



Descrição do ciclo de vida de *Prospodium bicolor* e *P. tecomicola* sobre ipês no estado de Mato Grosso do Sul

Auigner Ruis Dias da Silva¹ , Fernando Montezano Fernandes^{2,*} e Felipe André Sganzerla Graichen³

¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil

³ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil

* Autor Correspondente: felipeandre@uems.br

Recebido: 29/05/2020; Aceito: 12/07/2020

Resumo: A ferrugem, causada por espécies de fungos do gênero *Prospodium*, é a mais importante doença que ocorre em ipês. Os fungos deste gênero são pleomórficos, autoécio e macrocíclicos com desenvolvimento somente sobre as partes verdes da planta. O objetivo deste trabalho foi descrever o ciclo de vida ao longo do tempo de *Prospodium bicolor* e *P. tecomicola* em duas espécies de ipês coletadas em Aquidauana-MS. Durante o período de um ano (de agosto de 2013 a julho de 2014) amostras de plantas com os sintomas foram coletadas no campus da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul, região do ecótono Cerrado-Pantanal. Foram observados os sintomas e sinais provocados por *Prospodium tecomicola* em *Handroanthus vellosi* e *P. bicolor* sobre *H. impetiginosus*. A ocorrência dos sintomas e das estruturas do fungo foram associadas com a fenologia das plantas. Em *H. vellosi*, foi observada a ocorrência de *P. tecomicola* com produção de télios em agosto de 2013, os écios foram observados de novembro a dezembro, a formação de uredínios foi observada em abril de 2014 e a partir de maio novamente foram observados télios. Não foram observados sintomas nos meses de outubro e nos meses de janeiro a março de 2014. Já em *H. impetiginosus* foi observada a ocorrência de *P. bicolor* com baixa produção de sintomas. Em 2013 os sintomas foram observados apenas em outubro até novembro com a produção de écios. Nos meses de dezembro a fevereiro não foram observados sintomas. Os uredínios foram observados em março de 2014 e a partir de maio foram observados os télios. Em ambas as espécies dos fungos o ciclo de vida está diretamente relacionado com a fenologia das plantas.

Palavras-chave: ferrugem dos ipês; *Handroanthus impetiginosus*; *H. vellosi*.

Life cycle description of *Prospodium bicolor* and *P. tecomicola* on ipes trees in the state of Mato Grosso do Sul

Abstract: Ipê rust, caused by species of fungi of the genus *Prospodium*, is the most important disease on ipê trees. Fungi of this genus are pleomorphic, autoecious and macrocyclic, with development only on the green parts of the plant. The objective of this work was to describe the life cycle over time of *Prospodium bicolor* and *P. tecomicola* on two species of ipê trees collected in Aquidauana-MS. During the period of one year (from August 2013 to July 2014) samples of plants with the symptoms were collected at State University of Mato Grosso do Sul, State of Mato Grosso do Sul, ecotone region Cerrado-Pantanal. Symptoms and signs caused by *Prospodium tecomicola* in *Handroanthus vellosi* and *P. bicolor* on *H. impetiginosus* were observed. Occurrence of symptoms and fungi structures were associated with host phenology. In *H. vellosi* was observed *P. tecomicola* with telia production in August 2013, aecias were observed from November to December, uredinias were observed on April 2014 and telias were again observed from May. No symptoms were observed during October and in the months from January to March 2014. In other hands, in *H. impetiginosus*, the occurrence of *P. bicolor* was observed with low production of symptoms. In 2013, symptoms were observed only in October until November with the production of aecias. In the months from December to February, no symptoms were observed. Urediniums were observed in March 2014, and telias were observed from May. Life cycle is directly related to the phenology of plants for both species of fungi.

Key-words: *Handroanthus impetiginosus*; *H. vellosi*; rust on ipês.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais grupos de plantas pertencentes à família Bignoniaceae são os ipês, incluídas atualmente nos gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia*, *Roseodendron*, *Tecoma* e *Zeyheria*, sendo encontradas principalmente nas regiões neotropicais, desde o sudoeste dos Estados Unidos até o norte da Argentina e Chile (SOUZA & LORENZI, 2008; GROSE & OLMSTEAD, 2007; POTT & POTT, 1994). No Brasil já foram catalogadas cerca de 14 espécies de ipês, principalmente nos biomas Cerrado e Pantanal, onde já foram relatadas sete espécies (EITEN, 1972; POTT & POTT 1994).

A mais importante doença dos ipês é a ferrugem, causada por espécies de fungos do gênero *Prospodium* (Pucciniales, Uropyxidaceae), podendo infectar tanto mudas em viveiros como árvores adultas (FERREIRA, 1989). Assim como as espécies de ipês, *Prospodium* é um gênero Neotropical com cerca de 70 espécies parasitando membros da família Bignoniaceae, além de oito espécies em Verbenaceae, sendo que no Brasil existem 37 espécies relatadas (CARVALHO & HENNEN, 2010; MAIA et al., 2015).

Os sintomas e sinais da ferrugem dos ipês são encontrados de acordo com o estágio de desenvolvimento do hospedeiro, sendo que a colonização ocorre apenas no tecido vivo da planta, alterando suas funções fisiológicas provocando a doença. Estes organismos atuam como parasitas obrigatórios e não apresentam fase saprofítica em seu ciclo de vida (FERREIRA, 1989; REZENDE et al. 1993).

O gênero *Prospodium* é considerado pleomórfico (apresenta vários tipos de estruturas esporogênicas, com diferentes morfologias e funções), autoico e macrocíclico com esporos pedicelados (eciósporos, urediniósporos e teliosporos). Em algumas espécies microcíclicas são observados apenas teliosporos e em poucos casos espermogônio (CARVALHO & HENNEN, 2010). Durante o estágio écio (I) o fungo causa deformações nos órgãos tenros (hiperplasia) tornando as mudas inviáveis para o plantio. Já durante o estágio de uredínio (II) os urediniósporos que se desenvolvem em soros hipófilos supraestomatais, germinam sobre folíolos maduros ou velhos infectando o limbo. Cerca de 20 a 45 dias depois, surgem pontuações de coloração marrom a negro resultante da presença dos urediniósporos e teliosporos (REZENDE et al., 1993).

Em ipê já foi relatada a ocorrência de *Prospodium bicolor* F. A. Ferreira & J. F. Hennen sobre *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose [= *Tabebuia serratifolia*] (FERREIRA & HENNEN 1986; FERREIRA, 1989) e de *P. tecomicola* (Speg.) H. S. Jacks & Holw em *H. albus* (Cham.) Mattos [= *T. alba*] (CUMMINS 1940), *H. heptaphyllus* (Vell.) Mattos [= *Tecoma ipe*] (VELLOZO et al., 1949), *H. ochraceus* (Cham.) Mattos [= *T. ochraceae*] (CUMMINS, 1940) e *H. serratifolius* [= *T. araliaceae*, = *T. serratifolia*] (VIÉGAS, 1945; ALBUQUERQUE, 1971). A ocorrência e descrição de três estágios de *P. tecomicola* sobre *H. vellosi* (Toledo) Mattos e *P. bicolor* foi relatado sobre *H. impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (FERNANDES et al., 2018).

Um dos maiores obstáculos para a melhoria do sistema de classificação das Uredinales, é a falta de conhecimento sobre as ferrugens tropicais e subtropicais (FIGUEIREDO & PASSADOR, 2008). Poucos estudos sobre o ciclo de vida dos fungos causadores de ferrugens verdadeiramente tropicais, mesmo as espécies economicamente importantes, foram demonstrados. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi descrever o ciclo de vida ao longo do tempo de *P. bicolor* e *P. tecomicola* em duas espécies de ipês coletadas em Aquidauana-MS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de coleta

As amostras de plantas com os sintomas foram coletadas no campus da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Estado de Mato Grosso do Sul, região do ecótono Cerrado-Pantanal, com as coordenadas geográficas (latitude 20°27' Sul; longitude 55°39' Oeste e altitude média de 194 metros). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, enquadra-se ao subtipo Aw (Tropical com estação seca no inverno - chuvas no verão) com precipitação pluviométrica média anual 1.200 mm e temperaturas médias de 33 °C e 19,6 °C (PEEL et al., 2007).

2.2. Identificação e avaliação das amostras com sintomas

Para avaliação do ciclo de vida de *P. bicolor* e *P. tecomicola*, foram coletadas amostras de plantas sintomáticas de seus respectivos hospedeiros *H. avellanedae* e *H. vellosi*. As observações fenológicas foram realizadas semanalmente no campus da UEMS, Unidade de Aquidauana-MS. Após as identificações das espécies de ipê, foram selecionadas 10 plantas matrizes de cada uma das espécies para a realização de um monitoramento quinzenal durante o período de 12 meses (agosto de 2013 a julho de 2014). Uma das características que diferenciam as duas espécies de ipês em estudo, além da coloração das flores são suas folhas, *H. vellosi* apresenta 5 folíolos glabros e pouco áspero, enquanto que *H. avellanedae* apresenta 5 folíolos subcoreáceas e glabras (LORENZI, 2008).

As folhas com sintomas e sinais de ferrugem foram examinadas sob microscópio estereoscópio, e as estruturas dos fungos foram observadas em microscópio. Os esporos foram obtidos diretamente dos soros, raspando-se levemente as folhas com o auxílio de pincéis de pelo de camelo e em seguida montados entre lâmina e lamínula e corados com Trypan blue 0,05% em lactofenol:etanol (1:2, v.v.).

2.3. Descrição do ciclo de vida do fungo do gênero *Prospodium*

A identificação taxonômica foi realizada utilizando chaves de identificação adequada para espécies do gênero *Prospodium*, além da caracterização morfológica dos esporos (CUMMINS & HIRATSUKA, 2003; HENNEN et al., 2005; CARVALHO & HENNEN, 2010; FERNANDES et al., 2018). Todas as fases foram descritas de acordo com o estágio fenológico dos hospedeiros.

Fase 0: espermogônio subcuticular em ambas as faces das folhas. Podem ser evidenciadas pontuações escuras com a formação de galhas.

Fase I: écia subepidermal com eciosporos destituídos de perídio, sustentado pelo pedicelo, pulverulentos, irrompentes, cobrindo toda a superfície dos órgãos afetados. Eciosporos unicapitados, elipsoides, globóide com dois poros germinativos opostos na região equatorial do esporo.

Fase II: uredínio supraestomatal com soros hipófilos, pulverulentos, apresenta paráfises periféricas, hialinas com formato cilíndrico, formando uma estrutura semelhante a uma cesta e perídio ciatiforme. Urediniósporos unicelulares, unicapitados, globosos com parede bilaminada. Apresentam dois poros germinativos opostos na região equatorial, por onde desenvolve o tubo germinativo, dando início novamente ao processo de infecção.

Fase III: télio similar a uredinia com teliosporos elipsoides, bicelulares. Ambos os teliosporos possuem parede bilaminada e equinulada com a presença de um poro germinativo em cada célula, por onde emerge o metabasídio, que desenvolve as estruturas para formação do basidiósporo. São pedicelados com a inserção do pedicelo geralmente ao centro da célula inferior.

Fase IV: basídia são estruturas desenvolvidas sobre as télias, durante a reprodução sexual do fungo.

2.4. Intensidade de ferrugem

A densidade de lesões de ferrugem no limbo foliar foi obtida por meio do uso de uma escala de notas da seguinte forma: (S) sem infecção; (B) baixa infecção (até 10 lesões por folha); (M) média infecção (11-25 lesões por folha); e (A) alta infecção (mais de 25 lesões por folha) (ANDREAZZA & VITORINO, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O florescimento de *H. vellosi* teve início em setembro de 2013, prolongando-se até o mês de outubro (Tabela 1). Durante esse período, as plantas quase não apresentavam folhas, típico das espécies de ipês.

Tabela 1. Fenologia das espécies de ipês, *H. vellosi* e *H. impetiginosus* em Aquidauana - MS.

Espécie	Fenologia	Meses												
		2013						2014						
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<i>H. vellosi</i>	Frutificação	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A
	Floração	A	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Folhas	P	P	A	A	P	P	P	P	P	P	P	P	P
<i>H. impetiginosus</i>	Frutificação	A	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	P
	Floração	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	P	P
	Folhas	A	A	P	P	P	P	P	P	P	P	P	A	A

A – ausente; P – presente.

Nos meses de agosto e setembro, foram observadas plantas sintomáticas com presença de teliosporos (III), cuja característica principal foi a formação de esporos pulverulentos nos folíolos em fase de senescência. Esse estágio persistiu até o início de setembro, quando se verificou a fase final do ciclo de vida do fungo (Figura 1 - hachura branca). Ao final do mês de outubro teve início a formação dos frutos nas plantas avaliadas se estendendo até novembro, no entanto, não foi observada a presença de estruturas do patógeno nos frutos.

No início de novembro até o final de dezembro de 2013, as plantas de *H. vellosi* começaram a emitir brotações, do mesmo modo, houve o surgimento de eciosporos correspondentes a fase I. Em poucas semanas foi observado a formação de galhas com pontuações de coloração marrom canela e mais tarde, tornaram-se recobertas por uma camada densa de esporos, com formação dos écios em ambas as superfícies foliares (Figura 2).

No decorrer dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2014 não foi observado nenhuma estrutura de *P. tecomicola* nas plantas avaliadas, devido à queda das folhas lesionadas pelos écios nos meses anteriores (Tabela 2). No início do mês de abril, foi possível observar a presença de urediniósporos (uredinia) em baixa intensidade. Os urediniósporos foram produzidos em uma estrutura exoestomatal, junto com os teliosporos, sendo esparsamente localizada nos folíolos e delimitada por nervuras secundárias e terciárias. Até o mês de maio foi possível verificar a presença de urediniósporos. O estágio de télia foi produzido após infecções primárias de eciosporos e secundárias de urediniósporos nas superfícies abaxiais dos folíolos maduros. Uma das características marcantes dos teliosporos que possibilitou a identificação a nível de espécie, foi a observação de 2 - 3 apêndices arredondados e equinulados

de coloração marrom canela no pedicelo, típico de *P. tecomicola* (Figura 3). Os teliosporos foram observados até o mês de junho de 2014 em alta intensidade de infecção e no mês de julho em média intensidade.

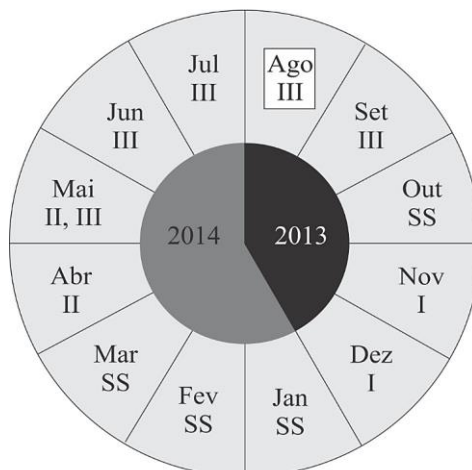


Figura 1. Ciclo de vida de *P. tecomicola* sobre *H. vellosi* correspondente aos meses do ano de 2013 a 2014, e as fases do patógeno: SS: sem sintomas, 0: espermogônio, I: écio, II: uredíneo, III: télio.

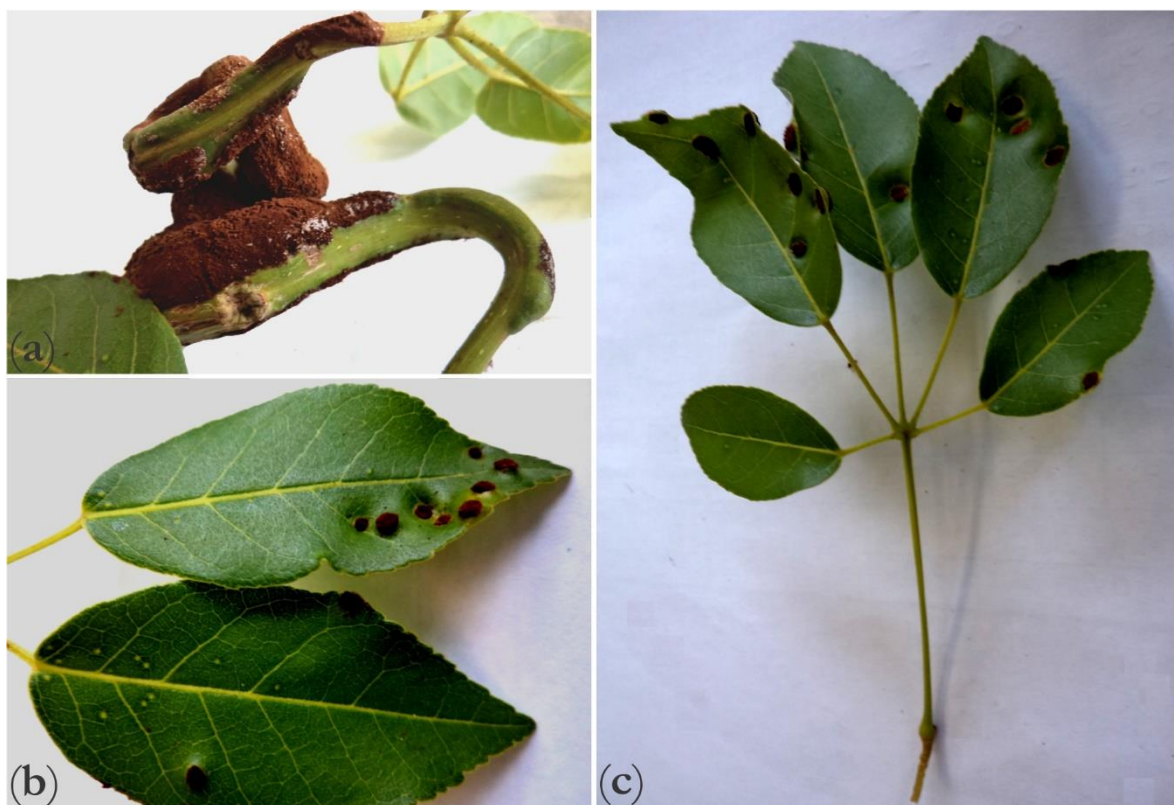


Figura 2. Aeciósporos de *P. tecomicola* sobre *H. vellosi* (a) Formação de galhas; (b) Deformações causadas por eciosporos na face adaxial de folíolos; (c) Presença de écios em folíolos de *H. vellosi*.

Tabela 2. Densidade de infecção de *P. tecomicola* e *P. bicolor* sobre seus respectivos hospedeiros *H. vellosi* e *H. impetiginosus*.

Espécie	Densidade de infecção	Meses											
		2013					2014						
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
<i>H. vellosi</i>	<i>P. tecomicola</i>	M	M	S	A	M	S	S	S	B	B	A	M
<i>H. impetiginosus</i>	<i>P. bicolor</i>	S	S	B	M	S	S	S	B	B	M	B	S

SS- sem sintomas, S - sem infecção, B - baixa infecção, M - média infecção e A - alta infecção.

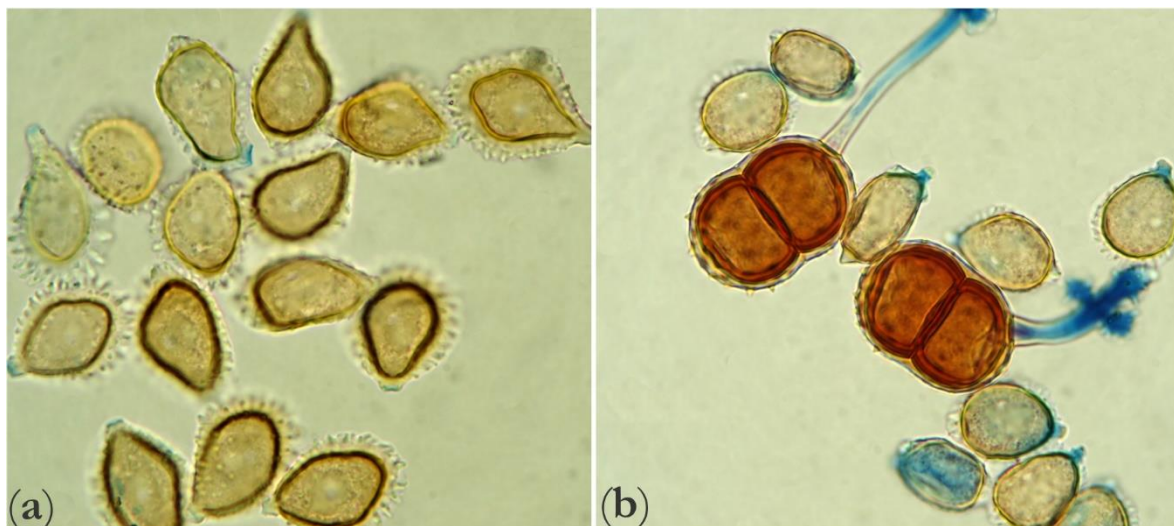


Figura 3. Infecção de *P. tecomicola* em *H. vellosi* (a) Eciósporos; (b), Urediniósporos e Teliósporos com pedicelo e apêndices arredondados equinulados.

O florescimento de *H. impetiginosus* ocorreu entre os meses de junho a agosto de 2013 com a planta totalmente despida de sua folhagem. A formação dos frutos teve início em agosto e em setembro já foi possível encontrar frutos maduros (Tabela 1).

Durante o mês de outubro as plantas de *H. impetiginosus* apresentavam sintomas provocados por *P. bicolor* (Figura 4 - hachura branca), sendo possível observar folhas com eciósporos pulverulentos, irrompentes, cobrindo pouca parte das folhas até o mês de novembro. Nos meses de dezembro de 2013 até fevereiro de 2014, não foram observados nenhum sintoma da doença nas plantas avaliadas (Figura 4).

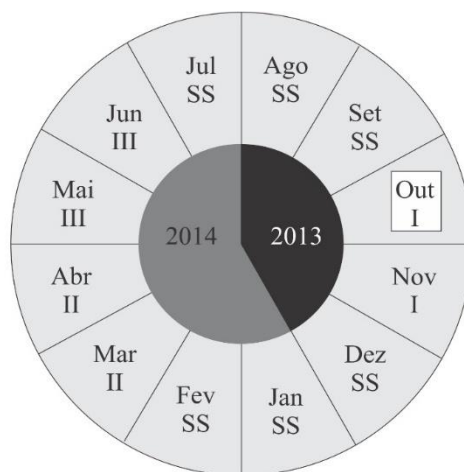


Figura 4. Ciclo de vida de *P. bicolor* em *H. impetiginosus* correspondente aos meses do ano de 2013 à 2014, e as fases do patógeno. SS: sem sintomas, 0: espermogônio, I: écio, II: uredíneo, III: télio.

No mês de março até o final de abril de 2014, foram observados esporos de *P. bicolor* (Figura 4). Os esporos eram urediniospores com soros hipófilos, pulverulentos, encontrados em baixa intensidade. Em maio, houve a presença de teliospores na superfície abaxial dos folíolos, os apêndices apresentavam verticilos com 2 a 4 ramificações, característico de *P. bicolor*. Os teliospores permaneceram até o mês de junho de 2014 (Figura 4), porém em baixa intensidade pois as folhas que se encontravam em fase de senescência (Tabela 3). Este estágio precede o início da floração e posterior frutificação, quando a planta não apresenta folhas e, portanto, o fungo não se desenvolve (Tabela 1). Não foram observados sintomas nos frutos de *H. impetiginosus*, no entanto, Rezende et al. (1993) relatou em *H. serratifolia*.

Em ambas as espécies de ipês, foram observados os sintomas e sinais provocados por *P. tecomicola* e *P. bicolor* sobre seus hospedeiros, *H. vellosi* e *H. impetiginosus* respectivamente. Em *H. vellosi*, houve elevada formação de galhas e tumores, e densa esporulação de eciósporos, bem como no estágio urédio e télio, em que as folhas apresentavam pontuações escuras em consequência da produção de urediniospores e teliospores. Já em *H. impetiginosus*, os sintomas, a formação dos esporos e intensidade de infecção foram baixos. Para as duas espécies em estudo, não foi descrito o estágio de espermogônio (0) apesar de serem observados, e basídia (IV) que não foram

observados. As espécies de *Prospodium* descritas nesse trabalho já foram relatadas sobre ambas espécies de *Handroanthus* (FERNANDES et al., 2018).

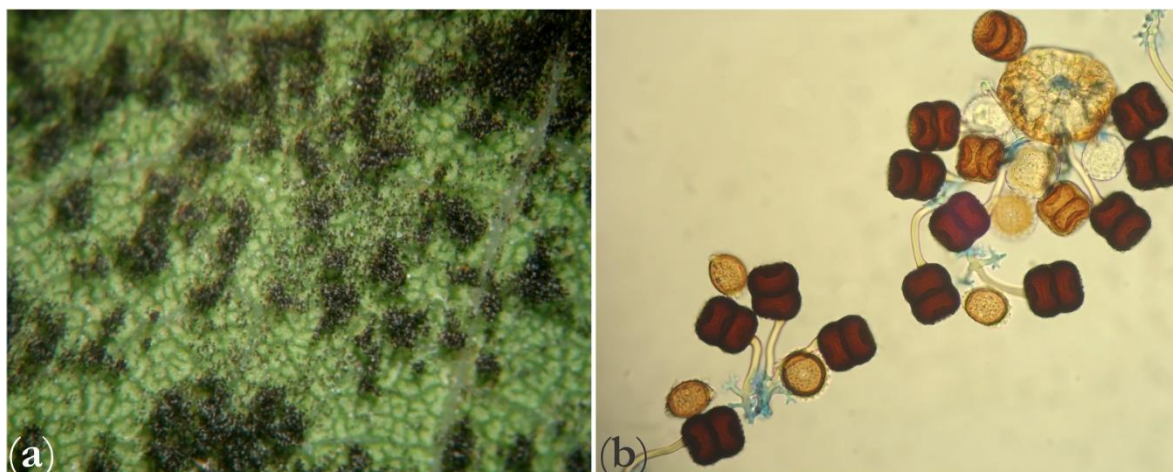


Figura 5. Estruturas de *P. bicolor* em *H. impetiginosus* (a) Télió supraestomatal pulverulento na face abaxial de folíolos; (b) Urediniósporos e teliósporos pedicelados com apêndices verticilados com 2 a 4 ramificações.

As infecções por eciósporos, urediniósporos e teliósporos podem ter sido influenciadas pela idade do órgão do hospedeiro. Estudos de infecção em folíolos mostraram que as estruturas infectivas de basidiósporos têm a capacidade de penetrar diretamente no hospedeiro enquanto que eciósporos e urediniósporos não tem a capacidade, pois sua penetração ocorre via estômatos (REZENDE et al., 1993).

4. CONCLUSÕES

Em *H. vellosi*, houve elevada formação de galhas e tumores, e densa esporulação de eciósporos, bem como de urediniósporos e teliósporos de *P. tecomicola*. Em *H. impetiginosus* os sintomas e a formação dos esporos provocados por *P. bicolor* foi baixa. O ciclo de vida dos dois fungos está diretamente relacionado com a fenologia das plantas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq (Processo No. 552377/2011-2); ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal (PGAGRO); e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), o apoio financeiro ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F.C. Relação das espécies Uredinales coletadas na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.6, p.147-150, 1971.
- ANDREAZZA, C.J.; VITORINO, M.D. Possibilidades na utilização de *Prospodium appendiculatum* (Wint.) Arth. (Uredinales: Pucciniaceae) para o controle biológico do amarelinho *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth (Bignoniaceae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, 1, 2005, Brasília. **Anais** [...]. 2005.
- CARVALHO JR., A.A.; HENNEN, J.F. New species and nomenclature in *Prospodium* (Uropixidaceae, Pucciniales) and the new anamorphic genus *Canasta* in the Neotropics. **Mycologia**, v.102, n. 105, p.1096-1113, 2010. <https://doi.org/10.3852/09-049>
- CUMMINS, G.B. **The genus Prospodium** (Uredinales). *Lloydia*. v.3, p.1-78, 1940.
- CUMMINS, G.B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated genera of rust fungi**. 2 ed. The American Phytopathological Society. Saint Paul, MN, Ed. APS Press. 2003. 225p.
- EITEN G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v.38, p.201-341, 1972.
- FERNANDES, F.M.; GRAICHEN, F.A.S.; SILVA, A.R.D.; RÉGO, N. H. Ocorrência de ferrugem em *Handroanthus impetiginosus* e *Handroanthus vellosi* no estado de Mato Grosso do Sul. **Rodriguésia**. v.69, n.4, p.2245-2252, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869449>
- FERREIRA, F.A. **Patologia Florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Sociedade de Investigação Florestal, Viçosa, 1989. 570 p.
- FERREIRA, F.A.; HENNEN, J.F. The life cycle, pathology, and taxonomy of the rust, *Prospodium bicolor* sp. nov., on yellow ipe, *Tabebuia serratifolia*, in Brazil. **Mycologia**, v.78, n.5, p.795-803, 1986. <https://doi.org/10.1080/00275514.1986.12025324>

- FIGUEIREDO, M.B.; PASSADOR, M.M. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n. 1, p.117-134, 2008.
- GROSE, S.O.; OLMSTEAD, R.G. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). **Systematic Botany**, v.32, n. 3, p. 660-670, 2007. <https://doi.org/10.1600/036364407782250652>
- HENNEN, J.F.; FIGUEIREDO, M.B.; CARVALHO JR, A.A.; HENNEN, P.G. **Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil**. 2005. Disponível em: <http://jbrj.gov.br/publicacoes/editoriais> .
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5 ed., Nova Odessa, V1. 2008. 384p.
- MAIA, L.C.; CARVALHO Jr., A.A.; CAVALCANTI, L.H.; GUGLIOTTA, A.M.; DRECHSLER-SANTOS, E.R.; SANTIAGO, A.L.M.A.; CÁCERES, M.E.S.; GIBERTONI, T.B.; GIACHINI, A.A.A.J.; SOARES, A.M.S.; SILVA, A.C.G.; MAGNAGO, A.C.; GOTO, B.T.; LIRA, C.R.S.; MONTOYA, C.A.S.; PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.; SILVA, D.K.A.; SOARES, D.J.; REZENDE, D.H.C.; LUZ, E.D.M.N.; GUMBOSK, E.L.; WARTCHOW, F.; KARSTEDT, F.; FREIRE, F.M.; COUTINHO, F.P.; MELO, G.S.N.; SOTÃO, H.M.P.; BASEIA, I.G.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA J.J.S.; SOUZA, J.F.; BEZERRA, J.L.; ARAUJO NETA, L.S.; PFENNING, L.H.; GUSMÃO, L.F.P.; NEVES, M.A.; CAPELARI, M.; JAEGER, M.C.W.; PULGARÍN, M.P.; MENOLLI JR. N.; MEDEIROS, P.S.; FRIEDRICH, R.C.S.; CHIKOWSKI, R.S.; PIRES, R.M.; MELO, R.F.; SILVEIRA, R.M.B.; URREA-VALENCIA, S.; CORTEZ, V.G.; SILVA, V.F. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v.66, n. 4, p.1033-1045, 2015. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566407>
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633-1644, 2007. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do pantanal**. Corumbá: Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 1994. 320p.
- REZENDE, D.V.; FERREIRA, F.A.; MATSUOKA, K. Penetração de estruturas infectivas por basidiósporos, eciosporos e urediniósporos de *Prospodium bicolor* em folíolos de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*). **Fitopatologia Brasileira**, v.18, n.1, p.19-23, 1993.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2 ed. Nova Odessa, 2008. 704p.
- VELLOZO, L.G.C.; NOWACKI, M.J.; VERNALHA, M.M. Contribuição ao levantamento fitossanitário do estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.4, p.9-24, 1949. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500013>
- VIÉGAS, A.P. Alguns fungos do Brasil IV. Uredinales. **Bragantia**, v.5, p.1-144, 1945. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051945000100001>