

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitidis* POR TÉCNICAS QUÍMICA E MATEMÁTICA EM 3D
MORPHOMETRIC EVALUATION OF UREDINIOSPOROS FROM *Phakopsora euvitidis* BY CHEMICAL AND MATHEMATICAL TECHNIQUES IN 3D

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho^{1*}, Rafael Martins da Cruz², Adrielle Pereira da Silva¹



Resumo: *Phakopsora euvitidis* é uma espécie fúngica causadora da ferrugem da videira. O trabalho teve por objetivo avaliar a morfometria de urediniósporos de *P. euvitidis* em videiras *var. Isabel* no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, empregando técnicas convencional química e moderna por modelagem matemática em 3D. Os urediniósporos foram coletados no município de Rio Verde. As folhas foram inicialmente observadas em estereomicroscópio, e em seguida, realizadas lâminas microscópicas *in natura* com glicerol, e coradas com safranina 1% e nitrato de prata 0,05%. A caracterização morfológica foi realizada a partir da contagem de 60 urediniósporos com auxílio do *software* ImageJ. A partir das micrografias, foi utilizada a técnica de modelagem matemática em 3D para observação da área superficial dos esporos. Os corantes, azul de toluidina e nitrato de prata apresentaram serem ótimos meios químicos para observação da superfície dos urediniósporos de *P. euvitidis*. O uso de imagem invertida e *Spectrum Lut* foram possíveis obter imagens com maior qualidade de detalhes, a partir do empilhamento de pixels. Os urediniósporos apresentaram comprimento e largura de 14,81 – 24,65 e 12,07 – 15,55 μm e coeficiente de variação de 13,11 e 7,59%, respectivamente. A morfologia apresentou ser sésseis com pedúnculos levemente alongados, ovoides, ovoide-elipsoide e oblongo-elipsoide.

PALAVRAS-CHAVE: Urediniósporos. *Phakopsora*. Ferrugem da videira. *Vitis vinifera*.

Abstract: *Phakopsora euvitidis* is a fungal species that causes rust on the vine. The

aim of this work was to evaluate the morphometry of *P. euvitidis* urediniospores in *var. Isabel* in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil, using conventional chemical and modern techniques by mathematical modeling in 3D. Urediniospores were collected in the municipality of Rio Verde. The leaves were initially observed in a stereomicroscope, and then microscopic slides were made in natura with glycerol, and stained with safranin 1% and silver nitrate 0.05%. The morphological characterization was performed from the count of 60 urediniospores with the aid of the ImageJ software. From the micrographs, the 3D mathematical modeling technique was used to observe the surface area of the spores. The dyes, toluidine blue and silver nitrate proved to be excellent chemical means for observing the surface of *P. euvitidis* urediniospores. The use of inverted image and Spectrum Lut made it possible to obtain images with higher quality of details, from the stacking of pixels. The urediniospores had a length and width of 14.81 - 24.65 and 12.07 - 15.55 μm and a variation coefficient of 13.11 and 7.59%, respectively. The morphology showed to be sessile with slightly elongated peduncles, ovoid, ovoid-ellipsoid and oblong-ellipsoid.

KEYWORDS: Urediniospores. *Phakopsora*. Vine rust. *Vitis vinifera*.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

²Faculdade de Quirinópolis, Campus Quirinópolis, Goiás, Brasil.

INTRODUÇÃO

O cultivo de parreiras é uma importante fonte de renda para o homem do campo, principalmente no Brasil onde o clima tropical influencia consideravelmente sobre a cultura de inúmeras variedades adaptadas. Existem diversas variedades de *Vitis vinifera*, como Niágara e Isabel, *Vitis labrusca*, *Vitis aestivalis*, bem como os diversos porta-enxertos que são cultivados no território brasileiro para produção de uvas de uso *in natura*, na forma de suco e na produção de vinhos (BAYER; DA COSTA, 2006; FERRARI; NOGUEIRA, 2005).

No mundo em 2016, o cultivo de videiras apresentou uma área total de 7,1 milhões de ha⁻¹, com produção de 74,5 milhões de toneladas (NAVARRO et al., 2019; FAOSTAT, 2017). Conforme Gomes et al. (2010), o Brasil é um dos países de maior produção de vinhos e sucos do mundo, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor de uvas para elaboração de vinhos e sucos. O estado de Goiás é relativamente novo na cultura vinífera, apresentando dado de produção para o ano de 2009, com 3.172 t ha⁻¹ e de 4.570 t ha⁻¹ para conforme dados de IMB (2004).

Entretanto, a viticultura em climas tropicais apresenta sérios problemas com

agentes fitopatológicos em especial para o fitopatógeno *Phakopsora euvitis*, pertencente à Família *Phakopsoraceae* (Arthur) Cummins & Hiratsuka. São conhecidos, um total de 22 espécies fúngicas pertencentes a 29 gêneros, estando distribuídos em sete gêneros da Família *Vitaceae* (PRIMIANO et al., 2017; MINNIS et al., 2015).

O fungo *P. euvitis* apresenta urédias do tipo hipófilas, minúsculas e subdérmicas, tornando erumpentes, cercadas por parafísias cilíndricas entre 32 a 55 µm de comprimento, e coloração amarelada a branca, conforme o período de infestação. A espécie é um parasita obrigatório dependente de um hospedeiro vegetal para que consiga se desenvolver fechando seu ciclo de reprodução (PRIMIANO et al., 2017). Entretanto, o ciclo completo de *P. euvitis* foi apenas relatado no continente Asiático, onde a espécie hospedeira *Meliosma myriantha* Sieb. & Zucc. é encontrada (CHATASIRI; ONO, 2008). A sintomatologia causada por *P. euvitis*, apresenta inicialmente pequenas pústulas amareladas contendo uredínias que recobrem quase totalmente a área superficial da face abaxial foliar de *V. vinifera*. Na face adaxial foliar, é possível observar faixas necróticas de coloração preta a amarronzada, ocasionando no

estágio avançado a desfoliação precoce da planta, perda de produção, afetando a qualidade e o acúmulo de reservas, comprometendo o vigor para o próximo ciclo, sendo sua dispersão exclusivamente pelo vento (RASERA et al., 2019; FIALHO et al., 2015).

No mundo, a ferrugem da videira é relatada na Ásia, Japão, Colômbia, Venezuela, América Central, Estados Unidos, México e Austrália (LEYVA-MIR et al., 2017; NOGUEIRA JÚNIOR et al., 2017; PRIMIANO et al., 2017). No Brasil o primeiro relato de infecção causada por *P. euvitis* foi relatado em 2001 por Tessmann et al. (2004), no município de Jandaia do Sul, Noroeste do estado do Paraná, em culturas de *V. vinifera* L., consecutivamente, em 2003 a doença foi observada nos municípios de Indaiatuba, Itupeva e Louveira também no estado do Paraná, e em algumas áreas do estado de São Paulo como, Selvíria e Ilha Solteira (NARUZAWA et al., 2006).

Em 2006 em viticulturas na localidade de Três Barras, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul por Bayer e Da Costa (2006), no estado de Minas Gerais (NORDESTE RURAL, 2005), no estado do Mato Grosso nos estudos de Papa et al. (2003), no estado de Santa Catarina por Sonogo et al. (2005), no estado de Roraima por Halfeld-Vieira et al. (2009), e no estado de Goiás no município de Ipameri

(GOMES et al., 2016). Ainda pouco se conhece sobre *P. euvitis*, sendo necessários que novos estudos sejam produzidos principalmente utilizando técnicas químicas com o emprego de corantes vitais, e por artifícios matemáticos como imageamento 3D a partir de imagens microscópicas que auxiliem na identificação através das microestruturas.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a morfometria dos urediniósporos de *P. euvitis* avaliados pelas técnicas químicas e matemáticas em 3D coletados em videiras *var. Isabel* no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, produzindo maior conhecimento e uso dos artifícios para melhor identificação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de março a junho de 2020, no laboratório de Química Tecnológica do programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Coleta dos urediniósporos

Limbo foliares de *V. vinifera var. Isabel* contendo o fitopatógeno *P. euvitis*,

foi coletado, identificado e registrado no banco micológico do laboratório de Química Tecnológica com o registro (*P. euvitis* LQT ACPMF 01). A coleta foi realizada no mês de junho de 2020, em 20 parreiras no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, com a seguinte coordenada geográfica referenciada por GPS (Garmin, Mod. 64X GPS/Glonass) (17°43'12.9''S 50°53'04.5''W).

Análise microscópica

Os limbos foliares infectados foram examinados inicialmente em estereomicroscópio (Olympus, Mod. SZX16), com aumentos de 5 e 10 vezes. Em seguida, foram confeccionadas lâminas microscópicas *in natura* com 100 µL de glicerina (Dinâmica, P.A – ACS, pureza 100%) e duas lâminas coradas com solução aquosa de azul de toluidina (Synth, P.A – ACS, pureza 99,8%) concentração 1% (m/v), e de nitrato de prata (Plat-Lab, P.A – ACS, pureza 99,9%) concentração 0,05% (m/v), a partir da escarificação direta das urédias contendo os urediniósporos. Para a análise microscópica e micrografias, foi utilizado microscópio óptico de campo claro (Olympus, Mod. 53) e câmera digital (Olympus, Mod. DP-74).

Caracterização morfológica

A caracterização morfológica dos esporos, foi realizada a partir da contagem

de 60 esporos com o auxílio do software ImageJ (versão livre, 1.8.0_112), modificado, conforme proposto inicialmente por Gomes et al. (2016). Para avaliação das técnicas de modelagem matemática em 3D foram utilizadas micrografias ópticas descritas anteriormente, com auxílio das funções (Examples image inverter; Filters color transformer e Interactive 3D surface plot/gradiente Spectrum Lut), artifícios para tratamento de imagens do ImageJ. As lâminas após análise, foram armazenadas sob refrigeração no laminário do laboratório de Química Tecnológica do IF Goiano, campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada em triplicata para a morfologia dos urediniósporos, seguido de ($\pm$) desvio padrão das médias. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com auxílio do software estatístico *PAST 3* Paleontological Statistics (versão livre, 4.03, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ferrari e Nogueira (2005) relataram em estudos períodos entre janeiro a junho para o ano de 2001; entre janeiro a abril para o ano de 2002, e entre dezembro a junho para o ano de 2003. Neste estudo, a espécie

V. vinifera var. *Isabel* apresentou infestação do fitopatógeno *P. euvitis*, o mesmo foi relatado nos estudos de Gomes et al. (2016), no município de Ipameri, Goiás, Brasil. Bayer e Da Costa (2006), relataram a presença deste fitopatógeno em *Vitis labrusca* L. em Três Barras, região do

município de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Na Figura 1, está apresentado um limbo foliar face abaxial de *V. vinifera* var. *Isabel* com numerosas colônias de *P. euvitis*, e micrografias ópticas dos urediniósporos *in natura* e corado com azul de toluidina.

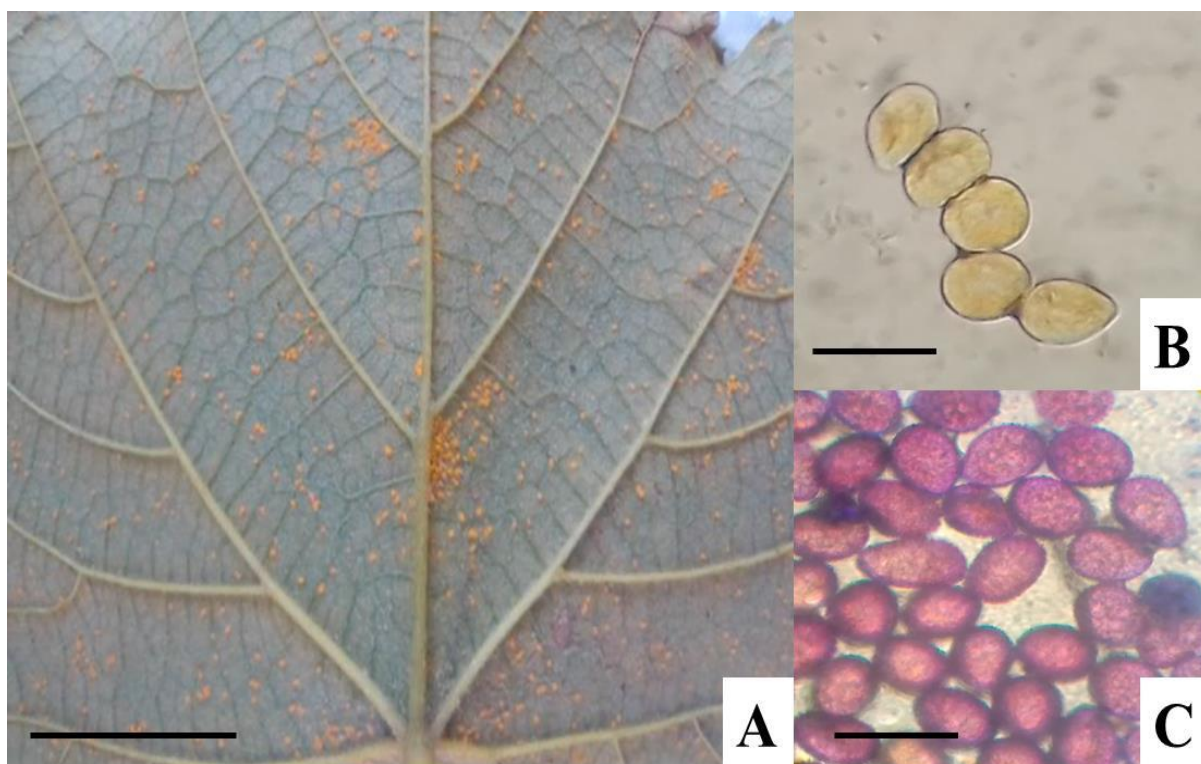


Figura 1. A) Limbo foliar abaxial de *Vitis vinifera* L cv. *Isabel* com colônias de *Phakopsora euvitis* Ono. B) Micrografia óptica de campo claro de urediniósporos *in natura*. C) Micrografia óptica de campo claro de urediniósporos corados com azul de toluidina 1%. Barras correspondem a 10 mm, 45 µm e 65 µm para as figuras 1A, 1B e 1C, respectivamente. Fonte: autores, 2020.

Os limbos foliares das videiras var. *Isabel* avaliadas, apresentaram pequenas, médias e grandes lesões necróticas em estado avançado da doença. As lesões são caracterizadas pela coloração escura (marrom a preto), com formas angulares

observadas na face adaxial foliar, sempre oposto às urédias formadas pelo *P. euvitis* (Figura 1, A). De acordo com Gomes et al. (2016), a infestação é observada apenas em estágio tardio de infestação, onde as folhas de parreira apresentam a ferrugem em

praticamente todo o vegetal. Entretanto, os urédios ainda com coloração amarela intensa (Figura 1, B), são um prognóstico de que a doença apresenta os primeiros sintomas, sendo assim realizado o desbaste

das folhas contaminadas, incineração e uso de fungicidas sistêmicos para a espécie.

Na Figura 2, está apresentado o modelo em 3D da área superficial de um urediniósporo de *P. euvitis* avaliado a partir de uma micrografia óptica.

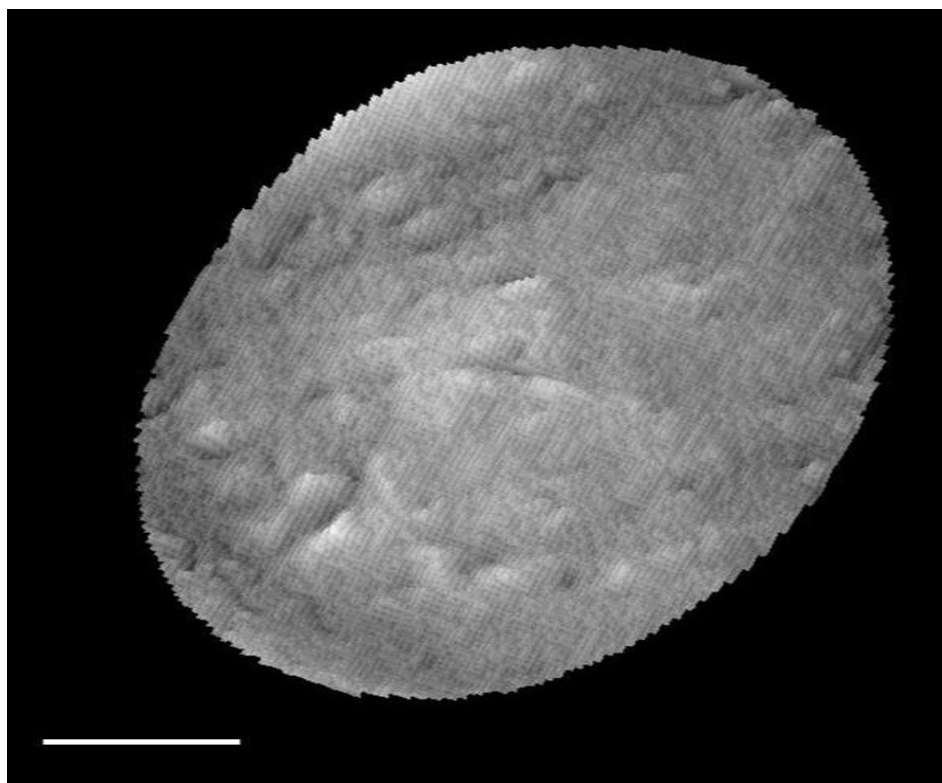


Figura 2. Modelo em 3D da área superficial de um urediniósporos de *Phakopsora euvitis*. Barra corresponde a 200 μ m. Fonte: autores, 2020.

A técnica de modelagem matemática em 3D da área superficial aplicada em um urediniósporo de *P. euvitis* (Figura 2), permitiu observar detalhes importantes que fogem da resolução pela micrografia óptica comum. Sendo necessário, o uso de técnicas modernas de micrografia eletrônica por varredura (MEV), ou por eletrônica de transmissão (MET) quando se deseja observar detalhes citológicos. Este é o primeiro relato do uso das técnicas de

modelagem em 3D para diagnóstico preliminar da área superficial de um esporo fúngico, onde se podem observar detalhes importantes sobre a superfície do mapa com área irregular (rugosidades) a partir da sobreposição (empilhamento) de pixels.

A modelagem acontece a partir da contagem sobrepostas dos pixels de uma micrografia óptica com alta resolução e qualidade. Como descrito, a qualidade da imagem original influencia

consideravelmente para o modelo 3D empregado, onde quanto maior resolução e qualidade de imagem, maior o número de pixels agrupados (MENEZES FILHO, 2020).

Na Figura 3, prancha (A), está apresentada imagens micrográficas de

urediniósporos de *P. euvitis*, corada com azul de toluidina tratada por imagem invertida; e na prancha (B) corada com solução de nitrato de prata e avaliada por técnica de modelagem em 3D Spectrum Lut evidenciando a área superficial celular dos urediniósporos bem ornamentada.

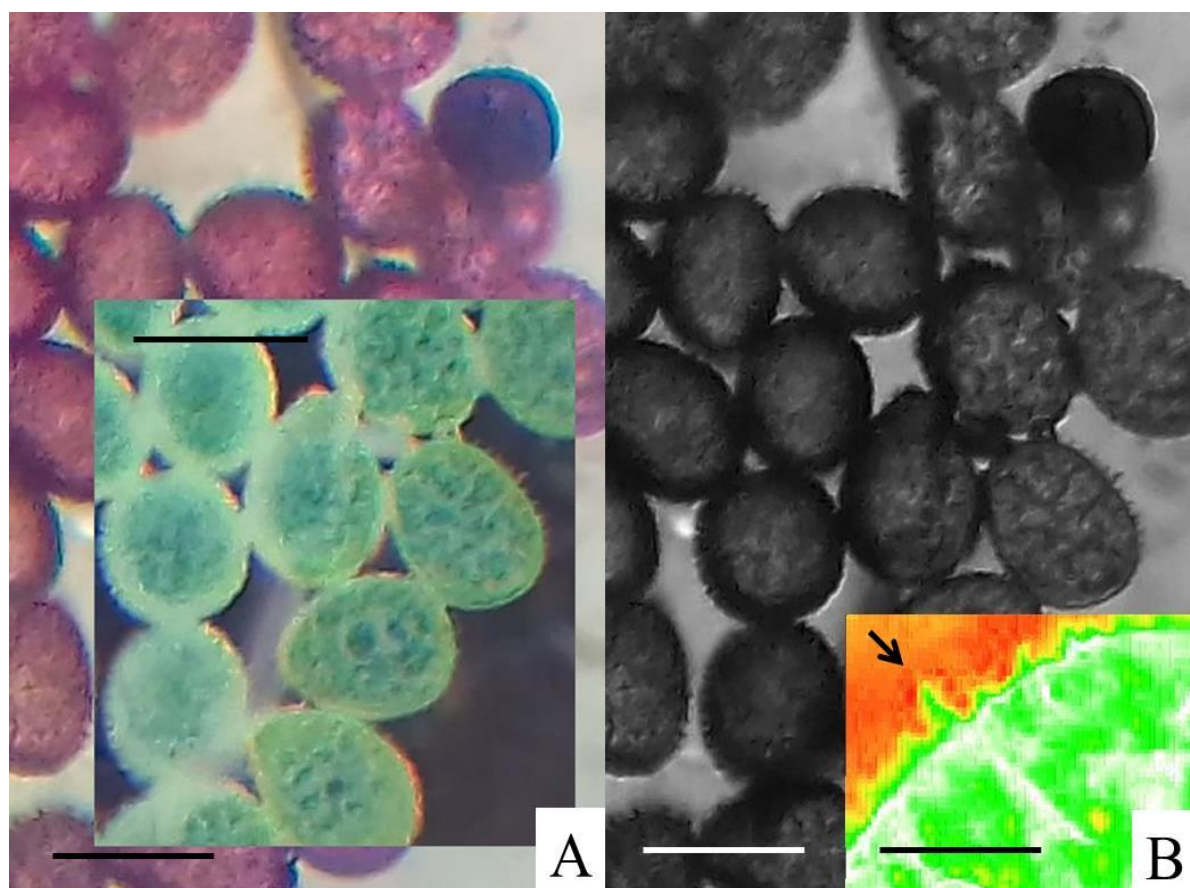


Figura 3. A) Micrografia óptica de urediniósporos de *Phakopsora euvitis* corados com azul de toluidina 1%, e imagem invertida. B) Micrografia óptica de urediniósporos corados com nitrato de prata 0,5%, e imagem em Spectrum Lut. (seta preta) ornamentação do tipo equinulado da parede celular. Barras correspondem 80 µm, 95 µm, 100 µm e 180 µm, respectivamente. Fonte: autores, 2020.

Na Figura 3, prancha (A) em maior ampliação, o corante azul de toluidina evidenciou estruturas da parede celular de *P. euvitis*, entretanto, apresenta baixa qualidade de imageamento e perda considerável de resolução utilizando

objetivas planacromática. Já na imagem invertida da mesma micrografia, é possível observar em maior detalhe as estruturas da área superficial dos urediniósporos e maior detalhe da parede celular (Figura 3, A) prancha em primeiro plano. Ainda na

Figura 3, prancha (B) corada com solução de nitrato de prata 0,5% os detalhes da superfície e da ornamentação do tipo equinulado (Figura 4), aparecem com maior nitidez e resolução, o que não é visto nos trabalhos que apresentam imagens micrográficas dos esporos de *P. euvitis* nos estudos de Gomes et al. (2016), e Tessmann et al. (2004). Na prancha em primeiro plano na Figura 3, prancha (B) foi utilizada a partir da micrografia, modelagem em 3D usando o artifício do Spectrum Lut em imagem com coloração artificial onde é

possível observar em grande resolução e detalhes a ornamentação (seta preta) e comparada com o padrão de ornamentação (Figura 4). O mesmo foi observado por Raseira et al. (2019) em eletromicrografias de urediniósporos de *P. euvitis* infectando material foliar de *V. vinifera* var. *Niagara rosada*.

Na Figura 4, estão demonstradas algumas ornamentações de esporos fúngicos, como ilustrado por Cummins e Hiratsuka (2003).

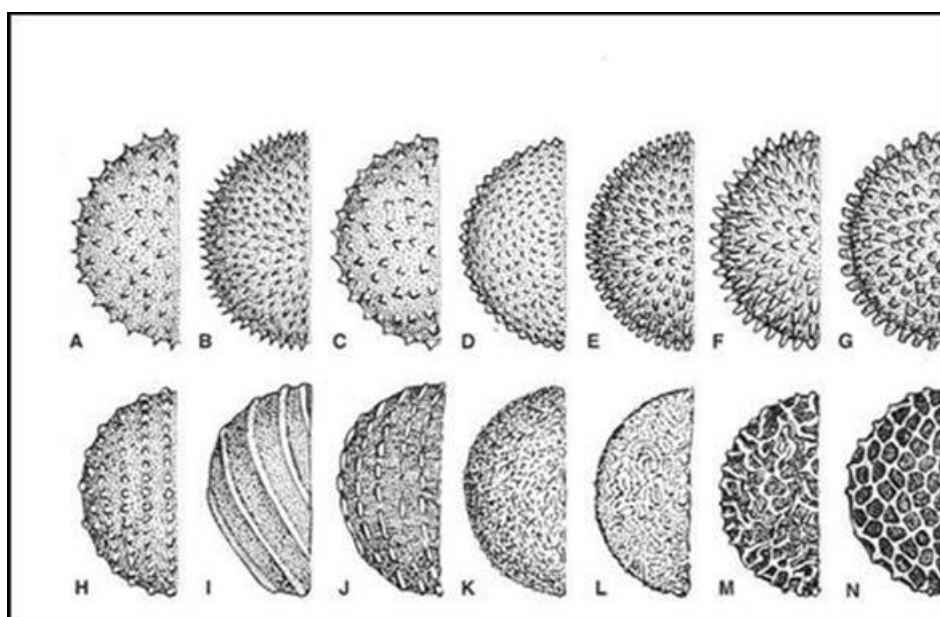


Figura 4. Ornamentações de esporos fúngicos. A-C: equinulado; D-G: verrugoso; H: estriado verrugoso; I: listrado; J: tracejado; K: rugoso; L: labirintiforme; M: pseudoreticulado; N: reticulado. (Fonte: Cummins; Hiratsuka, 2003).

As dimensões dos urediniósporos de *P. euvitis* apresentaram comprimento e largura de 14,81 – 24,65 x 12,07 – 15,55 μm , sésseis com pedúnculos levemente alongados, ovóides, ovóides-elipsoide e oblongo-elipsoide apenas em um

hemisfério, e o coeficiente de variação foi de 13,11% e de 7,59% para comprimento e largura, respectivamente.

Diâmetros próximos ao deste estudo, também foram relatados por Gomes et al. (2016) em cultivar de *V. vinifera* var. *Isabel*

em Ipameri, estado de Goiás, Brasil, com comprimento e largura médios de 14,6 – 23,3 x 11,5 – 15,4 μm (18,2 x 14,1 μm), com urediniósporos apresentando também coloração amarelada e sésseis com pedúnculos alongados em um hemisfério e coeficiente de variação de 13,18% e 6,77% para comprimento e largura, respectivamente. Xavier et al. (2012) encontraram dimensões de 17,0 – 23,0 x 14,0 – 17,0 μm . Halfeld-Vieira et al. (2009), também encontraram urédias com paráfises cilíndricas, hipófilos subepidérmicos e irrompantes, e urediniósporos com dimensões de 24,0 – 26,0 x 15,0 – 18,0 μm e formato globóide. Tessmann et al. (2004) também encontraram dimensões próximas, de 17 – 28 x 12 – 18 μm com formato dos urediniósporos ovóides, ovóides-elipsoide e oblongo-elipsoide.

De acordo com Gomes et al. (2016) e Xavier et al. (2012) os urediniósporos são produzidos de forma desorganizada dentro dos uredineais, portanto, apresentando diversas formas como observado neste, e em outros estudos avaliados. Vale ressaltar que, os coeficientes de variação para comprimento e largura, quando altos ou baixos para um mesmo isolado fúngico, apresentam variação, dependendo da espécie vegetal hospedeira

(VASCONCELOS et al., 2014; CARVALHO et al., 2008).

CONCLUSÃO

Phakopsora euvitis foi descrito pela primeira vez por este estudo, no município de Rio Verde, infectando a variedade de *Vitis vinifera* var. *Isabel*. Também foi possível verificar que o uso de ambas as técnicas por corantes vitais e por ferramentas de modelagem matemática em 3D, apresentaram importante evolução para observação das microestruturas, na ornamentação da área superficial, e na determinação das características micromorfológicas de urediniósporos viáveis de *P. euvitis* coletados em limbos foliares de *V. vinifera* var. *Isabel*.

Este estudo possibilitou verificar que o uso de corantes e da modelagem matemática são importantes e imprescindíveis novos métodos no auxílio durante a identificação da espécie fúngica avaliada. Sendo estes artifícios, novas ferramentas aliadas ao estudo químico e matemático para verificação de estruturas microscópicas, na determinação da ocorrência desta espécie fúngica fitopatológica em videiras no município de Rio Verde, Goiás, Brasil e no mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; ao Mestrado em Agroquímica; aos laboratórios de Microscopia Óptica, Química Tecnológica e Águas e Efluentes; aos órgãos de financiamento em pesquisa CAPES, CNPq e FINEP.

REFERÊNCIAS

- BAYER, T. M.; DA COSTA, I. F. D. Ocorrência de *Phakopsora euvtis* Ono, Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1307-1308, 2006.
- CARVALHO, D. D. C.; ALVES, E.; BATISTA, T. R. S.; CAMARGOS, R. B.; LOPES, E. A. G. L. Comparison of methodologies for conidia production by *Alternaria alternata* from citrus. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 792-798, 2008.
- CHATASIRI, S.; ONO, Y. Phylogeny and taxonomy of the Asian grapevine leaf rust fungus, *Phakopsora euvtis*, and its allies (Uredinales). **Mycoscience**, v. 49, p. 66-74, 2008.
- CUMMINS, G. E.; HIRATSUKA, Y. Illustrated Genera Rust Fungi. Third Edition. Minnesota: Ed. The American Phytopathology Society St. Paul, 2003, 225 p.
- FAOSTAT. (2017). Disponível na Internet: <http://www.fao.org/faostat/en/> Acesso em 19 de junho de 2020.
- FERRARI, J. T.; NOGUEIRA, E. M. C. (2005). Ferrugem da videira. Disponível na Internet: http://www.biologico.sp.gov.br/ferrugem/ferrugem_videira.htm Acesso em 19 de junho de 2020.
- FIALHO, R. O.; PAPA, M. F. S.; DOS SANTOS PEREIRA, D. A. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Phakopsora euvtis*, agente causal da ferrugem da videira. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 82, p. 1-7, 2015.
- GOMES, I. S.; PEREIRA, F. T.; DE OLIVEIRA, T. A. S.; CARVALHO, D. D. C. Ocorrência de *Phakopsora euvtis* Ono em videira cv. Isabel em Ipameri, Goiás. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 8-12, 2016.
- GOMES, E. C. S.; DO NASCIMENTO, L. C.; PEREZ, J. O.; LEITE, R. P.; SILVA, F. J. A. Métodos de inoculação de *Phakopsora euvtis* Ono em *Vitis labrusca* L. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 983-985, 2010.
- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L.; BARBOSA, R. N. T. Ocorrência da ferrugem da videira em Roraima. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 4, p. 332-332, 2009.
- IMB – Instituto Mauro Borges. Produção Agrícola – **Séries Históricas**. 2007-2013. (2014). Disponível em http://www.imb.go.gov.br/pub/pesq/pam/pam-lavoura_permanente-2007-13.htm. Acesso em 19 de junho de 2020.
- LEYVA-MIR, S. G.; GARCÍA-REYES, C.; SOLANO-BÁEZ, A. R.; CAMACHO-TAPIA, M.; GARCÍA-RUIZ, M. T.; TOVAR-PEDRAZA, J. M. Occurrence of Asian grapevine leaf rust disease caused by *Phakopsora meliosmae-myrianthae* in Mexico. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, p. 504-506, 2017.
- MENEZES FILHO, A. C. P. Uso das técnicas por diafanização e modelagem matemática em 3D como método de contribuição e identificação foliar de *Protium ovatum* Engl. **Arquivos Científicos**, v. 3, n. 1, p. 78-87, 2020.
- MINNIS, A. M.; FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. (2015). **Fungal Nomenclature Database**, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Disponível em: <http://nt.arsgrin.gov/fungaldatabases/nomen/nomenclature.cfm>. Acesso em 19 de junho de 2020.
- NARUZAWA, E. S.; CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; TOMQUELSKI, G. V.;

- BOLIANI, A. C. Estudos epidemiológicos e controle químico de *Phakopsora euvtis*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 41-45, 2006.
- NAVARRO, B. L.; MARQUES, J. P. R.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; SPÓSITO, M. B. Histopathology of *Phakopsora euvtis* on *Vitis vinifera*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, p. 1185-1193, 2019.
- NOGUEIRA JÚNIOR, A. F.; RIBEIRO, R. V.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; SOARES, M. K. M.; RASERA, J. B.; AMORIM, L. *Phakopsora euvtis* causes unusual damage to leaves and modifies carbohydrate metabolism in grapevine. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017.
- NORDESTE RURAL. (2005). Uma ameaça aos parreirais brasileiros. Disponível na Internet: <http://www.nordeste rural.com.br/dev/nordeste rural/matler.asp?newsId=536>. Acesso em 19 de junho de 2020.
- PAPA, M. F. S.; CELOTO, M. Y. B.; TOMQUELSKI, G. V.; NARUZAWA, E. S.; BOLIANI, A. C. Ocorrência de ferrugem da videira em São Paulo e Mato Grosso do Sul e controle químico em dois sistemas de condução. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 320, supl., 2003.
- PRIMIANO, I. V.; LOEHER, M.; AMORIM, L.; SCHAFFRATH, U. Asian grapevine leaf rust caused by *Phakopsora euvtis*: na important disease in Brazil. **Plant Pathology**, v. 66, n. 5, p. 691-701, 2017.
- RASERA, J. B.; AMORIM, L.; MARQUES, J. P. R.; SOARES, M. K. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Histopatological evidences of early grapevine leaf senescence caused by *Phakopsora euvtis* colonization. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 108, 101434, 2019.
- SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; GAVA, R. *Ferrugem da videira no Brasil*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho, 2005. (Circular Técnica, 62).
- TESSMANN, D. J.; DIANESE, J. C.; GENTA, W.; VIDA, J. B.; MAY-DE MIO, L. L. Grape rust caused by *Phakopsora euvtis*, a new disease for Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 338, 2004.
- VASCONCELOS, C. V.; SILVA, D. C.; CARVALHO, D. D. C. Ocorrência de *Alternaria Alternata* (Fr.:Fr) Kessil. em tubérculos de batata, no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 219-222, 2014.
- XAVIER, A. A.; DARIVA, J. M.; RIBEIRO, R. C. F.; MIZOBUTZI, E. H. Ocorrência de ferrugem da videira em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 317-319, 2012.