

ASPECTOS RELEVANTES PARA O CONHECIMENTO DE *Cephaleuros* sp.: MORFOLOGIA, FISIOLOGIA E ECOLOGIA

Camila Vilela Vasconcelos¹; Fabíola Teodoro Pereira²; Daniel Diego Costa Carvalho³

SAP 12449 Data envio: 11/07/2015 Data do aceite: 10/09/2015

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 3, jul./set., p. 228-235, 2016

RESUMO - Esta revisão objetivou realizar um levantamento sobre algas parasitas de plantas, principalmente o gênero *Cephaleuros* sp., enfocando os aspectos mais relevantes: morfologia, fisiologia e ecologia. As algas da família Trentepohliaceae possuem seis gêneros, sendo *Cephaleuros* de grande importância, por ser parasita de plantas e causar manchas foliares alaranjadas ou ferruginosas com textura de feltro, principalmente na parte basal das plantas. A caracterização morfológica de *Cephaleuros* sp. é frequentemente realizada para identificação, sendo que existe uma falta de padronização dos caracteres que necessitam ser mensurados. Há dificuldade no cultivo da alga em meio de cultura devido a um conhecimento nutricional limitado e de sua fisiologia de crescimento. A reprodução assexuada de organismos da família Trentepohliaceae é por zoósporos quadriflagelados produzidos em esporângio. Temperatura e umidade elevadas são ideais para o rompimento da membrana envoltória do esporângio e liberação dos zoósporos no ambiente. O manejo deste patógeno consiste na integração de medidas culturais com o uso de fungicidas.

Palavras-chave: algas parasitas de plantas, epidemiologia, mancha de algas, taxonomia.

RELEVANT ASPECTS TO THE KNOWLEDGE OF Cephaleuros sp.: MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

ABSTRACT - This review aimed to perform a survey about plant parasitic algae, mainly the genus *Cephaleuros* sp., focusing on the most relevant aspects: morphology, physiology and ecology. Algae of Trentepohliaceae family has six genus, being *Cephaleuros* sp. of great importance for being parasites of plants and cause orange or ferruginous leaf spots with felt texture, mainly in the basal part of the plants. The morphological characterization of *Cephaleuros* sp. is frequently performed for identification, but there is a lack of standardization of characters that need to be measured. There is a difficulty in the cultivation of algae in culture medium due to limited nutrition knowledge and its growth physiology. The asexual reproduction of Trentepohliaceae family organisms is by four-flagellate zoospores produced in sporangia. High temperature and humidity are ideal for breaking the envelope membrane of sporangia and release of zoospores in the environment. The management of this pathogen consists of integrating cultural methods with the use of fungicides.

Key words: plant parasitic algae, epidemiology, algal spot, taxonomy.

INTRODUÇÃO

As algas parasitas de plantas compreendem um grupo à parte em se tratando de agentes fitopatogênicos. Pouco estudadas no Brasil, estas algas têm entre suas principais espécies, *Cephaleuros virescens* e *C. parasiticus* (AGRIOS, 2005). O microrganismo *Cephaleuros* sp. é uma alga verde do reino Archaeplastida, filo Chlorophyta, classe Ulvophyceae, ordem Trentepohliales, família Trentepohliaceae, que parasita diversas plantas hospedeiras causando a doença conhecida como mancha de algas, a qual ocorre em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, entre as latitudes 32° Norte e 32° Sul (SUTO; OHTANI, 2009; MALAGI et al., 2011), desde que a temperatura e a umidade sejam adequadas para o seu crescimento e reprodução (NELSON, 2008). Algumas das

plantas economicamente mais importantes atacadas por algas verdes são o abacate, chá, café, cacau, pimenta, citros, caju e manga (AGRIOS, 2005; KIMATI et al., 2005). Nas culturas atacadas, o patógeno é mais frequente em condições de temperatura e umidade elevadas, ocorrendo principalmente nas folhas mais sombreadas da planta (PONMURUGAN et al., 2010). As manchas circulares de coloração alaranjada e textura semelhante a feltro, com o tempo, tendem a se expandir, apresentando superfície lisa e de coloração pardo-acinzentada, ocupando um grande volume foliar (PONMURUGAN et al., 2009; HAN et al., 2011). Como consequência do grande volume foliar ocupado, os danos causados são advindos da redução da área fotossintética das folhas (PONMURUGAN et al., 2007; MALAGI et al., 2011).

¹Mestranda em Produção Vegetal, Bolsista FAPEG, Universidade Estadual de Goiás, UEG, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri, Goiás, Brasil. E-mail: camilavilela85@yahoo.com.br

²Graduanda do Curso de Agronomia, UEG. E-mail: fabii.teodoro@yahoo.com.br

³Dr., Professor do Curso de Agronomia, UEG. E-mail: daniel.carvalho@ueg.br. *Autor para correspondência

A doença conhecida como mancha de algas ou ferrugem vermelha causa graves problemas em plantações de chá (*Camellia sinensis*), em diversos países como Índia, Bangladesh, Sri Lanka, China, Japão e Quênia, podendo até inviabilizar o plantio em áreas infestadas (RAMYA et al., 2013). No Brasil, Malagi et al. (2011) relataram a ocorrência da alga em folhas de laranja-doce (*Citrus sinensis* Osbeck), de tangerina montenegrina (*Citrus reticulata* Blanco) e de eima (*Citrus limetta* Risso), com a presença de manchas de cor vermelho-laranja, espalhadas homogeneamente por toda a extensão do limbo foliar, as quais podem causar danos à cultura, comprometendo a qualidade e o volume de produção.

Nesse contexto, conhecer as doenças das plantas é importante quando se pensa na adoção de medidas de manejo integrado e no aumento da produtividade. Para tanto, é necessária a correta identificação do patógeno, a qual consiste no primeiro passo em direção ao posterior manejo da doença por ele causada (VASCONCELOS et al., 2014). Além disso, existe uma considerável demanda por novos estudos envolvendo a morfologia, fisiologia, sintomatologia, epidemiologia e controle de algas parasitas de plantas, a exemplo de *Cephaleuros* sp.

DESENVOLVIMENTO

Posicionamento taxonômico e ocorrências

As algas são frequentemente consideradas protistas com cloroplastos e podem ser unicelulares com formação de colônias, ou multicelulares de vida livre, ambas com clorofila b (AGRIOS, 2005). A ordem das algas verdes Trentepohliales (Chlorophyta) consiste de uma única família, a Trentepohliaceae, com seis gêneros. Embora existam dúvidas sobre a qual classe a família Trentepohliaceae pertença, estudos moleculares apontam que ela é Ulvophyceae (LÓPEZ-BAUTISTA et al., 2003; SUTO; OHTANI, 2009). As algas da família Trentepohliaceae não são aquáticas, como a maioria, mas sim subaéreas, crescendo em solos úmidos, rochas, casca de árvores, folhas, caules e frutos (LÓPEZ-BAUTISTA et al., 2002). Algumas espécies são endofíticas, outras parasitárias, enquanto outras crescem em estreita associação com fungos, formando líquens (CHAPMAN; WATERS, 2002). As células são uni ou multinucleadas, com vários cloroplastos parietais que podem ser discóides ou em forma de banda, às vezes aparecendo reticulados (LÓPEZ-BAUTISTA et al., 2002).

A alga *Cephaleuros* sp., formada por 17 espécies (*C. aucubae*, *C. diffusus*, *C. drouetii*, *C. endophyticus*, *C. expansa*, *C. henningsii*, *C. japonicus*, *C. karstenii*, *C. lagerheimii*, *C. microcellularis*, *C. solutus*, *C. tumidaecerdas*, *C. virescens*, *C. biolophus*, *C. minimus*, *C. parasiticus*, *C. pilosa*) (BROOKS et al., 2015), consiste em filamentos ramificados, livres ou em coalescência, os quais formam discos irregulares que crescem por baixo da cutícula e da epiderme de folhas de plantas superiores e causam manchas foliares, e em caules de mais de 200 espécies de plantas, principalmente nos trópicos (AGRIOS, 2005; LÓPEZ-BAUTISTA, 2006). *Cephaleuros* sp. normalmente é relatada como uma epífita

obrigatória e pode ser também parasitária (LÓPEZ-BAUTISTA et al., 2002).

O primeiro trabalho desenvolvido no Brasil foi o de Batista e Lima (1949), os quais listaram 448 hospedeiros do gênero *Cephaleuros*, porém não verificaram os danos causados por essas algas em seus hospedeiros. Akiyama (1971) fez um estudo taxonômico de algas da família Trentepohliaceae, em São Paulo, e citou uma chave de identificação que considerou a existência de quatro gêneros (*Cephaleuros*, *Trentepohlia*, *Stomatochroon* e *Phycopeltis*). Porém, encontrou apenas espécies de *Trentepohlia* e *Phycopeltis*, e descreveu uma chave de identificação para espécies de *Trentepohlia* existentes no Brasil.

Brooks (2004), em estudo realizado no ano de 2002 na ilha de Tutuila (Samoa Americana), analisou 146 espécies de hospedeiros e identificou algas da família Trentepohliaceae: cinco espécies de *Cephaleuros* (*C. expansa*; *C. karstenii*; *C. minimus*; *C. parasiticus* e *C. virescens*), duas de *Phycopeltis* (*P. epiphyton* e *P. irregulares*) e duas de *Stomatochroon* (*S. coalitum* e *S. consociatum*). Das cinco espécies de *Cephaleuros* identificadas, *C. virescens* foi a mais prevalente, seguida por *C. parasiticus*. Esse autor também estudou a patogenicidade de *Cephaleuros*, em que o percentual de área foliar coberta por *Cephaleuros* spp. variou entre as espécies hospedeiras: 66% das infecções foram leves, 25% moderadas, e 9% intensas, sendo que, das infecções associadas com *C. virescens*, 29% foram moderadas e 9% intensas. Segundo Farr e Rossman (2015), 106 pesquisadores relataram a ocorrência da alga em diversas espécies de hospedeiros, em que cinco espécies de *Cephaleuros* sp. (*C. lagerheimii*, *C. minimus*, *C. mycoidea*, *C. parasiticus* e *C. virescens*) foram identificadas como ocorrentes em 68 espécies de hospedeiros. Desse total, foram registradas duas espécies de plantas hospedeiras de *C. lagerheimii*, quatro de *C. minimus*, seis de *C. mycoidea*, seis de *C. parasiticus* e 50 de *C. virescens*. Quanto à *Mangifera indica*, foram registradas três ocorrências de *C. virescens*. Para exemplificar, podem-se citar alguns trabalhos recentes em diversos países e plantas cultivadas, enfocando *Cephaleuros* spp (Tabela 1).

Caracterização micromorfológica

Em se tratando de estudos morfológicos de microrganismos, principalmente focados na caracterização e taxonomia de diversos grupos, a exemplo dos microfungos, são medidos os esporos e demais estruturas propagativas em suas dimensões, tais como comprimento e largura (CARVALHO et al., 2008). Assim, para organismos de outros grupos, existem outras estruturas de propagação importantes para a taxonomia, como os esporângios das algas e dos organismos do reino Chromista (LÓPEZ-BAUTISTA et al., 2002) e, fundamentalmente, as dimensões são mensuradas de forma similar aos fungos do reino Fungi. Especificamente, em estudos sobre as características morfológicas das estruturas do agente causal, a alga *Cephaleuros* é comumente caracterizada através do número de esporângios por esporângióforo (Figuras 1A e 1B), medindo também o

Aspectos relevantes para o conhecimento...

VASCONCELOS, C. V. et al. (2016)

comprimento e largura do esporângio. Malagi et al. (2011) verificaram esporângios apresentando dimensões de 19,6 µm x 20 µm, e em cada esporangióforo foi constatada uma média de três a quatro esporângios. Dentre outros componentes avaliados, destacam-se os esporangióforos, os quais podem ser solitários (Figuras 1A e 1B) ou se apresentar em forma de tufos (Figura 1C), mensurando-se também seu comprimento e largura (HAN et al., 2011).

Segundo Quezada-Gutiérrez et al. (2009), nas folhas da mangueira, os esporângios de *C. virescens* encontrados apresentaram a forma oval (Figura 1D) com valores de 25-35 µm x 17,5-27,5 µm. É importante salientar que nem todos os caracteres morfológicos são completamente avaliados em cada estudo publicado, isto é, existe uma falta de padronização dos caracteres que necessitam ser mensurados.

TABELA 1. Alguns exemplos de trabalhos recentes com a alga *Cephaleuros* sp.

Espécie de alga	Hospedeiros	Características/Sintomas	Local	Referência
<i>Cephaleuros virescens</i>	<i>Citrus sinensis</i> , <i>C. reticulata</i> , <i>C. limetta</i>	Manchas de cor vermelho-laranja, de aspecto ferruginosa, salientes sobre o limbo, com formatos arredondados e espalhadas homoganeamente por toda a extensão do limbo. As manchas mais velhas apresentam uma aparência lisa acinzentada, sendo facilmente destacadas do limbo.	Paraná, Brasil	Malagi et al. (2011)
<i>Cephaleuros virescens</i>	<i>Ficus benghalensis</i>	Manchas foliares aparecem na superfície superior da folha, geralmente achatadas, texturizadas, aveludadas em caso de crescimento ativo, de cor marrom claro ou ferruginosas.	Yogin, Coréia	Han et al. (2011)
<i>Cephaleuros aucubae</i>	<i>Aucuba japonica</i>	Espécie subcuticular concentrando-se principalmente entre a cutícula e a epiderme do hospedeiro. Tufos de esporangióforos com esporângios são produzidos na superfície superior da folha.		
<i>Cephaleuros biolophus</i>	<i>Myrica rubra</i>	Causa dano intercelular e necrose translaminar, que aparece como manchas circulares arroxeadas ou pretas na superfície inferior ou superior das folhas, além de destruir o mesofilo das folhas e provocar rachaduras da epiderme de ambas as superfícies foliares.	Matsue, Japão	Suto e Ohtani (2011)
<i>Cephaleuros microcellularis</i>	<i>Symplocos lucida</i>	Espécie subcuticular concentrando-se principalmente entre a cutícula e a epiderme do hospedeiro. Tufos de esporangióforos com esporângios são produzidos na superfície superior da folha.		
<i>Cephaleuros parasiticus</i>	<i>Camellia sinensis</i>	Manchas circulares verde-acinzentadas que, eventualmente, evoluem para manchas ferruginosas com uma profusão de esporos e filamentos microscópicos.	Tamil Nadu, Índia	Ramya et al. (2013)
<i>Cephaleuros virescens</i>	<i>Polyalthia longifolia</i>	Discos com margens crenadas, com 1-7 mm (principalmente 3-4 mm) de diâmetro, 15-50 µm de altura, cor verde-oliva. Não ocorre lesões na superfície inferior da folha. Em folhas jovens, uma mancha púrpura circular em torno da lesão ocorre na superfície superior e inferior. Em folhas velhas, uma mancha amarela circular ocorre na superfície inferior da folha. Tufos de esporangióforos com esporângios são produzidos na superfície superior da folha.	Tamil Nadu, Índia	Suto et al. (2014)
<i>Cephaleuros parasiticus</i>	<i>Syzygium aromaticum</i>	As lesões são caracterizadas por manchas mais ou menos circulares, de 1-5 mm de diâmetro, marrom-avermelhada com uma margem roxa. As lesões desenvolvem para dentro do tecido da folha a partir da superfície superior até a superfície inferior. Tufos de esporangióforos com esporângios são produzidos na superfície inferior da folha.	Kerala, Índia	

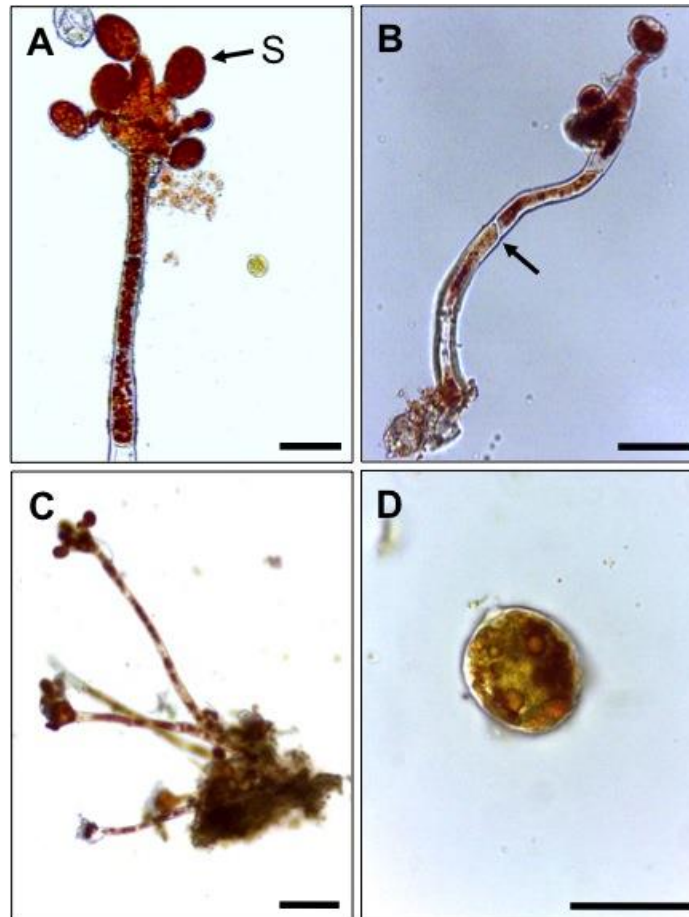


FIGURA 1 - Características micromorfológicas de *Cephaleuros virescens*. A) esporangióforo solitário com seis esporângios (S); B) esporangióforo solitário (seta mostra septo visível); C) esporangióforo ocorrendo em forma de tufo; D) esporângio em maior detalhe. Barras (A, B, C e D: 29; 32; 62 e 26,5 μm , respectivamente). Foto: Camila Vilela Vasconcelos.

Isolamento e cultivo *in vitro*

A falha frequente na obtenção de um bom rendimento nos cultivos de algas parasitas de plantas em meio de cultura pode ser devido a um conhecimento limitado das necessidades nutricionais desse organismo, visto que meios contendo carbono e nitrato são os mais apropriados para o crescimento das algas (PONMURUGAN et al., 2010). Malagi et al. (2011), por exemplo, não obtiveram sucesso na multiplicação de *C. virescens* em meio de cultura BSA (Batata-Sacarose-Ágar). No entanto, Ponmurugan et al. (2010) ao testarem diversos tipos de meios obtiveram bons resultados com os meios sintéticos Trebouxia (composto principalmente por peptona proteose) e Bristol (composto principalmente por extrato de solo), e com um meio de cultura natural feito a partir do extrato da folha da planta hospedeira. Segundo Suto e Ohtani (2011), as colônias de cinco espécies do gênero *Cephaleuros* avaliadas apresentaram uma aparência suave e em forma de flocos, com filamentos aéreos de coloração amarelo claro em meio Básico de Bold modificado [MBB - contendo g L^{-1} : 25 g NaNO_3 ; 2,5 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 7,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 7,5 g K_2HPO_4 ; 17,5 g KH_2PO_4 ; 2,5 g NaCl ; 50,0 g EDTA ; 31,0 g KOH ; 4,98 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 11,42 g H_3BO_3 ; 1 ml H_2SO_4 ; solução de micronutrientes contendo g L^{-1} : 8,82 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1,44

g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 0,71 g MoO_3 ; 1,57 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 0,49 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; preparado com 10 mL das soluções 1 a 6, 940 mL de água destilada, 1 mL das soluções 7 a 12 e 22 g de ágar], e filamentos aéreos verde amarelados em meio cenoura-ágar - CA (composto principalmente por macro, micronutrientes e vitaminas), enquanto que o crescimento filamentosos foi fino e solto em MBB e grosso e compacto em meio CA. Outra dificuldade encontrada por alguns autores foi a obtenção de esporângios, os quais dificilmente são encontrados em formas de cultivo *in vitro* (SUTO; OHTANI, 2011).

Sintomatologia em plantas hospedeiras

Em se tratando dos sintomas, as manchas (Figura 2A) são distribuídas por todo o limbo foliar, apresentando um formato circular, de coloração alaranjada ou ferruginosa, e de aspecto saliente, semelhante a feltro e com o tempo tendem a se expandir, apresentando superfície lisa e de coloração pardo-acinzentada, ocupando um grande volume foliar (KIMATI et al., 2005; QUEZADA-GUTIÉRREZ et al., 2009). Como consequência do grande volume foliar ocupado, os danos causados são advindos da redução da área fotossintética das folhas (PONMURUGAN et al., 2007; MALAGI et al., 2011).

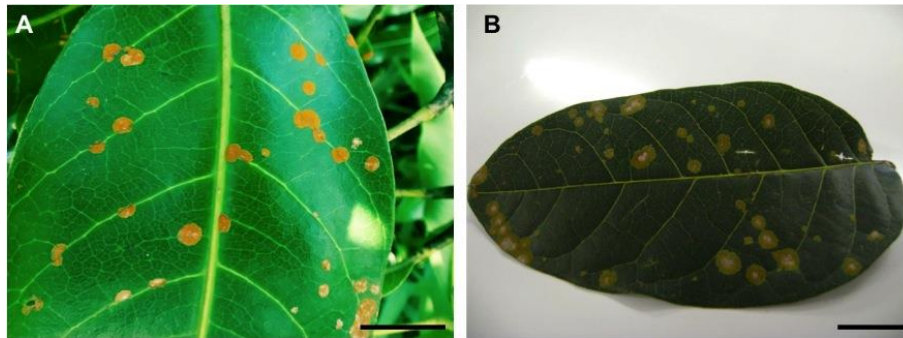


FIGURA 2 - Lesões causadas por *Cephaleuros virescens* com aspecto saliente e de formato arredondado. A) folha de mangueira (*Mangifera indica*) exibindo lesões de coloração alaranjada; B) folha de mogno (*Swietenia macrophylla*) exibindo lesões de coloração verde-oliva. Barras (A e B: 1,5 e 1,4 cm, respectivamente). Foto: Fabíola Teodoro Pereira.

A mancha de algas ocorre principalmente nas folhas mais sombreadas, podendo também causar desfolhamento extensivo, redução da qualidade do fruto, perda da colheita, necrose tecidual e redução do vigor das plantas (NELSON, 2008).

Nas folhas, o talo micelial forma discos mais ou menos circulares com margem crenada, 1-7 mm (principalmente 3-4 mm) de diâmetro, 15-50 µm de altura, na cor verde-oliva (Figura 2B). Em folhas jovens, uma mancha púrpura circular ocorre em torno do talo na superfície superior e também na superfície inferior oposta. Nas folhas velhas, embora nenhuma mancha ocorra em torno do talo, uma mancha amarela circular ocorre na superfície inferior da folha (SUTO et al., 2014).

Cephaleuros virescens é um parasita subcuticular, sendo que a necrose das células do hospedeiro é observada apenas nas células epidérmicas e paliádicas. As lesões ocorrem apenas na face superior da folha de onde emergem os esporângios (NELSON, 2008). Em *C. parasiticus*, as lesões se desenvolvem no tecido da folha a partir da superfície superior até a superfície inferior, e cada ponto é visível em ambas as superfícies, possuem esporangióforos projetados, principalmente, a partir da

superfície inferior da folha e raramente a partir da superfície superior, o talo vegetativo cresce subepidêrmicamente, além disso, a necrose das células no hospedeiro é observada em todo o tecido foliar (SUTO et al., 2014).

Ciclo de vida de *Cephaleuros* sp.

Nelson (2008) estudou *C. virescens* e *C. parasiticus* em folhas de goiabeira (*Psidium guajava*), abacateiro (*Indicus persica*) e magnólia (*Magnolia liliflora*) no Havaí, e observou o ciclo de vida das algas, assim como a influência destas nas folhas e nos frutos de goiabeira. O ciclo de vida de *Cephaleuros* ainda não está bem elucidado (GUIRY; GUIRY, 2014). Assim, sabe-se que a reprodução assexuada (Figura 4) da família Trentepohliaceae é por zoósporos quadriflagelados, os quais são produzidos no esporângio que, com sua célula suspensora (SC), forma uma estrutura que é única para esta família de algas, o esporangiato lateral (SL) (Figura 3). Quando úmidos, os esporângios incham e estouram para libertar os zoósporos que podem ser carregados pelo vento, água da chuva ou irrigação (THOMPSON; WUJEK, 1997; NELSON, 2008).

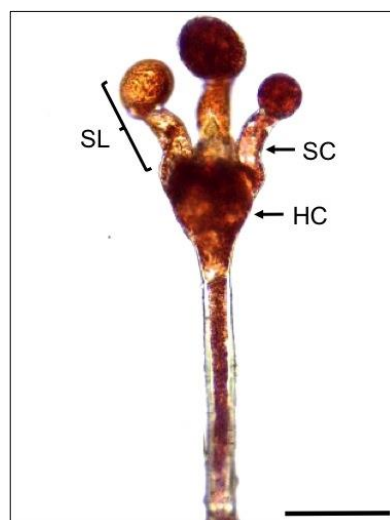


FIGURA 3 - Estrutura relacionada à reprodução assexuada de *Cephaleuros* sp. Os zoósporos são produzidos no esporângio, o qual é sustentado por uma célula suspensora (SC), gerando uma estrutura que é única para esta família de algas, o esporangiato lateral (SL). Essas estruturas são sustentadas pela célula cabeça (HC). Barra corresponde a 40 µm. Foto: Camila Vilela Vasconcelos.

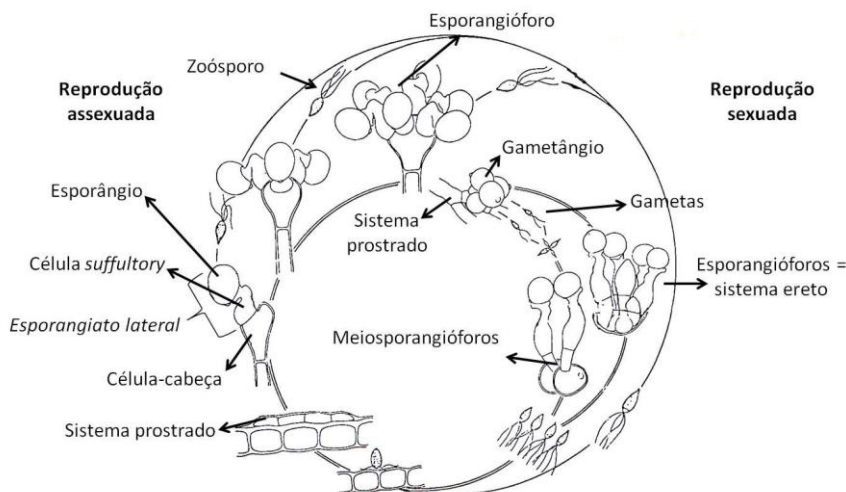


FIGURA 4 - Ciclo de vida de *Cephaleuros*. Adaptado de Thompson e Wujek (1997).

A reprodução sexuada (Figura 4) ocorre por fusão de isogametas biflagelados que são produzidos dentro de um gametângio sésil, sendo que a fertilização pode ocorrer dentro ou fora do gametângio. Como no esporângio, os gametângios têm uma área que funciona como poro papilar para liberar os gametas. Em seguida, o zigoto germina e produz um esporófito anão que desenvolve pequenos esporângios anões (microesporângios ou meiosporângios), que voltam a produzir quatro ou oito zoósporos quadriflagelados (microzoósporos ou meiozoósporos). A meiose provavelmente ocorre no esporângio anão (SUTO et al., 2014).

Epidemiologia

Como já foi mencionado em itens anteriores, no interior dos esporângios, formam-se numerosos zoósporos quadriflagelados, os quais são disseminados pelo vento e pela água (KIMATI et al., 2005). Assim, a mancha de algas ocorre frequentemente em condições de temperatura e umidade elevadas, solos mal drenados, ar estagnado, em culturas com alta densidade populacional e com deficiência nutricional (NELSON, 2008). Segundo Vieira Júnior et al. (2010), nos períodos mais secos, a doença tende a desaparecer por completo, ressurgindo no período de chuva seguinte. Períodos chuvosos com temperatura variando de 28 a 32 °C são ideais para que a membrana envoltória dos esporângios se rompa, facilitando a dispersão dos zoósporos pelo vento e estes podem infectar novas folhas, brotos e frutos de plantas (KIMATI et al., 2005). Na maturidade, os esporângios podem ser transportados pelo vento, sendo este o principal meio de dispersão dos esporos. Chuva, movimentos da água e insetos também podem desalojar e mover esporângios na superfície da planta ou de planta para planta (THOMPSON; WUJEK, 1997). Suto e Ohtani (2013) verificaram a liberação de gametas e zoósporos de 2 a 5 minutos depois de colocar pedaços de folha com lesões em água. Embora a maioria dos relatos indicarem que somente a água é necessária para liberar os zoósporos, os autores observaram que alguma forma de perturbação física (mecânica) é exigida.

Suto e Ohtani (2013) observaram que lesões apareceram nas folhas de várias plantas lenhosas a partir de agosto, e continuaram a desenvolver, em geral, de abril a setembro, do ano seguinte, no estado de Matsue, Japão. Gametângios e esporângios amadureceram em folhas de dois e três anos de idade. Os zoósporos foram liberados em *C. biolophus*, *C. japonicus*, e *C. virescens* em amostras coletadas a partir de meados de maio a início de agosto. Os gametas não se uniram, mas germinaram como os zoósporos, para produzir novos esporângios. Após a infecção com zoósporos e gametas, que se comportam como esporos assexuais, as lesões tornaram-se evidentes em 2-5 meses após a infecção e gametas e zoósporos foram produzidos no talo desenvolvido ou lesões no ano seguinte. Foi completado um ciclo de infecção por ano na área de estudo.

Poucos estudos envolvendo a epidemiologia da doença foram realizados, não havendo estudos aprofundados sobre disseminação do patógeno e padrão de lesões em muitas culturas de importância econômica. Segundo Rivero e Castellano (2004), com o avanço de uma epidemia de mancha de algas, os prejuízos já se mostram com 10% da área foliar lesionada, sendo que com 50% há uma perda na produção de 28%, no caso de árvores frutíferas. De acordo com os mesmos, é necessário o controle de *C. virescens* no início do seu estabelecimento na cultura atacada, pois a situação se agrava com mais de 50% de infestação das folhas.

Controle

Para o manejo da mancha de algas, Nelson (2008) sugere integrar uma combinação das seguintes medidas: (1) retirar as folhas doentes e caídas no solo, (2) realizar podas frequentes para reduzir a umidade relativa e microclima favorável, (3) melhorar a fertilidade e a drenagem do solo, (4) selecionar locais de plantio desfavoráveis à ocorrência, onde se tenha chuvas moderadas, (4) aumentar o espaçamento e realizar o desbaste entre plantas para aumentar a aeração e a exposição à luz, e, (5) o uso de fungicidas.

Ramya et al. (2013) testaram diversos fungicidas para controle de *C. parasiticus* em plantações de chá

Aspectos relevantes para o conhecimento...

(*Camellia sinsensis*), tais como (Mancozeb, oxicloreto de cobre, carbendazim e hexaconazol), algicidas (Algaenzol, Algaenzine) e agentes de biocontrole (*Pseudomonas fluorescense*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma atroviridae*, *T. harzianum*, *Streptomyces sannanensis* e *S. griseus*) e revelaram que os fungicidas conferiram proteção significativa para as plantas quando comparados com agentes de biocontrole, seguido de algicidas. Entre os produtos testados, o fungicida sistêmico carbendazim proporcionou 63,4% de inibição do desenvolvimento da doença, seguido por contaf (59,6%). Entre os fungicidas de contato, o oxicloreto de cobre obteve o melhor desempenho (54,8%). Os algicidas, algaenzol e algaenzine foram ineficazes (28,6% e 29,2% de controle, respectivamente). Os agentes de biocontrole foram moderadamente eficazes, proporcionando, em média, 44,4% de controle.

CONCLUSÕES

1 - As algas da família Trentepohliaceae são subaéreas e possuem seis gêneros, sendo *Cephaleuros* de grande importância por causar manchas foliares em uma diversidade de plantas superiores.

2 - Para caracterização micromorfológica de *Cephaleuros* sp. é frequentemente realizada a mensuração do comprimento e largura dos esporângios e esporângióforos. No entanto, existe uma falta de padronização dos caracteres que necessitam ser mensurados.

3 - O cultivo de algas parasitas em meio de cultura é difícil devido a um conhecimento limitado da fisiologia do organismo. Outra dificuldade é a formação *in vitro* de esporângios.

4 - *Cephaleuros* sp. causa manchas distribuídas por todo o limbo foliar, apresentando um formato circular, de coloração alaranjada ou ferruginosa, e de aspecto saliente, que se expandem e tornam-se acinzentadas com o tempo. A espécie *C. virescens* é menos agressiva que *C. parasiticus*.

5 - A reprodução assexuada da família Trentepohliaceae ocorre por zoósporos quadriflagelados produzidos no esporângio, enquanto que a reprodução sexuada ocorre por fusão de isogametas biflagelados, produzidos em um gametângio.

6 - As condições propícias para ocorrência da mancha de algas são temperatura e umidade elevadas em culturas com alta densidade populacional e com deficiência nutricional.

7 - Para o controle de mancha de algas recomenda-se a integração de medidas culturais e químicas, em que os fungicidas estudados até o momento, são, em geral, mais eficazes que algicidas e agentes de biocontrole.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de uma bolsa de mestrado e a Universidade Estadual de Goiás (UEG) por uma bolsa de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5.ed. Oxford, UK: Academic Press Publications, 2005. 719-722p.
- AKIYAMA, M. On some brazilian species of Trentepohliaceae. **Natural Science**, Wuhan, v.5, p.81-95, 1971.
- BATISTA, A.C.; LIMA, D.A. **Host list of the alga, Cephaleuros mycoidea Karsten, in Pernambuco**. Pernambuco: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, v.16, p.32-46, 1949 (Boletim Técnico).
- BROOKS, F.E. Plant-parasitic Algae (Chlorophyta: Trentepohliales) in American Samoa. **Pacific Science**, Honolulu, v.58, n.3, p.419-428, 2004.
- BROOKS, F.E.; RINDI, F.; SUTO, Y.; OHTANI, S.; GREEN, M. The Trentepohliales (Ulvoophyceae, Chlorophyta): an unusual algal order and its novel plant pathogen-*Cephaleuros*. **Plant Disease**, v.99, n.6, p.740-753, 2015.
- CARVALHO, D.D.C.; ALVES, E.; BATISTA, T.R.S.; CAMARGOS, R.B.; LOPES, E.A.G.L. Comparison of methodologies for conidia production by *Alternaria alternata* from citrus. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.39, p.792-798, 2008.
- CHAPMAN, R.L.; WATERS, D.A. Lichenization of the Trentepohliales. In: SECKBACH, J. (ed.). **Symbiosis**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002. p.359-371.
- FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. **Fungus-host distributions**. Fungal databases, United States, 10 fev. 2015. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldbases/>>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. *Cephaleuros* Kunze ex E.M. Fries, 1832. AlgaeBase, National University of Ireland, Galway, 19 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em: 19 nov. 2014.
- HAN, K.; PARK, M.; PARK, J.; SHIN, H. First report of algal leaf spot associated with *Cephaleuros virescens* on greenhouse grown *Ficus benghalensis* in Korea. **Australasian Plant Disease Notes**, Adelaide, v.6, p.72-73, 2011.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. v.2. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 663p.
- LÓPEZ-BAUTISTA, J.M.; CHAPMAN, R.L. Phylogenetic affinities of the Trentepohliales inferred from small-subunit rDNA. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Reading, v.53, p.2099-2106, 2003.
- LÓPEZ-BAUTISTA, J.M.; RINDI, F.; GUIRY, M.D. Molecular systematics of the subaerial green algal order Trentepohliales: an assessment based on morphological and molecular data. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Reading, v.56, n.7, p.1709-1715, 2006.
- LÓPEZ-BAUTISTA, J.M.; WATERS, D.A.; CHAPMAN, R.L. **The Trentepohliales revisited**. Constancea, University of California, Berkeley, 2002. Disponível em: <http://ucjeps.berkeley.edu/constancea/83/lopez_et_al/trentepohliales.html>. Acesso em: 20 nov. 2014.
- MALAGI, G.; SANTOS, I.; MAZARO, S.M.; GUGINSKI, C.A. Detection of algal leaf spot (*Cephaleuros virescens* Kunze) in *Citrus* in Paraná State. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.148-152, 2011.
- NELSON, S.C. *Cephaleuros* species, the plant-parasitic green Algae. **Plant Disease**, Honolulu, v.43, p.1-6, 2008.
- PONMURUGAN, P.; BABY, U.I.; RAJKUMAR, R. Growth, photosynthetic and biochemical responses of tea cultivars infected with various diseases. **Photosynthetica**, Praga, v.45, n.1, p.143-146, 2007.
- PONMURUGAN, P.; SARAVANAN, D.; RAMYA, M. Culture and biochemical analysis of a tea algal pathogen, *Cephaleuros parasiticus*. **Journal of Phycology**, Malden, v.46, n.5, p.1017-1023, 2010.
- PONMURUGAN, P.; SARAVANAN, D.; RAMYA, M.; SRINIVASAN, T.R.; BABY, U.U.; AJAY, D. Studies on *Cephaleuros parasiticus* Karst, a pathogenic alga causing red rust disease in tea plantations. **Journal of Plantation Crops**, Kerala, v.37, p.70-73, 2009.

Aspectos relevantes para o conhecimento...

VASCONCELOS, C. V. et al. (2016)

- QUEZADA-GUTIÉRREZ, M.D.C.; DÍAZ-CELAYA, M.; DEL ROSARIO, M.; CIPRIANO, G.; RODRÍGUEZ-ALVARADO, G.; FERNÁNDEZ-PAVÍA, S.P. Mancha algal en guayabo (*Psidium guajava* L.) y mango (*Mangifera indica* L.) ocasionada por *Cephaleuros virescens* en Michoacán, México. **Biológicas**, San Nicolás de Hidalgo, v.11, n.1, p.87-92, 2009.
- RAMYA, M.; PONMURUGAN, P.; SARAVANAN, D. Management of *Cephaleuros parasiticus* Karst (Trentepohliales: Trentepohliaceae), an algal pathogen of tea plant, *Camellia sinensis* (L) (O. Kuntze). **Crop Protection**, Oxford, v.44, p.66-74, 2013.
- RIVERO, T.; CASTELLANOS, L. Estudio de la nocividad del alga *Cephaleuros virescens* Kunze. **Fitosanidad**, v.8, n.2, p.41-43, 2004.
- SUTO, Y.; GANESAN, E.K.; WEST, J.A. Comparative observations on *Cephaleuros parasiticus* and *C. virescens* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from India. **Algae**, Seul, v.29, n.2, p.121-126, 2014.
- SUTO, Y.; OHTANI, S. Morphological features and chromosome numbers in cultures of five *Cephaleuros species* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from Japan. **Phycological Research**, Hoboken, v.59, n.1, p.42-51, 2011.
- SUTO, Y.; OHTANI, S. Morphology and taxonomy of five *Cephaleuros species* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from Japan, including three new species. **Phycologia**, Lawrence, v.48, n.4, p.213-236, 2009.
- SUTO, Y.; OHTANI, S. Seasonal development of five *Cephaleuros species* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) on the leaves of woody plants and the behaviors of their gametes and zoospores. **Phycological Research**, Hoboken, v.61, n.2, p.105-115, 2013.
- THOMPSON, R.H.; WUJEK, D. **Trentepohliales: Cephaleuros, Phycopeltis, and Stomatochroon** - Morphology, taxonomy and ecology. United States of America: Science Publishers, 1997. 149p.
- VASCONCELOS, C.V.; SILVA, D.C.; CARVALHO, D.D.C. Ocorrência de *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. em tubérculos de batata, no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.2, p.219-222, 2014.
- VIEIRA JÚNIOR, J.R.; FERNANDES, C.D.F.; ANTUNES JÚNIOR, H.; SILVA, D.S.G.; LIMA, R.F.; SOUZA, M.F.; LOPES, P.M. **Ocorrência da mancha-de-alga ou falsa ferrugem (*Cephaleuros virescens* (Kunze) ex Fries) em plantios de urucum (*Bixa olerana* L.) no Estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010 (Comunicado Técnico, 359). 4p.