

# ESTUDOS BIOLÓGICOS DE ESPÉCIES DE *PUCCINIA* UTILIZANDO “GERMINATÉLIOS”

## *BIOLOGICAL STUDIES OF PUCCINIA SPECIES USING “GERMINATELIA”*

Christiane Ceriani Aparecido<sup>1</sup>; Martha Maria Passador<sup>2</sup>

1. Pesquisadora Científica, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Instituto Biológico, São Paulo, SP, Brasil. christianeceriani@biologico.sp.gov.br; 2. Pós Doutoranda Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil.

**RESUMO:** Apesar da importância dos fitopatógenos pertencentes à Ordem Pucciniales (=Uredinales), popularmente denominados de ferrugens, certas particularidades de sua biologia são pouco conhecidas, principalmente devido à dificuldade de cultivá-los em meios de cultura e também pela falta de metodologias adequadas ao desenvolvimento das pesquisas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de aparatos denominados “germinatélios” para a obtenção de dados sobre a produção de basidiósporos e biologia de diferentes espécies de Pucciniales. Foram utilizadas no estudo as espécies *Puccinia psidii*, *P. pampeana*, *P. pelargonii-zonalis*, *P. arachidis*, *P. mogiphanis*, *P. emiliae*, *P. heterospora*, *P. malvacearum* e *P. cnici oleracei*. A utilização dos “germinatélios” permitiu constatar elevada produção de basidiósporos (estruturas infectivas) por um período de até 5 meses, à temperaturas entre 12 a 21°C. Além disso, em *P. malvacearum* foi possível registrar a germinação por repetição (estratégia de sobrevivência) em 4,5% dos basidiósporos produzidos. Todas as espécies foram favorecidas a temperaturas amenas. Estes resultados demonstram, portanto, que a utilização dos “germinatélios” é eficiente, auxiliando na obtenção de dados sobre a biologia e ciclos de diferentes espécies de *Puccinia*, possibilitando melhor conhecimento sobre estes fitopatógenos, resultando em medidas de manejo e controle mais adequadas/precisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção de basidiósporos. Metodologia. Ciclo biológico.

### INTRODUÇÃO

As doenças fúngicas causadas por basidiomicetos pertencentes à Ordem Pucciniales (=Uredinales) recebem o nome de ferrugens. Tais microrganismos são ditos, atualmente, parasitos ecologicamente obrigados uma vez que algumas poucas espécies puderam ser mantidas em laboratório graças ao desenvolvimento de culturas axênicas (KATSUHIRO; KATSUYA, 1985; CARVALHO JR. et al., 1998). Os agentes causais das ferrugens estão entre os microrganismos de ciclo biológico mais complexo. Atualmente, poucos ciclos de vida de ferrugens tropicais foram demonstrados, devido ao pleomorfismo que torna seus ciclos vitais, muitas vezes, complicados e de difícil interpretação. Porém, alguns ciclos puderam ser demonstrados por meio de estudos realizando-se inoculações experimentais com esporos dos diferentes estágios cíclicos como é o caso, por exemplo, de *Puccinia graminis* (heteroécia) e *P. heliantii*, espécie autoécia, pois todo o ciclo ocorre na mesma planta hospedeira, ambas de regiões temperadas do hemisfério Norte (CRAIGIE, 1931). Aqui no Brasil foram realizados alguns estudos para a compreensão do ciclo de *P. pampeana*, agente causal da ferrugem da pimenta e do pimentão, sendo que foi constatado ser este espécie biteleomórfica, com ciclo reduzido (HENNEN et al., 1984;

FIGUEIREDO et al., 1987). Outras, a exemplo da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*), tiveram seus ciclos teoricamente interpretados por meio de análises morfológicas (HENNEN; FIGUEIREDO, 1984).

Os fungos representantes da Ordem Pucciniales apresentam alta especificidade em relação a seus hospedeiros, sendo capazes de infectar um grande número de plantas vasculares, cultivadas ou silvestres. Várias espécies consideradas cosmopolitas, com distribuição mundial, infectam plantas cultivadas, causando perdas significativas na produção.

Uma importante particularidade das ferrugens é o pleomorfismo, característica que permite que a uma mesma espécie apresentar até cinco tipos de esporos diferentes ou, mais raramente, até seis como é o caso de *Puccinia vexans*. Cada esporo é produzido por uma estrutura diferente, sendo que a manifestação de cada uma ocorre em diferentes épocas do ano. Várias destas estruturas podem ser infectivas, sendo que os basidiósporos são uma das mais importantes por serem produzidos por todas as espécies. Com relação aos urediniósporos, também são estruturas importantes, funcionando como conídios (FIGUEIREDO; PASSADOR, 2008). Algumas espécies, denominadas heteroécias, necessitam de dois hospedeiros não relacionados entre si para que

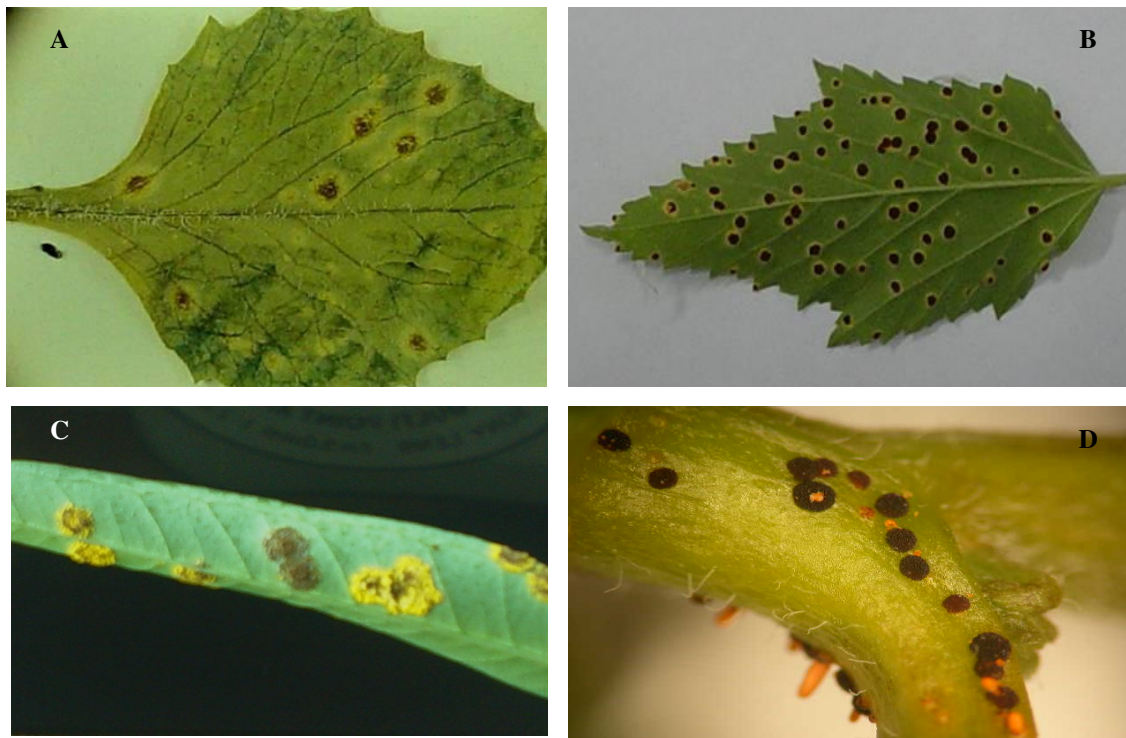
seus ciclos vitais sejam completados, enquanto que outras, as autoécias, são capazes de completar seu ciclo vital em um único hospedeiro. Além disso, a morfologia das estruturas esporíferas, algumas vezes, não coincide com as funções normalmente desempenhadas no ciclo vital das espécies mais bem estudadas. Como resultado de todas estas particularidades, os agentes causais das ferrugens estão entre os microrganismos de ciclo biológico mais complexo (CUMMINS, 1978; CUMMINS; HIRATSUKA, 1983; FIGUEIREDO et al., 1987; HENNEN et al., 1984).

Estudos realizados no Brasil permitiram estimar a existência de, pelo menos, 3000 espécies de ferrugens no País (HENNEN et al., 1982). Destas, cerca de apenas 800 são conhecidas, sendo que pouco se sabe sobre a biologia e ciclos vitais destes importantes patógenos, como resultado da dificuldade de cultivá-los em laboratório e, também à falta de metodologias adequadas ao desenvolvimento das pesquisas (CUTTER JR., 1959; CARVALHO JR. et al., 1998). Existem algumas informações, que se referem, principalmente, a trabalhos de campo (MAGALHÃES et al., 2008; LIMA, 2009). Como resultado destas dificuldades, dados básicos à cerca da biologia desses microrganismos são escassos na literatura nacional e internacional, dificultando o manejo das doenças por eles provocadas. Assim,

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência e viabilidade de um método que possibilite o estudo dos ciclos vitais de diferentes espécies de Pucciniales, incrementando o conhecimento sobre a biologia deste importante grupo de fitopatógenos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados aparatos denominados “germinatélios”, que funcionam como uma microcâmara úmida (FIGUEIREDO; COUTINHO, 1984). Foram utilizados soros teliais de *Puccinia psidii*, *P. pampeana*, *P. pelargonii-zonalis*, *P. arachidis*, *P. mogiphanis*, *P. emiliae*, *P. heterospora*, *P. arechevaetae*, *P. cnici-oleracei* e *P. malvacearum*, coletados, respectivamente, de folhas de jambo (*Syzygium jambos*), diferentes espécies de pimenteiras (pimenta dedo-de-moça - *Capsicum bacatum*; pimenta tomate - red ruffled - *Capsicum annuum*; pimenta bode - *Capsicum chinense*), gerânio (*Pelargonium* spp.), amendoim (*Arachis hypogaea*), *Alternanthera* sp., *Paullinia* sp., *Emyilia sonchifolia* e *Sida* spp. as duas últimas espécies. No estudo, também, foram coletados teliosoros aecidióides de *P. pampeana*. Na Figura 1 estão ilustrados alguns dos materiais utilizados no estudo e provenientes de diferentes plantas hospedeira.



**Figura 1.** Estruturas de diferentes espécie de Pucciniales estudadas com o uso do “germinatélio”. A → *Puccinia cnici-oleracei*; B → *P. heterospora*; C → *P. psidii*; D → *P. pampeana*.

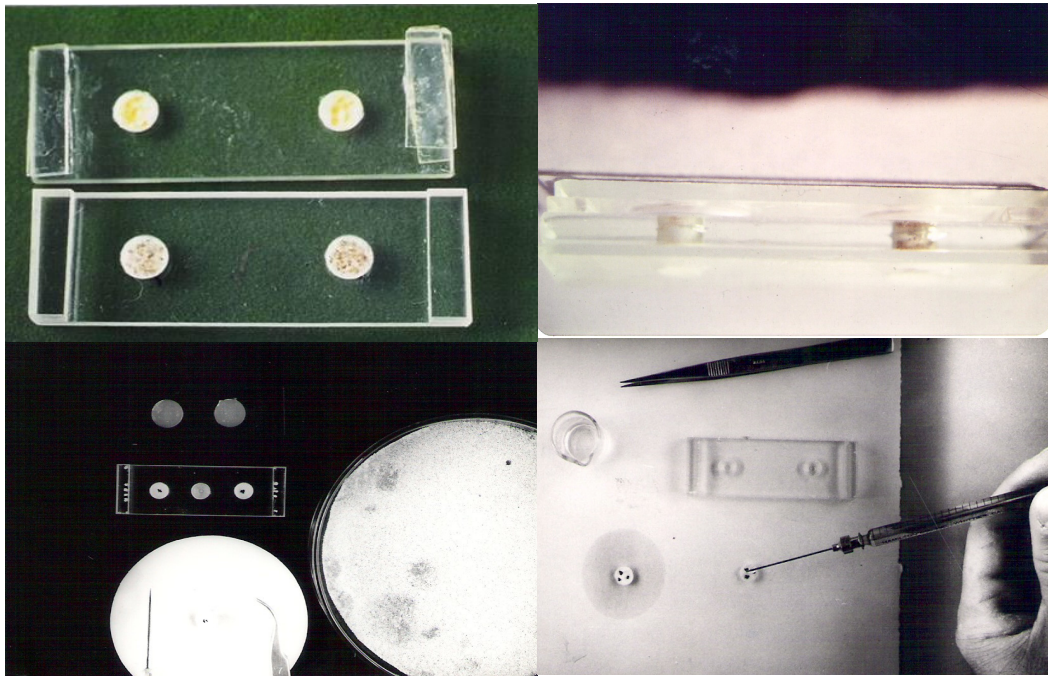
Os teliossoros tiveram seu diâmetro medido e, para o cálculo da área foi utilizada a fórmula  $A=\pi R^2$ , cujo valor médio correspondeu, em  $\text{mm}^2$ , a 0,049 para *P. psidii* e 0,64 para *P. pampeana* (teliossoros telióide). Quanto aos teliossoros aecidióides de *P. pampeana*, por terem formato cilíndrico, foi calculado o volume, através da fórmula  $V=\pi R^2 \times H$ , tendo sido obtido o valor de  $0,0443 \text{ mm}^3$ .

Para as demais ferrugens, os materiais foram coletados a partir das folhas infectadas, sendo retirados juntamente com parte do tecido vegetal, fragmentos de  $1\text{mm}^2$ .

Os soros foram assentados sobre pequena porção de algodão umedecido existente nos germinatélios e, posteriormente, estes foram invertidos sobre lâminas de microscopia onde havia

discos de ágar-água (AA). O conjunto foi colocado no interior de cristalizadores (placas de vidro com 20 cm de diâmetro e 4 cm de altura) forrados com espuma de náilon umedecida com água destilada, permanecendo a diferentes temperaturas. Diariamente os soros teliais foram lavados com água destilada estéril, para remoção dos autoinibidores presentes nas paredes dos teliósporos, e os discos de AA foram observados em microscópio de luz para verificar se houve liberação de basidiósporos, sendo realizada a troca dos discos após cada observação (FIGUEIREDO; COUTINHO, 1984).

Na Figura 2 podem ser observados os procedimentos realizados durante a condução dos experimentos.



**Figura 2.** Germinatélios com soros (A e B- Fonte: Mário Barreto Figueiredo), demonstrando o procedimento de lavagem efetuado diariamente (C e D - Fonte: Mário Barreto Figueiredo).

Os teliossoros de *P. psidii* foram mantidos às seguintes temperaturas: 12, 15, 18, 21 e  $24^{\circ}\text{C}$ . Quanto aos teliossoros telióides de *P. pampeana* foram submetidos a choques térmicos em câmaras com temperaturas controladas a  $8^{\circ}\text{C}$ ,  $12^{\circ}\text{C}$  e  $35^{\circ}\text{C}$ . Os materiais permaneceram sob estas temperaturas por um período de três horas, no escuro. Depois foram agrupados em única câmara a temperatura a  $12^{\circ}\text{C}$ , e fotoperíodo de 14 horas de luz e 10 horas de escuro, onde permaneceram até o final do estudo. O tratamento controle correspondeu aos teliossoros que permaneceram a  $12^{\circ}\text{C}$  desde o início do experimento. Com relação aos teliossoros aecidióides, permaneceram sob  $15^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . *P.*

*pelargonii-zonalis* foi mantida a  $19^{\circ}\text{C}$  e as demais espécies, a  $17^{\circ}\text{C}$ .

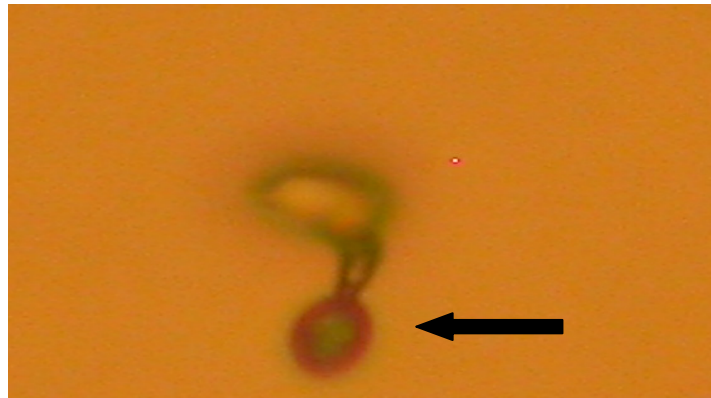
Para avaliação dos experimentos, foram registrados: (i) o tempo passado desde o preparo dos germinatélios até o início da liberação de liberação de basidiósporos; (ii) o número de quedas; (iii) quando possível, contagens, com o auxílio de um contapasso manual, do número de basidiosporos liberados, para que fosse determinada a capacidade média de produção. Com o objetivo de facilitar a contagem, os discos de ágar-água foram quadriculados, com o auxílio de um conjunto de lâminas, de forma que a superfície desses discos ficasse semelhante a uma câmara de Neubauer. O

delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, sendo cada tratamento (ferrugem x temperatura) havia quinze repetições. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados por meio do programa ASSISTAT, versão 7.5 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização dos germinatélios possibilitou a obtenção de importantes dados sobre a biologia das

espécies de *Puccinia* estudadas. Pôde-se, por exemplo, documentar a germinação por repetição, fenômeno que ocorre com alguns basidiósporos de *P. malvacearum* que germinam novamente produzindo um novo basidiósporo, este de menor tamanho, mas que contém as mesmas informações genéticas, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie na ausência do hospedeiro e/ou sob condições ambientais desfavoráveis (Figura 3).



**Figura 3.** Basidiósporo produzido por teliósporo de *P. malvacearum* apresentando a geminação por repetição (seta).

Quando ao início da produção e contagem de basidiósporos por unidade de área dos soros teliais, verificou-se que, para *P. psidii*, a 12°C a liberação das cargas de basidiósporos teve início 48 horas após o preparo dos germinatélios, enquanto que às demais temperaturas, o início da produção e

liberação dos basidiósporos ocorreu após 24 horas. Foram registradas de 2 a 5 quedas, variando a produção média de 13.000 a 44.000 basidiósporos/mm<sup>2</sup>, conforme registrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Produção média de basidiosporos pelos teliosporos de *Puccinia psidii* submetidos a diferentes temperaturas.

Temperatura	Produção média (basidiosporos/mm <sup>2</sup> )*
12°C	18.633a
15°C	13.571a
18°C	23.143a
21°C	44.673b
24°C	26.490a

\*Média de quinze repetições; \*\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de TUKEY / Coeficiente de variação = 7,65129%.

Observando-se a Tabela 1, pode-se perceber que a maior produção de basidiosporos por mm<sup>2</sup> ocorreu a 21°C, sendo esta temperatura considerada a mais propícia para a produção de basidiosporos dentre as testadas, embora, a produção tenha sido elevada a todas as temperaturas avaliadas. Isto,

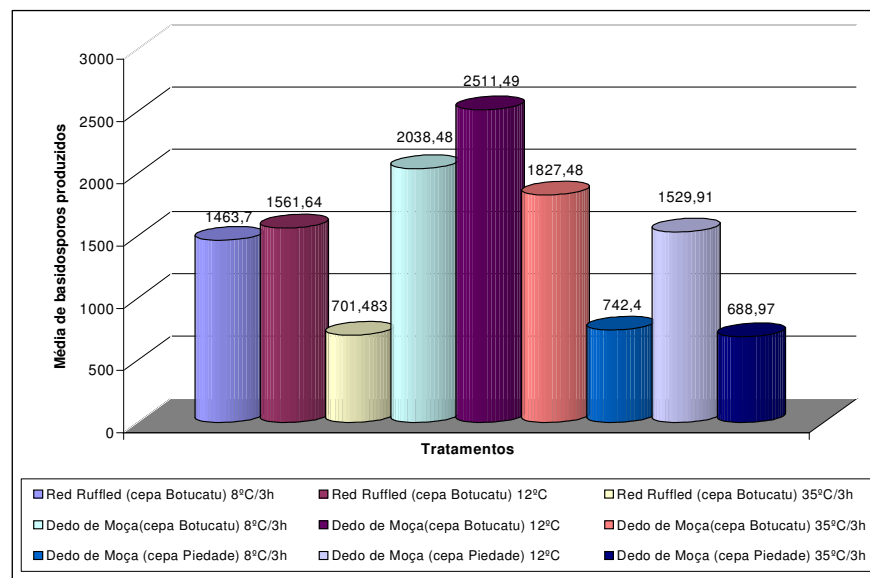
provavelmente, tenha ocorrido devido às temperaturas utilizadas no experimento não serem adversas à produção/germinação de teliósporos, resultando em grande produção de basidiósporos. Ensaio realizados em casa de vegetação, permitiram constatar que temperatura média de

28°C tem influência negativa na formação de teliosporos de *P. psidii*, enquanto que, até 25°C, estas estruturas são produzidas em abundância (APARECIDO et al., 2003). Para *P. pampeana* a temperatura elevada também se mostrou fator limitante no que se refere à produção dos basidiósporos (APARECIDO et al., 1997).

Com relação a *P. pampeana*, os teliosporos telióides provenientes tanto da pimenta dedo-de-moça como da variedade pimenta tomate (red ruffled), cepas coletadas em Botucatu-SP, submetidos a choque de temperatura a 35°C, iniciaram a produção de basidiósporos após 72 horas, ou seja, após 3 lavagens dos soros. Já aqueles submetidos a choque de temperatura a 8°C iniciaram a produção de basidiósporos após 48 horas, ou seja, após 2 lavagens. Corroborando com resultados obtidos por FIGUEIREDO et al. (1987). Os teliosporos provenientes da pimenta dedo-de-moça, isolado coletado em Piedade-SP apresentaram diferença no início da produção: os que foram

submetidos ao choque de temperatura a 35°C e 8°C iniciaram a sua produção após 48 horas, após 2 lavagens dos soros. Os teliosporos mantidos a 12°C iniciaram a produção de basidiósporos após 72 horas, ou seja, após 3 lavagens. Até a sexagésima lavagem, todos os teliosporos amostrados produziram basidiósporos continuamente. Observou-se a paralisação na produção de basidiósporos, após 101 quedas nas amostras mantidas somente a 12°C. Os primeiros que deixaram de produzir basidiósporos foram os coletados de pimenta tomate, mantidos a 12°C, cuja produção cessou após 67 quedas. Com relação aos teliosporos coletados de pimenta dedo-de-moça, cepa de Botucatu-SP, os soros que foram tratados com choque de temperatura a 8°C, foram os que encerraram a produção de basidiósporos primeiro, ou seja, após 89 quedas.

Com relação à quantidade produzida, houve liberação de cerca de 2.500 basidiósporos/mm<sup>2</sup> de área soral (Figura 4).



**Figura 4.** Produção de basidiósporos pelos teliosporos telióides de *P. pampeana* coletados pimentas dedo-de-moça e redruffle provenientes de duas diferentes localidades e submetidos a choques de temperatura.

De acordo com a Figura 4, em todas as amostras, o tratamento que induziu a maior queda de basidiósporos foi à temperatura de 12°C, enquanto que a 35°C foram registradas as menores quantidades. Além disso, os choques de temperatura provocaram uma alteração na produção de basidiósporos, antecipando (8°C) ou postergando (35°C) a liberação destas estruturas, mas sem inviabilizar os teliosporos telióides. Estes resultados apresentam-se próximos daqueles obtidos por Figueiredo et al. (1987), que obtiveram uma maior porcentagem de germinação dos teliosporos

telióides quando estes foram submetidos a temperaturas entre 12°C e 18°C. Em ensaios comparando temperaturas entre 15°C e 18°C, Aparecido; Figueiredo (1997, 1998, 1999), obtiveram maior índice de germinação dos teliosporos e, como consequência, maior produção de basidiósporos, quando os teliosporos telióides foram submetidos a 15°C.

É importante ressaltar que a liberação de basidiósporos por um longo período de tempo é um resultado significativo e que reflete no aspecto epidemiológico do patógeno e da doença por ele

causada. Em se tratando de um organismo biotrófico períodos longos de produção de estruturas infectivas contribuem para o encontro de hospedeiros com certa constância, favorecendo a sobrevivência do patógeno e dificulta o controle da doença.

Com relação aos teliósporos aecidióides a produção de basidiósporos teve início 4 horas após o preparo dos germinatélios, sendo registradas até 3 quedas ou liberações, com produção média de 18.400 basidiósporos/mm<sup>3</sup> e 16.400 basidiósporos/mm<sup>3</sup> para amostras mantidas, respectivamente, a 15° e 18°C.

Para *Puccinia mogiphanes*, foram registradas até 16 liberações, com produção média de 7.500 basidiósporos/mm<sup>2</sup>. *P. cnici-oleracei*, *P. heterospora*, *P. arechevaletae* e *P. pelargonii-zonalis* iniciaram as liberações, após 24h (a primeira) e 48 horas (as demais), sendo registradas de 17 a 35 liberações de basidiósporos, mas devido ao elevado número de basidiósporos produzidos a contagem por mm<sup>2</sup> tornou-se difícil.

Com relação a *P. arachidis*, foram registradas 4 quedas, com produção média de 1.500 basidiósporos/mm<sup>2</sup>.

Os resultados obtidos possibilitaram constatar a existência de espécies cujos soros telióides foram denominados de soros de “curta duração”, liberando de 2 a 4 descargas consecutivas de basidiósporos, e “longa duração”, em que se registrou de 16 até 101 liberações consecutivas de basidiósporos. É importante ressaltar que as ferrugens com teliossoros de “longa duração” apresentam soros pulverulentos, enquanto que aquelas com teliossoros de “curta duração”, soros pulverulentos. Esta particularidade, talvez possa ser utilizada como mais uma característica para identificar as espécies, ou mesmo separar gêneros, pertencentes ao complexo grupo das Pucciniales.

Pôde-se verificar que temperaturas amenas, entre 12° e 21°C foram as mais favoráveis. Para outras ferrugens que também ocorrem em regiões tropicais, elevadas produções de basidiósporos foram registradas a temperaturas amenas. Como exemplo, podem ser citadas: *Puccinia arachidis*, *P. pampeana*, *P. mogiphanes*, *P. cnici-oleracei*, *P. heterospora*, *P. arechevaletae*, *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (GOLD; MENDGEN, 1984; APARECIDO; FIGUEIREDO, 1997, 1998, 1999; FIGUEIREDO; APARECIDO, 1998). Devido ao Brasil ser um país de dimensões continentais, apresentando diferentes condições

climáticas em diferentes regiões e épocas do ano, temperaturas amenas podem ocorrer durante a maior parte do ano em diferentes regiões do País, favorecendo a ocorrência das epifitias e resultando nas grandes perdas continuamente observadas. Principalmente durante a noite, as temperaturas podem ser mais baixas, além da umidade mais elevada, momento durante o qual grandes cargas de basidiósporos podem ser liberadas.

Observa-se, portanto, que a utilização do “germinatélio” pode fornecer dados importantes e significativos para o conhecimento das ferrugens que possuem teliossoros. Poucos são os dados existentes sobre este grupo de patógenos, principalmente no que se refere a estudos biológicos. Como exemplo podem ser citados os estudos epidemiológicos realizados por Naruzawa et al. (2006) com *Phakopsora euvitis* e que possibilitaram verificar que a temperatura de 25°C, ausência de luz e a superfície inferior da folha de videira foram as melhores condições para a germinação de urediniósporos do patógeno. Também, Leu (1988) verificou que para a geminação de urediniósporos de *Physopella ampelopsidis* a temperatura de 24°C é a ótima, enquanto que 8°C é a mínima. Em um outro estudo de campo, Blum; Dianese (2001), avaliando os padrões de liberação de urediniósporos de *P. psidii* (ferrugem das mirtáceas), verificaram que a principal carga de esporos ocorreu de maio a julho, entre as 10h e as 13 horas. Martins (2010), também observou a ocorrência de germinação de urediniósporos a 10, 15, 20 e 25°C. No entanto, o crescimento do tubo germinativo foi mais rápido conforme a temperatura aumentava, apresentando redução do crescimento a partir de 25°C. Também, para *Hemileia vastatrix*, Capucho et al. (2011), registraram elevada taxa de germinação e infectividade de urediniósporos a temperaturas entre 21 e 24°C. Todos estes dados corroboram com os resultados descritos neste estudo e que demonstram a influência das temperaturas amenas favorecendo o ciclo biológico das Pucciniales no Brasil, além de comprovar que o “germinatélio” pode ser uma nova ferramenta para a realização de estudos biológicos em laboratório.

Todas essas informações são importantes, uma vez que poderão facilitar a tomada de decisões para medidas de manejo e controle mais eficientes e acertadas, o que certamente poderá reduzir os custos de controle.

---

**ABSTRACT:** Despite the importance of plant pathogens belonging to the Order Pucciniales (=Uredinales), popularly called rusts, certain peculiarities of its biology is poorly known, mainly due to the difficulty of growing them in

culture media and also by the lack of appropriate methodologies for the development of research. Therefore, this study was to verify the efficiency of apparatus called "germinatelia" to obtain data about the basidiospores production biology of different Pucciniales species. Were used in the study *Puccinia pampeana*, *P. psidii*, *P. pelargonii-zonalis*, *P. arachidis*, *P. mogiphanis*, *P. emiliae*, *P. heterospora*, *P. malvacearum* and *P. cnici-oleracei*. The use of "germinatelia" have revealed high basidiospores production for a period up to 5 months at temperatures between 12° and 21°C. Furthermore, in *P. malvacearum* was possible to record the germination by repetition (survival strategy) in 4.5% of basidiospores produced. All species were favored to mild temperatures. These results therefore demonstrate that the use of "germinatélios" is efficient, assisting in obtaining data about the biology and cycles of different *Puccinia* species, enabling better understanding of these pathogens, resulting in management and control measures most appropriate/accurate.

**KEYWORDS:** Basidiospores production. Methodology. Biological cycle.

---

## REFERÊNCIAS

- APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Influência e temperatura na produção de basidiosporos pelos soros teliais de *Puccinia pampeana*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 64, Suplemento, p. 61, 1997.
- APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Produção de basidiosporos pelos télios aecidióides (*Endophyllum*) de *Puccinia pampeana* submetidos a diferentes temperaturas. São Paulo, **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 65, Suplemento, p. 59, 1998.
- APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Resenha de dados obtidos sobre a capacidade de produção de basidiosporos por *Puccinia* spp.. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 66, Suplemento, p. 10, 1999.
- APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B.; FURTADO, E. L. Influência da temperatura sobre a infecção, formação de teliosporos e produção de basidiosporos de *Puccinia psidii* (Uredinales). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, p. 239-243, 2003.
- BLUM, L. E. B.; DIANESE, J. C. Padrões de liberação de urediniósporos e desenvolvimento da ferrugem do jambeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 845-850, 2001.
- CARVALHO JR., A. A.; MARTINS, E. M. F.; FIGUEIREDO, M. B. Cultura axênica de *Melampsora epitea*, a ferrugem do chorão (*Salix babylonica*) a partir de urediniosporos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 379-385, 1998.
- CAPUCHO, A. S., ZAMBOLIM, L. CABRAL, P. G. C., MACIEL-ZAMBOLIM, E. CAIXETA, E. T. Germinação e infecção da ferrugem em cafeeiro conilon sob diferentes temperaturas e molhamentos foliares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011. Araxá, MG, Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44608/1/Germinacao-e-infeccao-da-ferrugem.pdf>>. Acesso em 18 set. 2012.
- CRAIGIE, J. H. An experimental investigation of sex in the rust fungi. **Phytopathology**, St. Paul, v. 21, n. 11, p. 1001-1040, 1931.
- CUMMINS, G. B. **Rust Fungi on Legumes and Compositae in North America**. Univ. Arizona Press, Tucson, 1978, 424p.
- CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated genera rust fungi**. Revised Edition. Ed. the Am. Phytopath. Soc. St. Paul. Minnesota, 1983, 152p.
- CUTTER JR., V. M. Studies on the isolation and growth of plant rusts in host tissue cultures and upon synthetic media I Gymnosporangium. **Mycologia**, Lawrence, v. 51, p. 248-295, 1959.
- FIGUEIREDO, M. B; APARECIDO, C. C. Capacidade de produção de basidiosporos por diferentes espécies de *Puccinia*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, Suplemento, p. 61, 1998.

- FIGUEIREDO, M. B.; COUTINHO, L. N. A germination chamber obtaining pure basidiospores of rust fungi. In: SIMPÓSIO SOBRE FERRUGENS DO CAFEEIRO, 3., 1983, Oeiras, Portugal, **Comunicações...** Oeiras: Centro Invest. Ferrugens Cafeeiro. 1984. p.61-65.
- FIGUEIREDO, M. B.; PASSADOR, M. M. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, p. 117-134, 2008.
- FIGUEIREDO, M. B., PIMENTEL, C. P. V., RUSSOMANO, O. M. R., COUTINHO, L. N. Biologia da espécie biteliomórfica de *Puccinia pampeana* Speg.- *Endophyllum pampeanum* (Speg.) Lindq. ferrugem da pimenta e do pimentão (*Capsicum* spp.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 1-10, 1987.
- GOLD, R. E.; MENDGEN, K. Vegetative development of *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* in *Phaseolus vulgaris*. **Canadian Journal of Botany**, Ontário, v. 62, n. 10, p. 2003-2010, 1984.
- HENNEN, J. F.; HENNEN, M. M.; FIGUEIREDO, M. B. Índice das ferrugens (Uredinales) do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 49, Suplemento, p. 1-201, 1982.
- HENNEN, J. F.; FIGUEIREDO, M. B.; PIMENTEL, C. P. V.; RUSSOMANNO, O. M. R. The life cycle and taxonomy of *Puccinia pampeana* (Speg.) Lindq. on *Capsicum* spp. and other Solanaceae. **Report of the Tottori Mycological Institute**, Tottori, v. 22, p. 209-220, 1984.
- HENNEN, J. F.; FIGUEIREDO, M. B. The Life Cycle of *Hemileia vastatrix*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERRUGENS DO CAFEEIRO, 3., 1983, Oeiras, Portugal, **Comunicações...** Oeiras: Centro Invest. Ferrugens Cafeeiro. 1984. p. 48-55.
- KATSUHIRO, A.; KATSUYA, K. Occurrence of different races during axenic culture of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* race 45. **Annals of Phytopathological Society of Japan**, Tokyo, v. 51, p. 421-425, 1985.
- LAUNDON, G. F.; WATERSTON, J. M. *Puccinia helianthi*. **Commonwealth Mycological Institute – Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria**, London, n. 55, 1965.
- LEU, L. S. Rust. In: Pearson, R. C.; Gohen, A. C. (Eds.) Compendium of grape diseases. St. Paul: APS Press. 1988. p. 28-30.
- LIMA, M. A. Dinâmica temporal de urediniosporos e controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycine max*). 2009. 159 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <[http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/9019/1/2009\\_MarcelloArraisLima.pdf](http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/9019/1/2009_MarcelloArraisLima.pdf)>. Acesso em 18 set. 2012.
- MAGALHÃES, E. E.; ANGELOTTI, F.; FERNANDES, H. A. Favorabilidade das condições climáticas à ocorrência da ferrugem da videira no submédio do Vale do São Francisco. 2008. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/875327/1/Francislene.pdf>>. Acesso em 18 set. 2012.
- MARTINS, T. D. **Aspectos epidemiológicos da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-14022011-080631>>. Acesso em 18 set. 2012.
- NARUZAWA, E. S.; CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; TOMQUELSKI, G. V.; BOLIANI, A. C. Estudos epidemiológicos e controle químico de *Phakopsora euvitis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 41-45, 2006.
- SCOTT, K. J.; MACLEAN, D. J. Culturing of rust fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Baltimore, v. 7, p. 123-146, 1969.