- BURITICÁ, P. Família Phakopsoraceae (Uredinales). (Ph.D. Thesis). West Lafayette. Purdue University. 1991.
- CUMMINS, G.B. The genus *Dicheirinia*. Mycologia 27:151-159. 1935.
- CUMMINS, G.B. Descriptions of tropical rusts. Bulletin of the Torrey Botanical Club 64:39. 1937.
- CUMMINS, G.B. Descriptions of tropical rusts-IX. Bulletin of the Torrey Botanical Club 87:31-45. 1960.
- CUMMINS, G.B. & HIRATSUKA, Y. Illustrated Genera of Rust Fungi. Revised edn. The American Phytopathological Society of Minnesota U.S.A. 1983.
- CUMMINS, G.B. & HIRATSUKA, Y. Families of Uredinales. Reporter of the Tottori Mycological Institute 22:191-208. 1984.
- DIETEL, P. *Sphaeriohragmium dalbergiae* n. sp. Hedwigia 32:30. 1893.
- DIETEL, P. Die Gattung *Ravenelia*. Hedwigia 33:22-69. 1894.
- DIETEL, P. Reihe Uredinales. Gy Engler v. Prantl. Die Natürlichen Pflanzenfamilien 6:24-175. 1928
- HENNEN, J.F. & CUMMINS, G.B. New species and nomenclature of *Ravenelia* in Neotropica. Reporter of the Tottori Mycological Institute 28:1-14. 1990.
- HENNEN, J.F., FIGUEIREDO, M.B. & CARVALHO JR., A.A. *Esalque holwayi* gen. et comb. nov., a rust of Brazilian ironwood (*Caesalpinia* species). Mycologia 92:312-316. 2000.
- HENNEN, J.F., HENNEN, M.M. & FIGUEIREDO, M.B. Índice das Ferrugens (Uredinales) do Brasil. Arquivos do Instituto Biológico (supl. 1). 1982.
- HENNINGS, P. Fungi goyasenses. Hedwigia 34:88-116. 1895.
- HENNINGS, P. Fungi bahienses a cl. E. Ule Collecti. Hedwigia 47:266-270. 1908.
- JACKSON, H. S. The rusts of South America based on the Holway Collections III. Mycologia 23:96-116. 1931.
- LINDQUIST, J.C. *Diorchidiella*, un nuevo genero de Uredinales. Darwiana 11:416. 1957.
- LINDQUIST, J.C. & COSTA NETO. Uredinales do Rio Grande do Sul (Brasil). Rev. de la Facultad de Agronomia, Universidad Nacional de la Plata 39:111-152. 1963.
- LOHSOMBOON, P., KAKISHIMA, M. & ONO, Y. A monograph of *Sphaerophragmium* (Uredinales). Mycological Research 98:907-919. 1994.
- MILESI, M. & TRAVERSA, G.B. Saggio di una monografia del genere *Triphragmium*. Annales Micologici 2:143-156. 1904.
- MONOSON, H.L. The genus *Sphaerophragmium*. Mycologia 66:791-802. 1974.
- ONO, Y; BURITICÁ, P. & HENNEN, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. Mycological Research 96:825-850. 1992.
- REZENDE, D.V. & FERREIRA, F.A. Ferrugens em essências nativas do Planalto Central ainda não relatadas no Brasil. Fitopatologia Brasileira 16:57. 1991. (Resumo)
- SYDOW, H. Bemerkungen zu einer anzahl in letzter zeit als new beschriebener pilze der Philippinen-Inseln. Annales Micologici 20:66-73. 1922.
- SYDOW, P. & SYDOW, H. Novae fungorum species - VIII. Ann. Mycol. 10:405-410. 1912.
- SYDOW, P. & SYDOW, H. Monografia Uredinearum Vol. 3. Fratres Borntraeger. Leipsig. 1915.
- VIÉGAS, A.P. Alguns fungos do Brasil IV - Uredinales. Braganthia 5:1-144. 1945.
- YATES, H.S. Some recently collected Philippine fungi II. Philipp. Journal Scientific of Botany 8:379-380. 1918.