

O GÊNERO *MYZOCYTIOPSIS* (OOMYCOTA) NO ESTADO DO PIAUÍ: NOVOS REGISTROS PARA O BRASIL

JOSÉ DE RIBAMAR DE SOUSA ROCHA^{1*}, FRANCYNARA PONTES ROCHA² & JOSEANE LUSTOSA MACHADO²

¹Docente do Departamento de Biologia, Centro de Ciências da Natureza e do Programa de Pós graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, Universidade Federal do Piauí

²Discente do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, Universidade Federal do Piauí

*Autor para correspondência: ribamar10@hotmail.com

Recebido em 02 de fevereiro de 2016. Aceito 05 em agosto de 2016. Publicado em 31 de março de 2017.

RESUMO - Organismos que compõem o plâncton e o perifiton são potenciais hospedeiros de vários ecto e endoparasitas. O parasitismo é um tipo de relação ecológica comum nos diversos ambientes da natureza e particularmente importante nestas relações. Em algumas situações, um número significativo desses organismos pode atuar como parasitas, alterando a densidade, sobrevivência, fecundidade, vida útil dos hospedeiros e índice de crescimento das populações. Muitos desses patógenos pertencem ao filo Oomycota. *Myzocytiopsis* são oomicetos parasitas de nematoides, rotíferos e anfípodes. Observações de plâncton cultivado com substratos orgânicos (celulósicos, queratinosos e quitinosos) e solo diluído de três municípios do Estado do Piauí, permitiram registrar espécimes de oomicetos parasitando nematoides e rotíferos. Este trabalho se constitui no primeiro estudo de parasitas zoospóricos heterotróficos de zooplâncton no Estado, relatando a ocorrência das seguintes espécies *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) M. W. Dick, *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick e *Myzocytiopsis* sp, observadas parasitando nematoides (*Rhabditis* sp), e de *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, parasitando rotíferos (*Lecane* sp). Os relatos são novos registros de *Myzocytiopsis* para o Brasil.

Palavras-chave: BIODIVERSIDADE; PARASITAS DE NEMATOIDES; ORGANISMOS ZOOSPÓRICOS HETEROTRÓFICOS; ROTÍFEROS.

THE GENUS *MYZOCYTIOPSIS* (OOMYCOTA) IN PIAUÍ STATE: NEW RECORDS IN BRAZIL

ABSTRACT - Organisms that comprise the plankton and periphyton are potential hosts of various ecto-and endoparasites. The parasitism is a very common ecological relationship in several natural environments; being particularly important in such relationships. In some situations; a significant number of these organisms can act as parasites; changing the density; survival; fecundity; hosts' life; and population growth rate. Many of these pathogens belong to the phylum Oomycota. *Myzocytiopsis* is a parasitic oomycete of nematodes; rotifers and amphipods. Observations of plankton cultivated in organic substrates (cellulosics; keratinous and chitinous) and diluted soil; from three municipalities of Piauí State; allowed to record specimens of oomycetes parasitizing nematodes and rotifers. This is the first study on heterotrophic zoosporic parasites of zooplankton; carried out in Piauí State; reporting the occurrence of the following species: *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) M. W. Dick; *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick; *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick and *Myzocytiopsis* sp; parasitizing nematodes (*Rhabditis* sp); and *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick; which was observed parasitizing rotifers (*Lecane* sp). These are new records of *Myzocytiopsis* in Brazil.

KEYWORDS: BIODIVERSITY; NEMATODE PARASITE; HETEROTROPHIC ZOOSPORIC ORGANISMS; ROTIFERS

EL GÉNERO *MYZOCYTIOPSIS* (OOMYCOTA) EN PIAUÍ: NUEVOS REGISTROS PARA BRASIL

RESUMEN - Organismos que componen el plancton y perifiton son hospederos potenciales de varios ecto y endoparásitos. El parasitismo es un tipo muy común de relación ecológica en los diferentes ambientes de la naturaleza y es particularmente importante en estas relaciones. En algunas situaciones; un número significativo de estos organismos puede actuar como parásitos; alterando la densidad; la supervivencia; la fecundidad; la vida de los hospederos y la tasa de crecimiento de la población. Muchos de estos patógenos pertenecen al filo Oomycota. *Myzocytiopsis* son oomicetos parásitos de nematodos; rotíferos y anfípodos. Con la observación de plancton cultivado con sustratos orgánicos (de celulosa; de quitina y de queratina) y suelo diluido; proveniente de tres municipios del estado de Piauí; se registraron varios especímenes de oomicetos que parasitan nematodos y rotíferos. Este trabajo constituye el primer estudio sobre parásitos heterótrofos zoospóricos de zooplancton en el estado de Piauí; informando de la presencia de las siguientes especies: *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) M. W. Dick; *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick; *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick y *Myzocytiopsis* sp; las cuales parasitaban a los nematodos (*Rhabditis* sp); y *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick; parasitando rotíferos (*Lecane* sp). Estos resultados son nuevos registros de *Myzocytiopsis* en Brasil.

PALABRAS CLAVE: BIODIVERSIDAD; NEMATODOS PARÁSITOS; ORGANISMOS HETERÓTROFOS ZOOSPÓRICOS; ROTÍFEROS.

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são ecologicamente influenciados pela ação dos fungos, bactérias e organismos osmotróficos heterotróficos. Eles decompõem os substratos orgânicos disponíveis nos corpos d'água e são fontes de alimento para numerosos invertebrados (Voronin 2008), apresentam enzimas que mineralizam a matéria orgânica de origem animal ou vegetal, como fonte de carbono e de energia (Barron 2003). A composição dessas comunidades é afetada por fatores bióticos e abióticos e está em contínuas e dinâmicas mudanças, ocorrendo uma complexa interação de organismos intra e interespecífica (Glockling e Beakes 2000).

Organismos que compõem o plâncton e o perifiton são potenciais hospedeiros de vários ecto e endoparasitas. O parasitismo é um tipo de relação ecológica muito comum nos diversos ambientes da natureza e particularmente importante nestas relações (Lafferty et al. 2006, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013). Em algumas situações, um número significativo desses organismos pode atuar como parasitas (Dick 2001a, 2001b), alterando a densidade, sobrevivência, fecundidade, vida útil dos hospedeiros e índice de crescimento das populações (Mirakle 1977, Thomas et al. 2011).

Muitos desses patógenos pertencem ao Filo Oomycota e constituem um grupo pouco conhecido, apresentam um ciclo de vida complexo que inclui produção de zoósporos, que infectam os organismos hospedeiros. Estes parasitas são holocárpicos e infectam, na maioria das vezes, nematoides e rotíferos em habitats ricos em matéria orgânica e onde populações desses hospedeiros são altas (Glockling e Beakes 2000).

O primeiro parasita zoospórico de nematoide foi descrito por Zopf (1884) e inserido em *Myzocytiium* Schenk, gênero estabelecido para parasitas de algas (Schenk 1858). Este oomiceto descrito como *M. proliferum* var. *vermicola* Zopf, posteriormente, foi elevado ao binômio com a denominação de *M. vermicola* Zopf, por Fischer (1892).

Historicamente, a maioria dos parasitas biflagelados de nematoides e de rotíferos foi colocada nos gêneros *Myzocytiium* e *Lagenidium*, embora os critérios de distinção desses dois gêneros fossem mal definidos e frequentemente contraditórios (Sparrow 1973, Glockling e Beakes 2000, Blackwell et al. 2014). Desde o início, *Myzocytiium* tem sido confundido com *Lagenidium* e ambos já foram considerados no gênero *Pythium*. Todas as espécies parasitas biflageladas de nematoides e de rotíferos foram separadas daquelas espécies parasitas

biflageladas de algas por Dick (1997, 2001a), que segregou os parasitas de algas em *Myzocyttium* e reconheceu neste gênero apenas as espécies *M. proliferum* Schenk, *M. megastomum* De Wild., *M. rabenhorstii* (Zopf) Dick e *M. netrii* (Miller) Dick. A maioria das espécies de *Myzocyttium* e de *Lagenidium* parasitas de nematoides e de rotíferos foi segregada em um novo gênero, *Myzocytiopsis* Dick, e nova ordem, Myzocytiopsidales Dick, colocando *M. lenticularis* (Barron) M. W. Dick como espécie tipo. Myzocytiopsidales Dick é similar a Olpiopsidales Dick, mas são ordens distintas por apresentarem formas de zoósporos diferentes e a primeira ordem apresentar homotalismo e oósporos appleróticos (Dick 2001a).

Myzocytiopsis são organismos similares a *Myzocyttium* e parasitas de nematoides, rotíferos e anfípodas e que possuem zoosporogênese intraesporangial, sem produção de vesícula externa, embora um tubo de liberação externo possa ser formado (Blackwell et al. 2014). Estudos realizados por Glockling e Beakes (2006) sugerem que a família Myzocytiopsidaceae, como definida por Dick (2001a), seja um grupo heterogêneo mostrando convergência morfológica e que *Myzocytiopsis* seja improvável representar um grupamento natural dentro dos oomicetos (Glockling e Beakes 2000, 2006, Blackwell et al. 2014).

Recentemente, Beakes et al. (2014) em revisão taxonômica de oomicetos, propuseram Pythiaceae *s. lat.* na qual agregam três subclados. *Myzocytiopsis* (em parte) está incluso no subclado que agrupa organismos que apresentam talo semelhante a aqueles de *Lagenidium*. Este subclado agrupa também *Lagena* e *Gominocheate*.

Myzocytiopsis M. W. Dick apresenta um sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado, alongado, cilíndrico e contínuo quando jovem, com a maturidade tornando-se septado e com constrições; ocasionalmente reduzido a um ou dois segmentos. Os zoosporângios são desenvolvidos diretamente dos segmentos do talo, de formato oval, elipsoide, esférico, alongado ou cilíndrico, de aspecto hialino, parede lisa, com um ou dois tubos de liberação de variável comprimento projetando-se da superfície do hospedeiro. Zoósporos biflagelados. Os gametângios são formados por transformação dos segmentos do micélio, frequentemente estão localizados entre os zoosporângios. Anterídios usualmente do mesmo tamanho e forma do oogônio e alternando-se com estes. Oósporo esférico ou globoso com parede espessa lisa, estrelada ou esculpida, contendo um a vários glóbulos refrativos (Dick 2001a, 2001b).

A ocorrência desses organismos parasitas em diferentes habitats aquáticos de várias regiões geográficas do mundo tem sido estudada (Czeczuga e Muszynska 2004, Dick 1977, 2001a, 2001b, Kirk et al. 2008, Paliwal e Satis 2009, Glockling e Beakes 2006, Kiziewicz e Nalepa 2008, Godlewska et al. 2012, Kiziewicz 2012). Mas, apesar de desempenharem importantes processos ecológicos, como a competição por fontes nutritivas, fluxo de energia, dinâmica de populações, sucessão de espécies, o parasitismo em ambientes aquáticos ainda é menos conhecido que em ambientes terrestres (Hudson et al. 2006).

O relato da ocorrência de oomicetos holocárpico parasitas de organismos aquáticos é muito reduzido, possivelmente, devido à dependência hospedeiro-parasita (Glockling e Beakes 2000, 2006, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013). No Brasil, um dos motivos do pouco conhecimento desse tipo de organismos é que existem poucos especialistas no estudo dos mesmos (Maia e Carvalho 2016). No país é registrada a ocorrência de apenas duas espécies de *Myzocytiopsis*. Em Manaus, estado do Amazonas, Karling (1944) relatou a ocorrência de *M. microspora* (Karling) M. W. Dick (= *Myzocyttium microspora* Karling) e em São Paulo, estado de São Paulo, foi registrada a ocorrência de *M. humana* (Karling) M. W. Dick (Jesus et al. 2013).

No estado do Piauí, existem relatos sobre organismos zoospóricos heterotróficos de diversos táxons (Rocha et al. 2001, Rocha 2006, Pereira e Rocha 2008, Rocha et al. 2010a, 2010b, Rocha et al. 2014, Trindade-

Junior e Rocha 2013, Pires-Zottarelli e Rocha 2010, Rocha e Macêdo 2015, Rocha et al. 2016), mas nenhum estudo sobre *Myzocytiopsis*.

Este estudo teve por objetivo identificar parasitas zoospóricos heterotróficos de zooplâncton no Estado do Piauí, contribuindo para o conhecimento da distribuição geográfica desses organismos.

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de estudo

O primeiro estudo foi realizado no rio Poti, o mais importante afluente do rio Parnaíba, no perímetro do Parque Ambiental Floresta Fóssil, no município de Teresina, localizado nas coordenadas 5° 52' 66" S e 42° 47' 18" W; de agosto a dezembro de 2010. O município está localizado na região Centro-Norte do Piauí e apresenta vegetação típica do bioma cerrado e caatinga (IBGE 2016).

O segundo local de estudo foi o Açude Joana, principal manancial de abastecimento no município de Pedro II, localizado em 4° 25' 56" S e 41° 28' 09" W; de agosto a novembro de 2015. O município está inserido na microrregião de Campo Maior, a 220 Km Norte-Nordeste de Teresina, com sede localizada na Serra dos Matões a uma altitude de 603m. A vegetação predominante é de caatinga (IBGE 2016), com áreas de transição. Está inserido na bacia sedimentar do Parnaíba, apresentando solos arenosos, quartzosos de baixa fertilidade, com mineralização de opala, calcedônia, quartzo, hematita e barita. O principal curso de água do município é o rio Corrente que tem suas águas represadas pelo Açude Joana, com capacidade para 10,6 milhões de m³ (Aguiar e Gomes 2004a).

O terceiro local de estudo foi a Barragem do Bezerro, no município de José de Freitas, localizado em 4°45'21" S e 42° 34' 33" W; de janeiro a julho de 2016. O município de José de Freitas está localizado na microrregião de Teresina. Na região encontra-se vegetação típica de caatinga/cerrado de solos arenosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade. A barragem do Bezerro possui um volume de acumulação de água de 10.000.000m³, área inundada de 445 hectares, comprimento de 1.400 metros, altura máxima de seis metros e sangradouro com largura de 50 metros. Possui precipitação pluviométrica média anual de 1.400mm, com cerca de 5 a 6 meses chuvosos e o restante do período do ano de estação seca (Aguiar e Gomes 2004b).

Coletas de campo

Para estudo dos organismos zoospóricos heterotróficos parasitas de zooplâncton, amostras de água superficiais foram coletadas nas margens dos corpos d'água dos locais de pesquisa e depositadas em frascos de vidro (100 ml), juntamente com detritos vegetais e animais. Amostras de solo (200 g) foram coletadas das margens em saco de polietileno. Depois, acondicionadas em caixas para transporte. Após a coleta, o material foi levado ao Laboratório de Fungos e Organismos Zoospóricos (LFZ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) para processamento.

Estudos no laboratório

No laboratório, foram realizadas observações de zooplâncton cultivado com substratos orgânicos (celulósicos, queratinosos e quitinosos) e água e de plâncton cultivado com substratos orgânicos e solo diluído dos locais de estudo. De cada amostra de água, foram transferidos 30 ml para placas de Petri (100 x 20 mm), juntamente com os materiais orgânicos vegetais e animais. Das amostras de solo, 20 g foram transferidas para placas de petri (100 x 20 mm) e dissolvidas em 30 ml de água destilada esterilizada e, a seguir, decantadas por 30 min. Nas placas preparadas com amostras de água e de solo, foram adicionados substratos celulósicos (sementes de *sorgum* sp, palha de milho, celofane e epiderme de cebola), queratinosos (ecdise de cobra e cabelo) e quitinosos (asa de térmita), para degradação pelo plâncton como fonte de alimento no processo de nutrição.

Observação do zooplâncton em cultura

Após incubação por sete dias, em temperatura ambiente (30 – 32 °C), foram observadas, ao microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan), lâminas preparadas com água, material orgânico coletado e os substratos celulósicos, queratinosos e quitinosos para observação da comunidade zooplânctônica e verificação de parasitismo por oomicetos.

Estudo taxonômico e descrição dos espécimes

A identificação das espécies parasitas foi realizada consultando literatura especializada (Karling 1942, Johnson et al. 2005 e outros estudos atuais). Após, foram descritas, ilustradas em câmara clara acoplada ao microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan) e fotografadas (Nikon Coolpix-S4100). Os hospedeiros foram identificados em nível de gênero (Center for Freshwater Biology 2016). As descrições do desenvolvimento dos patógenos foram realizadas com observações aleatórias em sucessivas montagens de lâminas com material de culturas onde os hospedeiros eram abundantes e ocorria parasitismo por oomicetos. A classificação taxonômica utilizada foi a proposta por Beakes et al. (2014) e a abreviação dos nomes dos autores segundo o Index Fungorum (2016). Lâminas semipermanentes foram preparadas com azul de algodão, lactofenol e espécimes selecionados e depositadas na coleção do LFZ - UFPI. Manutenção das culturas em estoque foi realizada com populações de hospedeiros e de parasitas, após constatação de abundante produção de oósporos dos parasitas, em estufa com demanda de oxigênio, a 12 °C. A vida útil das culturas é por tempo indeterminado, dependendo da viabilidade dos oósporos preservados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a observação de zooplâncton das culturas de água e de diluição de solo dos locais de estudo, espécimes de organismos zoospóricos heterotróficos foram registrados parasitando dois tipos de hospedeiros, nematoides (*Rhabditis* sp) e rotíferos (*Lecane* sp). Foram identificados cinco táxons desses parasitas, classificados segundo Beakes et al. (2014), como pertencentes ao reino Straminipila, filo Oomycota, classe Peronosporomycetes, ordem Peronosporales *s. lat.*, família Peronosporaceae *s. lat.*, gênero *Myzocytiopsis* (parte). As espécies estudadas foram *M.*

vermicola, *M. papilata*, *M. humicola*, *M. zoophthorum* e *Myzocytiopsis* sp, descritas e ilustradas a seguir.

Myzocytiopsis vermicola (Zopf) M. W. Dick. *Mycol. Res.* 101(7): 878. 1997.

Figuras 1, 6-9.

Sistema de hifas intramatrix, holocárpico, não ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, posteriormente, apresenta septos com constrições. Os zoosporângios são formados em cadeia linear de várias unidades a partir de dilatações dos segmentos do talo, esférico 12-20 µm em diâm., oval, elipsoide, cilíndrico, hialino, parede lisa, com um ou dois tubos de liberação de variável comprimento. Zoósporos biflagelados. Gametângios formados por transformação dos segmentos do talo, frequentemente estão localizados entre os zoosporângios. Oogônio oval, 18-20 µm em diâm., globoso ou elipsoide. Anterídios (células anteridiaais) usualmente do mesmo tamanho do oogônio, cilíndrico e levemente fusiforme, 17-20 µm em diâm. Oósporo esférico, 12-16 µm em diâm., globoso, parede espessa, externamente com aspecto rugoso. Germinação não observada.

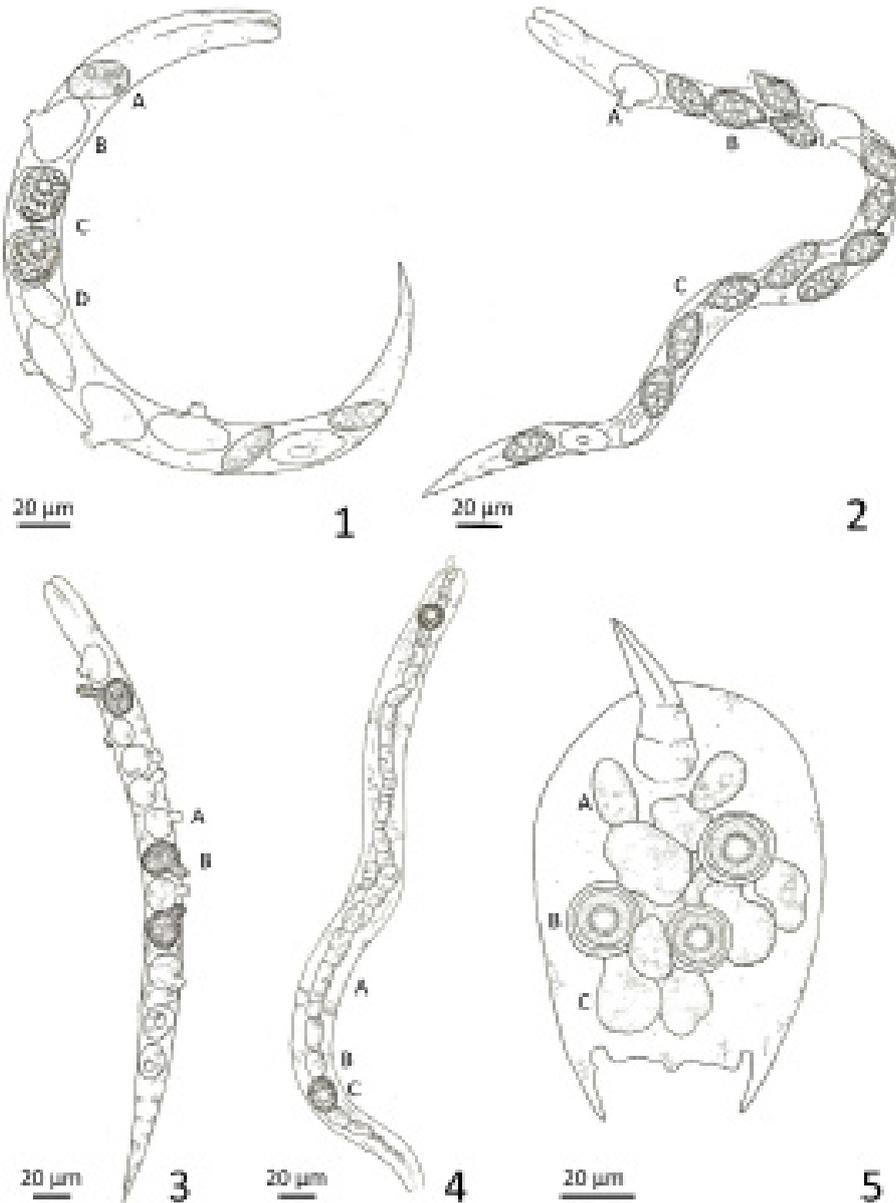
Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 23 outubro 2010, J. R. S. Rocha 77 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

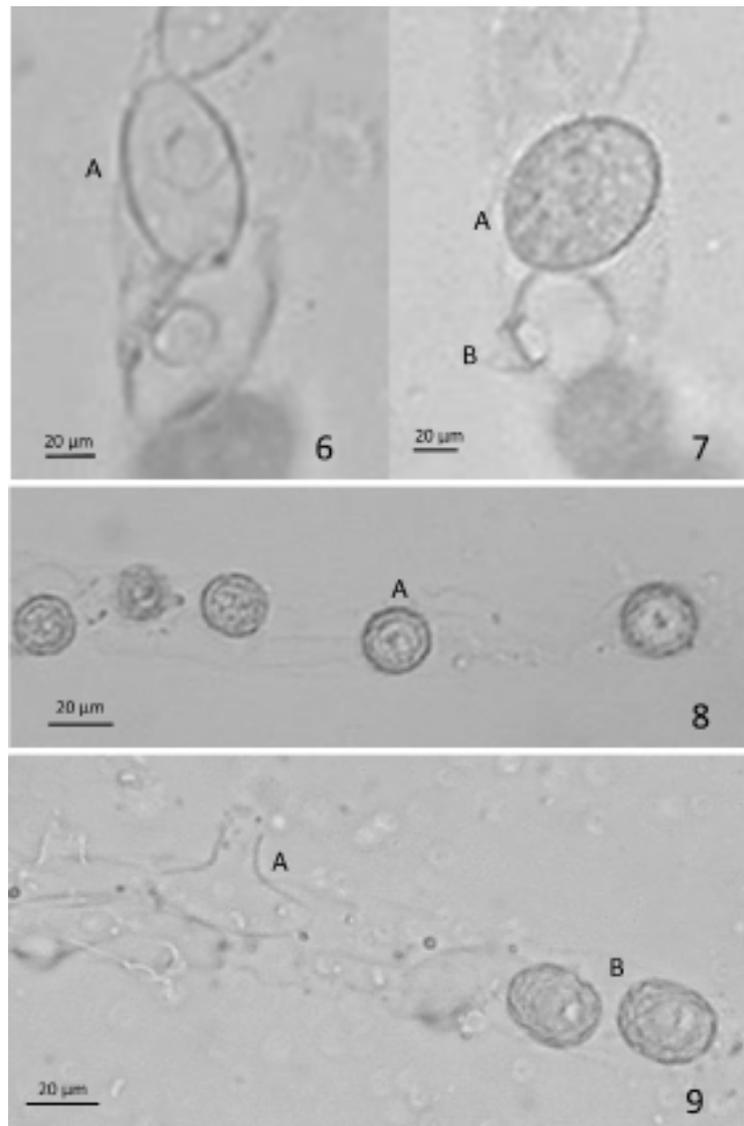
Comentários

Este é o primeiro registro da espécie no Brasil. As características dos espécimes estão de acordo com as mencionadas por Zopf (1884) e Beakes et al. (2014). Após infecção do hospedeiro, o talo se desenvolve e forma um sistema de hifas contínuo dentro do corpo do nematoide. Posteriormente, são formados septos dividindo o talo em curtos segmentos, que se dilatam, desarticulam e se desenvolvem nos zoosporângios em cadeia linear com único tubo de liberação de comprimento variável (Fig.1A-B, 6A-B, 9A) onde são produzidos os zoósporos. Estes são liberados do zoosporângio por um tubo ou papila de liberação que rompem a cutícula do hospedeiro. De modo similar, são formados os gametângios. O oogônio (Fig. 1C, 8A, 9B) é formado de um segmento que se dilata e recebe o conteúdo plasmático de outro segmento dilatado, o anterídio (Fig. 1D). Após fecundação, é formado um oósporo oval ou elipsoide de parede espessa com característico aspecto rugoso, exibindo um grande vacúolo central (Fig. 1D, 8A, 9B). *M. vermicola* ocorre em diversos ambientes e tem sido inclusive relatado de ambos os ecossistemas, terrestres e marinhos (Newell et al. 1977, Glockling e Beakes 2000).

Figuras 1-5 - Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil 1) *M. vermicola* (Zopf) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio maduro antes da liberação, B) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, C) dois oósporos de paredes rugosas, e D) célula anteridial vazia 2) *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, B) zoosporângio antes da liberação, limoniforme, com papila em uma das extremidades. C) Resquícios de istmo interconectando os zoosporângios, 3) *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, B) zoosporângio maduro antes da liberação 4) *Myzocytiopsis* sp., em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) segmentos do talo em disposição linear, B) célula anteridial, C) Oogônio e oósporo com distinto glóbulo refrativo central 5) *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, A) zoosporângio vazio, B) Oogônio e oósporo com grande vacúolo refrativo central, em corpo de rotífero *Lecane* sp.



Figuras 6-9 - Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 6-9) *M. vermicola* (Zopf) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp 6A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, 7A) zoosporângio maduro antes da liberação, 7B) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, 8A) Oósporo de paredes rugosas. 9A) zoosporângio vazio com curto tubo de liberação, 9B) Oogônio e ósporos de paredes rugosas.



Myzocytiopsis papillata (G. L. Barron) M. W. Dick. Mycol. Res. 101(7): 880 (1997).

Figuras 2, 10-11.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, posteriormente, apresenta septos com constrictões. Os zoosporângios são desenvolvidos com dilatações dos segmentos do talo, em arranjo linear de várias unidades, esféricos, elipsoides, frequentemente limoniforme, 18-32 x 12-20 µm em diâm., com papila em um dos lados ou nos dois lados, hialino, parede lisa, com um tubo de liberação de variável comprimento. Gametângios não observados.

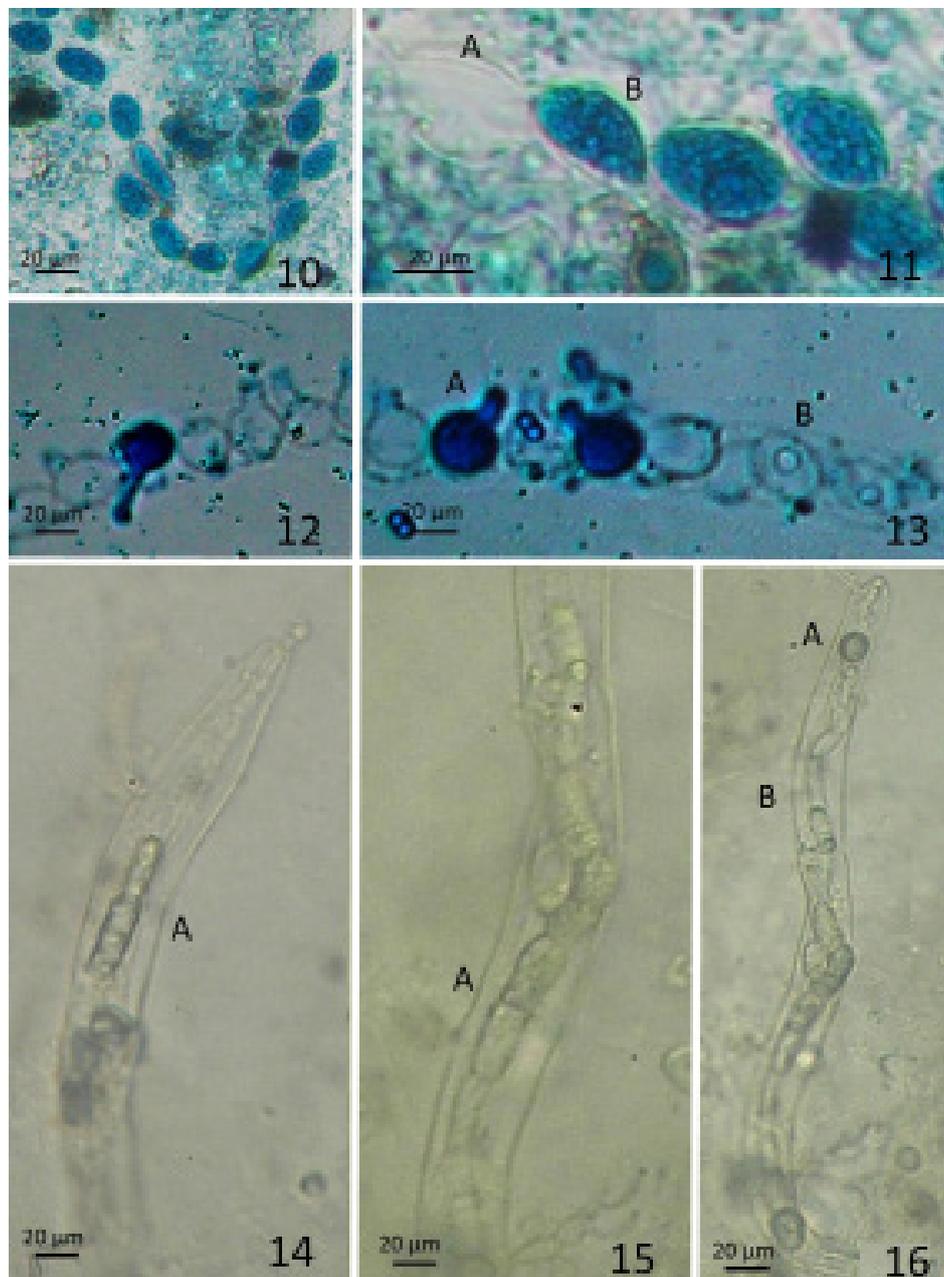
Material examinado

PIAUI: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 22 novembro 2010, J. R. S. Rocha 82 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

Comentários

Este é o primeiro registro da espécie no Brasil. As características do espécime concordam com as observações de Prasad e Dayal (1984) que observaram espécimes obtidos de solo de cultura de mamão, na Índia. Foram observados resquícios de istmos interconectando os zoosporângios (Fig. 2C). Os zoosporângios apresentam um tubo de liberação de variável comprimento (Fig 2A), frequentemente são limoniformes. As papilas nas extremidades dos zoosporângios caracterizam esta espécie (Fig 2B, 10, 11A-B).

Figuras 10-16 - Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 10-11) *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp.10) zoosporângios maduros em disposição linear, ovoides ou limoniformes 11A) zoosporângio vazio, 11B) zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos, limoniformes, com papila nas extremidades. 12-13) *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. 12) um zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos e vários vazios, com tubos de liberação de variavel comprimento, em arranjo linear, 13A) zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos, 13B) zoosporângio vazio 14-16) *Myzocytiopsis* sp. , em corpo de nematoide *Rhabditis* sp.14A) talo com segmentos iniciais, 15A) segmentos do talo completamente definidos em disposição linear, evidenciando os septos, 16A) Oogônio com oósporo, 16B) segmentos do talo em disposição linear.



Myzocytiopsis humicola (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick. Mycol. Res. 101(7): 879 (1997).

Figuras 3, 12-13.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado ou moderadamente ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, depois, torna-se septado em curtas unidades e se desarticula completamente do segmento adjacente. Os zoosporângios são desenvolvidos por dilatações dos segmentos do talo, em arranjo linear de várias unidades na extensão do corpo do hospedeiro, geralmente esférico, 35-45 µm diâm., ovais, elipsoides 20-40 x 18-35 µm, com um tubo de liberação de variável comprimento, curtos ou longos, retos ou tortuosos. Gametângios não observados.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 23 outubro 2010, *J. R. S. Rocha* 74 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

Comentários

Primeiro registro da espécie no Brasil. As características do espécime concordam com a descrição original de Barron e Percy (1975). Em *M. humicola* após infecção do hospedeiro, o talo é simples e não septado, torna-se alongado e segmentado em unidades curtas. Cada porção do talo dilata e torna-se esférica a elipsoide e apresenta completa desarticulação do segmento adjacente, embora permaneçam em arranjo linear, em cadeia. Os zoosporângios apresentam um tubo de liberação de variável comprimento (Fig 3A-B, 12, 13A-B).

Myzocytiopsis sp

Figuras 4, 14-16.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, inicialmente cilíndrico e contínuo, depois, apresenta septos, os segmentos continuam em série linear. Os zoosporângios são desenvolvidos com dilatações dos segmentos do talo, ovais, elipsoides 20-40 x 18-35 µm, com um tubo de liberação de variável comprimento. Zoósporos biflagelados. Oogônio esférico, oval, 35-45 µm. Anterídio cilíndrico 35-45 µm. Oósporo esférico ou angular, 32-41 µm hialino, parede lisa, espessa, grande glóbulo refrativo. Germinação não observada.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 14 novembro 2010, *J. R. S. Rocha* 89 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

Comentários

As características observadas dos espécimes não foram suficientes para determinação da espécie. Entretanto, estas características são similares a *Myzocytiopsis* e sugerem a colocação destes espécimes no referido

gênero. Como características de *Myxocytropsis*, os espécimes apresentaram o desenvolvimento do sistema de hifas intramatricial, holocárpico, sendo inicialmente cilíndrico e contínuo (Fig 14A), depois formando septos entre os segmentos (fig 15A), com os segmentos em arranjo em série linear (Fig 16B), com a liberação de zoósporos biflagelados. Apresentaram ainda, os oogônios e anterídios desenvolvidos a partir de dilatações dos segmentos do talo e a produção de um oósporo aplerótico (Fig. 16A), além do parasitismo de nematoide.

Myxocytropsis zoophthora (Sparrow) M. W. Dick. *Mycol. Res.*, 101(7): 879 (1997).

Figuras 1, 17-22.

Sistema de hifas holocárpico, com ou sem constrições, septos estreitos e discretos, segmentos 5-20 µm diâm., comprimento variável. Zoosporângio globoso, 10-20 µm diâm., irregular, em forma de saco ou lobado, um único tubo de liberação, curto. Zoósporos emergindo em sucessão. Oogônio esférico, 15-20 µm diâm., oval, elipsóide ou lobado. Anterídio globoso, 12-18 µm diâm., cilíndrico ou irregular. Oósporo esférico, 12-15 µm em diâm., hialino, parede lisa e espessa, com um grande glóbulo refrativo. Germinação não observada.

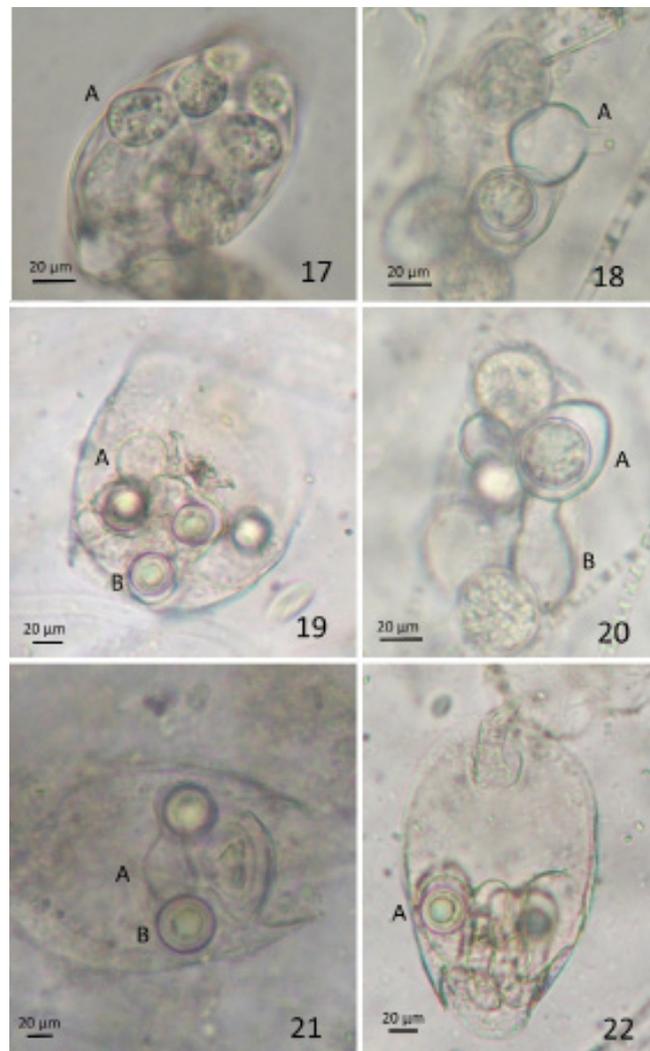
Material examinado

PIAUÍ: José de Freitas, Barragem do Bezerra, 20 novembro 2016; F. P. Rocha 17 (LFZ); 2 fevereiro 2016. F. P. Rocha 32 (LFZ). Parasitando rotífero *Lecane sp.* Pedro II, Açude Joana, 20 novembro 2015. J. L. Machado 58 (LFZ). Parasitando rotífero *Lecane sp.*

Comentários

Primeiro registro da espécie no Brasil. Os espécimes examinados concordam com a descrição original de Sparrow (1936). Apresentaram sistema de hifas com segmentos de comprimento variável, desarticulando na maturidade. Zoosporângios esféricos, ovais e lobados, formados por transformação direta dos segmentos (Fig. 1A, 17A, 18A, 19A). Os oogônios são formados entre os zoosporângios (Fig. 5B, 18, 19A, 20A) ou isoladamente (Fig. 21A, 22A). Os oósporos são esféricos de paredes espessas e com um grande glóbulo refrativo central (Fig. 5B, 19B, 21B, 22A). *M. zoophthora* é parasita de rotíferos e seus ovos, ocorrendo na Inglaterra e Dinamarca (Karling, 1942). Na Polônia, são referidos relatos desta espécie parasitando rotíferos em amostras de água de lagoas, criatórios de peixes e rios, especialmente em locais poluídos com alta concentração de substâncias orgânicas (Czeczuga et al. 2008, Kiziewicz 2012, Kiziewicz e Nalepa 2008, Godlewska et al. 2012, Godlewska et al. 2013, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013) e em ovos e adultos de *Fasciola hepatica* (Kiziewicz 2006), em crustáceos no plâncton (Czeczuga et al. 2002, Czeczuga et al. 2008) e em insetos (Czeczuga e Godlewska 2001).

Figuras 17-22 - Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 17-22) *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, em corpo de rotífero *Lecane* sp. 17A) zoosporângio maduro. 18A) zoosporângio vazio com curto tubo de liberação, 19A) zoosporângio vazio, 19B) Oogônio com oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central. 20A) Oogônio com oósporo jovem, 20B) célula anteridial fusiforme, vazia. 21A) célula anteridial fusiforme, vazia. 21B) oogônio com oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central. 22A) oogônio e oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central.



CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo específico sobre *Myzocytiopsis* no Brasil. A posição taxonômica de *Myzocytiopsis* é muito controversa (Blackwell et al. 2014) e tem sofrido importantes mudanças. Dick (1997, 2001a) e Beakes et al. (2014) propuseram revisões taxonômicas para o gênero. Enquanto alguns autores adotaram a classificação de Dick (1997, 2001a, 2001b), como por exemplo, Glockling e Beakes (2006), reconhecendo no novo gênero *Myzocytiopsis* aqueles organismos semelhantes à *Myzocytiium* e que infectam invertebrados; outros autores não adotaram a referida classificação, como por exemplo, Kiziewicz e Nalepa (2008) mantendo o reconhecimento de espécie de *Myzocytiium* da forma mais abrangente como anteriormente à classificação de Dick (1997, 2001a). Desse modo, a identidade (ou integridade genética) de *Myzocytiium* e, conseqüentemente de *Myzocytiopsis*, requer confirmação (Blackwell et al. 2014).

Oomicetos parasitas de plâncton, apesar de serem frequentes, têm recebido pouca atenção dentro do filo. Muitos aspectos da estrutura e história de vida desses organismos são de importância taxonômica e filogenética.

Mas, as maiores dificuldades no estudo de organismos parasitas de plâncton é que são difíceis de cultivar, dependem da disponibilidade dos hospedeiros e, aparentemente, são confundidos com outros patógenos (Dick 2001b).

O rio Poti apresenta em vários trechos no perímetro urbano de Teresina alta eutrofização por lançamento de esgoto sem tratamento. O Açude Joana e a Barragem do Bezerra, os outros dois locais de estudo, também apresentam alta eutrofização nos pontos de coleta de material para estudo. Nestes locais foi observada muita matéria orgânica em decomposição, o que poderia favorecer um grande número de registro dos hospedeiros. A população de nematoides e de rotíferos e, conseqüentemente, de seus parasitas geralmente é alta em ambientes ricos em matéria orgânica (Neweu-Lemaire 1936, Campos et al. 2002).

Neste estudo, houve maior número de observação de parasitismo em nematoide (*Rhabditis* sp), o que concorda com o esquema proposto por Dick (1995, 2001b), no qual é possível identificar em *Myzocytiopsis* nove espécies parasitas de nematoides, correspondendo a mais da metade do total de táxons incluídos no gênero, como foi destacado em levantamento realizado por Glockling e Beakes (2000). O gênero *Rhabditis* Dujardin 1845, compõe-se de nematoides que vivem habitualmente em matéria orgânica em decomposição, no solo úmido, em água doce ou salgada. Várias espécies ganham destaque porque podem parasitar diversos organismos, como insetos e até vertebrados, como bovinos e, inclusive, o homem (Neweu-Lemaire 1936, Schmidt e Roberts 1981, Mateus Júnior 1985, Campos et al. 2002).

Neste estudo, também foram observadas diversas ocorrências de parasitismo de *M. zoophthora* em rotíferos *Lecane* sp., isto pode ser atribuído ao fato de representantes de Lecanidae ser comum em diversos ambientes tropicais, ocuparem uma grande amplitude de nichos e ter alta taxa reprodutiva (Pourriot 1996, Nogrady 1993) e de que o parasita tem ampla distribuição (Kiziewicz e Nalepa 2008, Joko et al. 2008, Godlewska et al. 2012, Godlewska et al. 2013, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013).

Myzocytiopsis, ecologicamente, atua na regulação natural da população de seus hospedeiros, existindo um possível potencial destes hiperparasitas a ser explorado como agentes de biocontrole de nematoides patógenos, como por exemplo, *Rhabditis* spp. Estudos mais detalhados são necessários e poderão indicar a viabilidade deste potencial.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa a Joseane Lustosa Machado e Francynara Pontes Rocha. Ao Dr. Jeremias Pereira da Silva Filho (UFPI-Dep. Biologia), pelo auxílio na identificação dos hospedeiros. Aos estagiários do Laboratório de Fungos e Organismos Zoospóricos (LFZ) da Universidade Federal do Piauí, pelo auxílio na manutenção das culturas.

REFERÊNCIAS

Aguiar R. B.; Gomes J. R. C. 2004a. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Piauí**. Diagnóstico do município de Pedro II. Disponível em <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/>>. Acessado em 15/01/2016.

- Aguiar R. B.; Gomes J. R. C. 2004b. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Piauí**. Diagnóstico do município de José de Freitas. Disponível em <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/>>. Acessado em 01/01/2016.
- Barron, G. L.; Percy, J. G. 1975. Nematophagous fungi: a new *Myzocytiium*. **J. Bot.**, (53), p.1306-1309.
- Baron, G. L. 1976. **Nematophagous fungi: new species of the Lagenidiales endoparasitic on Rhabditis**. *Antonie van Leeuwenhoek* (42), p.131-139.
- Barron G. L. 2003. Predatory fungi wood decay, and carbon cycle. **Biodiversity**, (4), p.3-9.
- Beakes G.W.; Glockling S.L.; Sekimoto S. 2012. The evolutionary phylogeny of oomycetes “fungi”. **Protoplasma**, (249), p.3-19.
- Beakes, G. W.; Honda, D.; Thines, M. 2014. Systematics of the Straminipila: Labyrinthulomycota, Hyphochytridiomycota, and Oomycota. In: **Systematics and Evolution**, The Mycota, VIII Part A, D. J. McLaughlin and J. W. Spatafora (Eds.). 2 ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p.39-97.
- Blackwell, W. H. 2011. The genus *lagenia* (stramenopila: oomycota), taxonomic history and nomenclature. **Phytologia**, 93(2): 157-166.
- Blackwell, W.H.; Letcher, P. M.; Powell, M. J. 2014. Questions regarding genus *Myzocytiium* (Oomycota, Straminipila) and its species: Variation and identity of specimens in west-central Alabama. **Phytologia**, 96(2): 41-46.
- Campos D.M.B.; Araújo J.L.B.; Vieira M.C.M.; Damasceno F.; Barbosa A.P. 2002. Um caso de parasitismo por *Rhabditis* sp em criança natural de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 35(5): 519-522.
- Center of Freshwater Biology. 2016. Disponível em <<http://www.unh.edu/research/centers/center-freshwater-biology-cfb>>. Acessado em 25/10/2016.
- Czeczuga, B.; Godlewska, A. 2001. Aquatic insects as vectors of aquatic zoosporic fungi parasitic on fishes. **Acta Ichthyol. Piscat.**, (31), p. 87.
- Czeczuga, B.; Kozłowska, M.; Godlewska, A. 2002. Dead specimens of 29 freshwater crustacean species. **Limnologica**, (32), p.180-193.
- Czeczuga, B.; E. Muszynska. 2004. Aquatic zoosporic fungi from baited spores of cryptogams. **Fungal Diversity**, (16), p.11-22.
- Czeczuga, B.; Kozłowska, M.; Godlewska, A.; Velu, S. C. 2008. *Moina macrocopa* (Straus): A Plankton Crustacean as a Vector for Fungus-Like Fish Parasites. **Turk J Zool.**, (32), p. 19-26.
- Dick, M.W. 1995. Sexual reproduction in the Peronosporomycetes (chromistan fungi). **J Bot.**, (7), p. 712–724.
- Dick, M. W. 1997. The Myzocytiopsidaceae. **Mycol. Res.** (101), p.878- 882.
- Dick, M. W. 2001a. **Straminipilous fungi: systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine Straminipilous Protists, the Plasmodiophorids and similar organisms**. Kluwer Academic

Publisher. Dordrecht. 670pp.

Dick, M.W. 2001b. The Peronosporomycetes. In **The Mycota VII**. Part II. Systematics and evolution. Mc Lauglin/Mc Lauglin /Lemke (Eds.). Springer-Verlag-Berlin-Heidelberg, p. 72.

Fischer A. 1892. Phycomycetes. Die Pilze Deutschlands, Oesterrichs Und Der Schweiz. Rabenhorst. **Kryptogamen Fl** 1:1–490.

Godlewska A.; Kiziewicz B.; Muszynska E.; Mazalska B. 2012. Aquatic fungi and heterotrophic straminipiles from fishponds. **Pol. J. Environ. Stud.** 21(3), 615-625.

Godlewskal, A.; Kiziewicz, B.; Muszynska, E.; Milewski, R. 2013. Aquatic fungi and straminipilous organisms in lakes of the Augustowska Primeval Forest, Poland. **Oceanological and Hydrobiological Studies.** 42(4): 451–459.

Glockling, S.L.; Beakes, G.W. 2000. A review of the biology and infection strategies of biflagellate zoosporic parasites of nematodes. **Fung Divers**, 4:1–20.

Glockling, S.L.; G.W. Beakes. 2006. An ultrastructural study of development and reproduction in the nematode parasite *Myzocytiopsis vermicola*. **Mycologia**, 98:1-15.

Hudson, P. J.; Dobson, A. P.; Lafferty, K. D. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? **Trends Ecol. Evol.**, 21: 381–385.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun>>. Acessado em 23/01/2016.

Index Fungorum. 2016. <http://www.indexfungorum.org/>

Jesus, A. L.; Marano, A. V.; Schoenlein-Crusius, I. H.; Pires-Zottarelli, C. L. A. 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. **Hoehnea**, 40(1): 167-180.

Johnson, T.W. J.; Seymour, R. L.; Padgett, D. E. 2002. **Biology and the systematics of the Saprolegniaceae.** Ilumina. Available from: <http://dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book>.

Johnson, T.W. J.; Seymour, R.L.; Padgett, D.E. 2005. Systematics of the Saprolegniaceae: new taxa. **Mycotaxon**, 92: 1-10.

Joko, C. Y.; Lansac-Tôha, F. A.; Murakami, E. A.; Bonecker, C. C. 2008. Novas ocorrências de Lecane no plâncton de distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Sci. Biol. Sci. Maringá**, v. 30, n. 2, p. 165-171.

Karling, JS., 1942. **The simple holocarpic biflagellate Phycomycetes, including a complete host index and bibliography.** New York City, 148 p.

Karling, J. S. 1944. **New lagenidiaceous parasites of rotifers from Brazil.** *Lydia* 7: 328-342.

- Kiziewicz, B. 2006. Water Fungi and Fungus-like Organisms Isolated from Surface Waters Situated in the Bialowieza Primeval Forest Using the Liver Fluke *Fasciola Hepatica* L. of European *Bison Bonasus* L. as Bait **Polish J. Environ. Stud.** 15(2): 277-281.
- Kiziewicz, B.; T. F. Nalepa. 2008. Some fungi and water molds in waters of Lake Michigan with emphasis on those associated with the benthic amphipod *Diporeia* spp. **J. Great Lakes Res.** 34: 774-780.
- Kiziewicz, B. 2012. Frequency and distribution of zoosporic true fungi and heterotrophic Straminipiles from river saprings. **Pol. J. Environ. Studies.** 21(4): 923-927.
- Kirk, P.M.; Cannon, P.F.; Minter, D.W.; Stalpers, J.A. 2008. **Dictionary of Fungi.** 10 ed. CABI Bioscience, Wallingford. 771p.
- Lafferty, K. D.; Dobson, A. P.; Kuris, A. M. 2006. Parasites dominate food web links. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** 103, 11211–11216.
- Maia, L.C.; Carvalho, A.A. 2016. Fungos. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB120629>>. Acessado em 03/08/2016.
- Milanez, A.I. 1989. Fungos de águas continentais. In: O. Fidalgo & V.L. Bononi, (coords.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico.** Série Documentos. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20.
- Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A.; Gomes, A.L. 2007. **Brazilian zoosporic Fungi.** Conselho Nacional de Pesquisa, São Paulo.
- Mirakle M.R. 1977. Epidemiology in rotifers. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** 8:138-141.
- Mateus Júnior, W. 1985. *Rhabditis (Rhabditis) freitasi* sp. n. e *Rhabditis (Rhabditis) costais* p. n. (Nematoda – Rhabditidae) isolados de otite bovina. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** 80(1): 11-16.
- Neveu-Lemaire M. 1936. **Traité D'Helminthologie Médicale et Veterinaire.** Vigot Frères, Paris.
- Newell S.Y.; Cefalu R.; Fell J.W.; 1977. *Myzocytiium*, *Haptoglossa*, and *Gonimochaete* (fungi) in littoral marine nematodes. **Bull Marine Sci** 27:177–207.
- Nogrady, T. 1993. **Rotifera: biology, ecology and systematics.** Dordrecht: SPB Academic Publishing.
- Paliwal P. C.; Sati, S. C. 2009. Distribution of Aquatic Fungi in Relation to Physicochemical Factors of Kosi River in Kumaun Himalaya. **Nature and Science**, 7(3).
- Pereira, A.A.; Rocha, J.R.S. 2008. *Pythium* (Phytiaceae): três novos registros para o nordeste do Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, 33: 347-350.
- Pires-Zottarelli, C. L. A.; Rocha, J.R.S. 2010. Pythiales. In: Forzza, R.C. Stehmann, J.R. Nadruz, M. Costa, A. Carvalho Jr, A.A. Walter, B.M.T. Bicudo, C. Moura, C.W.N. Zappi, D. Peralta, D.F. Costa, D.P. Barros, F. Martinelli, G. Lima, H.C. Prado, J. Baumgratz, J.F.A. Pirani, J.R. Sylvestre, L.S. Maia, L.C. Lucia G. Lohmann, L.G. Paganucci, L. Alves, M.V.S. Mamede, M.C.H. Soares, M.L. Morim, M.P. Barbosa, M.R. Menezes, M.

Evangelista, P.H.L. Viana, P.L. Goldenberg, R. Secco, Rodrigues, R.R.S. Cavalcanti, T. Mansano, V. Souza, V.C. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. (orgs.). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estudio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Vol. 1, p. 106-110.

Pourriot, R. 1996. Rotifers from Petit Saut reservoir (French Guyana), with the description of a new taxon. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 331, p. 43-52.

Prasad, G.; Dayal, R. 1985. Studies in nematophagous fungi: IX *Myzocyttium papillatum* – A new record from India. **Current Science**, 54(6): 286-287.

Rocha, J.R.S.; Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A. 2001. O gênero *Pythium* (Oomycota) em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Hoehnea**, 28(3): 209-230 .

Rocha, J.R.S. 2006. Filos Chytridiomycota e Oomycota. In: A. M. Giullietti (Ed.). **Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido**. Recife. Associação Plantas do Nordeste. p. 75-95.

Rocha, J.R.S.; Silva, S.V.; Santos, L.S.; Dias, L.P.; Rodrigues, E.P.; Batista Filho, D.M.; Feitosa Júnior, F.S.; Barbosa, R.D. 2010a. Pitiose cutânea equina: primeiro relato de caso no Piauí. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, 15(50): 24-27.

Rocha, J.R.S.; Rodrigues, E.P.; Silva, H.S.V.P.; Sousa, L.M.A.; Barros, B.S.V. 2010b. Distribuição geográfica de *Aphanodictyon papillatum* Huneycutt ex Dick (Saprolegniales) no Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, 35: 171-176.

Rocha, J.R.S.; Sousa, N.D.C.; Santos, L.A.; Pereira, A.A.; Negreiros, N.C.; Sales, P.C.L.; Trindade Júnior, O.C. 2014. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. **Mycosphere**, 5(5): 623–634

Rocha, J.R.S.; Macedo, M.A.M. 2015. First record of *Brevilegnia longicaulis* Johnson (Saprolegniales) in Brazil. **Current Research in Environmental & Applied Mycology**, 5(2): 78–81.

Rocha, J. R. S.; Saraiva, L. S.; Silva, J. B.; Macêdo, M. A. M. 2016. The genus *Allomyces* (Blastocladiomycota) in the State of Piauí, Brazil. **Hoehnea**, 43(3): 487-495,

Schenk, A. 1858. **Über das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche**. Thein; Würzburg, Germany. p. 20

Schmidt G. D.; Roberts L. S. 1981. **Foundations of Parasitology**. Mosby Company, London.

Sparrow, F. K. 1936. A contribution to our knowledge of the aquatic Phycomycetes of Great Britain. **J. Linn. Soc. London (Bot.)**, 50: 417-478.

Sparrow, F. K. J. 1960. **Aquatic Phycomycetes**. 2.ed. University of Michigan Press: Ann Arbor. 2: 1187 p.

Sparrow, F. K. 1973. Lagenidiales. In: Ainsworth G.C., Sparrow F.K., Sussman A.S., eds. **The fungi an advanced treatise**. New York: Academic Press. 4. 158–164.

Steciow, M.M.; Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A.; Marano, A.V.; Lecther, P.M.; Vélez, C.G. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. **Darwiniana**, 5(1).

Thomas S.H.; Housley J.M.; Reynold A.N.; Penczykowski R.M.; Kenline K.H.; Hardegree N.; Schmidt S.; Duffy M.A. 2011. The ecology and phylogeny of oomycete infections in *Asplanchna* rotifers. **Freshwater Biol.**, 56: 384-394. <http://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1365-2427.2010.02505.x>

Trindade-Junior, O.C.; Rocha, J.R.S. 2013. *Brevilegnia linearis* Coker (Saprolegniales, Oomycota, Fungi): um novo registro para o Brasil. **Pesquisas Botânica**, 64: 341-345.

Voronin L.V. 2008. Zoosporic fungi in freshwater ecosystems. **Inland Water Biol.**, 1(4), 341-346.

Wolska, M.; Mazurkiewicz-Zapalowicz, K. 2013. Parasites of zooplankton and periphyton assemblages in the littoral zone of lakes in Drawa National Park, Poland. **Acta Mycologica**, 48 (1): 51–59.

Zopf, W. 1884. Zur Kenntniss Der Phycomyceten I. Zur Morphologie Und Biologie Der Ancylisteen Und Chytridiaceen, Zurgeich ein Beitrag zur Phytopathologie. **Nova acta der Ksl. Leop.-carol. Deuts. Akad. Naturf.**, 46:141–236.