

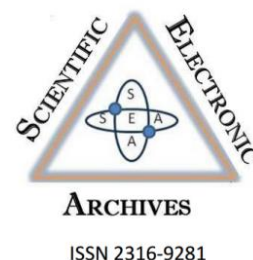
**Scientific Electronic Archives**

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (11)

November 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/161120231807>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1807>



## Caracterização fisiológica de *Bipolaris bicolor* advindos de sementes de trigo

### Physiological characterization of *Bipolaris bicolor* arising of wheat seed

Corresponding author

**Daniel Diego Costa Carvalho**

Universidade Estadual de Goiás

[daniel.carvalho@ueg.br](mailto:daniel.carvalho@ueg.br)

**Maria Eduarda Sampaio Barboza**

Universidade Estadual de Goiás

**Wanderson Silva dos Santos**

Universidade Estadual de Goiás

**Paulo Henrique Pereira Costa Muniz**

Universidade Estadual de Goiás

**Juliana Oliveira da Silva Menezes**

Universidade Estadual de Goiás

**Tatiane Mesquita Vaz**

Universidade Estadual de Goiás

**Resumo.** O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento micelial in vitro de isolados de *Bipolaris bicolor* e analisar a produção in vitro de conídios de *B. bicolor* em diferentes regimes de luz (0 hora, 12 horas e 24 horas) a uma temperatura de 25°C. Os isolados utilizados para a realização deste trabalho fazem parte da Coleção de fungos fitopatogênicos do Laboratório de Fitopatologia da UEG, Unidade de Ipameri. Os mesmos foram reativados para a realização deste experimento, em meio BDA (Agar Batata Dextrose). Foram avaliados o crescimento micelial, através de discos de micélio que foram avaliados diariamente até o quinto dia após a inoculação (DAI) e para a esporulação, após a última leitura do crescimento radial, as placas foram aproveitadas para quantificação de produção de esporos de *B. bicolor*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições para cada tratamento e os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ), com o auxílio do software Sisvar 5.6. O crescimento micelial dos diferentes isolados de *B. bicolor* foi indiferente quanto aos regimes de luz e a produção de conídios de *B. bicolor* foi superior nos regimes de luz de 12 e 24 h.

**Palavras-chaves:** *Triticum aestivum* L., Ascomycota; *Helminthosporium* sp., Fisiologia de fungos.

**Abstract.** The objective of this study was to evaluate the in vitro mycelial growth of *Bipolaris bicolor* isolates and to analyze the in vitro production of *B. bicolor* conidia in different light regimes (0 hours, 12 hours and 24 hours) at 25°C. The isolates used to carry out this work are part of the phytopathogenic fungi collection of the UEG Phytopathology Laboratory, Ipameri Unit. The bones were reactivated for this experiment using BDA (Potato Dextrose Agar). For mycelial growth evaluations, through mycelium discs that were evaluated daily until the fifth day after inoculation (DAI) and for sporulation, after a last reading of radial growth, as plates were evaluated for quantification of spore production of *B. bicolor*. The experimental design used was completely randomized (DIC), with five replications for each treatment and the data were selected for analysis of variance and test of variance test ( $P \leq 0,05$ ), with the aid of the Sisvar 5.6 software. The mycelial growth of two different isolates of *B. bicolor* was indifferent to the light regimes and the conidia production of *B. bicolor* was superior in the light regimes of 12 and 24 h.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L., Ascomycota, *Helminthosporium* sp., Fungal physiology.

## Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) trata-se do cereal mais produzido e consumido mundialmente, atrás apenas do milho. No território brasileiro é considerado o segundo cereal mais consumido, podendo ser utilizado na alimentação humana e animal (LINDEMAIER et al., 2020; FIOREZE et al., 2020). A produção da cultura no Brasil pode ser encontrada principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, em que as condições climáticas são favoráveis (REZENDE et al., 2018). Porém, no Brasil uma grande quantidade do cereal é importada, devido aos riscos de perda durante o cultivo e a baixa rentabilidade (PRANDO et al., 2019). No campo, a cultura pode ser influenciada por fatores abióticos (climáticos) e bióticos (patógenos) que geram enormes danos, como é o caso do *Bipolaris bicolor* (FOCHESATTO et al., 2020).

Tal patógeno pertencente ao reino Fungi, filo Ascomycota, classe Dothideomycetes e denominado cientificamente por *Bipolaris* sp. (Sinônimos: *Drechslera* sp., *Helminthosporium* sp.) (ABOUKHADDOUR et al., 2021). Em torno de 70 espécies hospedeiras são infectadas pelo fungo *B. bicolor* podendo ser encontrados em diferentes partes do mundo, o mesmo sobrevive entre safras atacando sementes de plantas ou saprotificamente, causando a mancha foliar ou a helmintosporiose (CARVALHO et al., 2014).

Considerado um dos principais patógenos e mais prejudiciais a cultura do trigo, o *B. bicolor* gera perdas que variam de 20 a 80% na produtividade dessa gramínea (RIBEIRO e CASTLHOS, 2018). Para transformar esse cenário tornam-se necessários novos estudos e o desenvolvimento/uso de tecnologias e técnicas que visam obter maximização dos lucros e minimização de perdas e custos de produção (OZELAME e ANDREATTA, 2016).

O patógeno *B. bicolor* é conhecido por ocasionar uma doença que gera prejuízos nocivos às lavouras, causando manchas e pequenas lesões nas folhas das plantas (XIAO et al., 2022). Espécies que fazem parte deste gênero infectam os hospedeiros em todos os estádios de crescimento da planta (JAYAWARDENA et al., 2021). A doença é transmitida de um ano para outro, através de restos culturais, sementes, plantas voluntárias e por inóculo que há no solo. Além disso, a infecção foliar acontece em temperaturas maiores de 18°C e mais de 15 horas de molhamento foliar (MEHTA, 1998). Os sintomas iniciais são lesões necróticas pardas sobre o limbo de primeiras folhas com o comprimento que difere de 1 a 2 milímetros. Em outras folhas, alguns sintomas dependem do clima, por exemplo, em regiões frias as lesões são escuras e retangulares e em regiões quentes são cinzas e elípticas (REIS & CASA, 2005).

Outros sintomas também podem ser visualizados na parte central das glumas, sendo lesões elípticas com o centro claro e com bordos pardo-escuros. Já as sementes infectadas apresentam a ponta do escudete negro (MONTEIRO

et al., 2017). Contudo, a doença não atinge apenas perdas de rendimento, mas também a perda de vigor e potencial germinativo (FINCH-SAVAGE e BASSEL, 2016). O controle do patógeno deve ser realizado por meio do manejo integrado, utilizando sementes sadias e tratadas, cultivares resistentes ou tolerantes, aplicação de fungicidas em partes aéreas, rotação de cultura e controle biológico (REIS e CASA, 2007; DUHATSCHEK et al., 2017).

A caracterização fisiológica de doenças é de suma importância pelo fato de disponibilizar uma bibliografia completa e concreta, tendo por objetivo fornecer informações de políticas públicas de defesa fitossanitária, contribuindo para o diagnóstico e tomada de decisões de diferentes patógenos (GOMES e PENA, 2016). O crescimento micelial e a esporulação são afetados por temperatura, luminosidade, meio de cultura e potencial hidrogeniônico (GOMES et al., 2017).

Portanto, o conhecimento acerca dos efeitos ambientais durante o processo de desenvolvimento do fungo contribui nas estratégias de manejo de doenças, seja químico, cultural ou genético (ZAINAB et al., 2016; PEREIRA et al., 2016). Diante deste contexto, objetivou-se avaliar o crescimento micelial e produção de conídios *in vitro* de *B. bicolor* em diferentes regimes de luz a 25°C.

## Materiais e Métodos

### Isolados de *Bipolaris bicolor*

Os isolados fazem parte da Coleção de fungos fitopatogênicos do Laboratório de Fitopatologia da UEG, Unidade de Ipameri. Utilizou-se seis isolados que foram reativados para a realização deste experimento, em meio BDA (Agar Batata Dextrose), a partir das amostras mantidas em baixa temperatura. Os isolados encontram-se preservados em meio BDA a uma temperatura de 5°C pelo método de Castellani.

### Avaliação do crescimento micelial de *Bipolaris bicolor* sob diferentes regimes de luz

Discos de micélio (7 mm Ø), contendo micélio dos seis isolados de *B. bicolor* foram retirados de colônia com aproximadamente dez dias de idade e transferidos para o centro de placas de Petri (85 mm Ø) contendo meio BDA (cinco placas de Petri por isolado). Em seguida, as placas foram mantidas em incubadoras tipo BOD ((Demanda Bioquímica de Oxigênio) na temperatura de 25°C em diferentes regimes de luz (0 hora, 12 horas e 24 horas), utilizando-se lâmpadas fluorescentes de 20W, 75RS (marca Philips®), durante 5 dias. O crescimento radial do micélio foi avaliado diariamente até o quinto dia após a inoculação (DAI) nas placas de Petri, a partir da média de dois diâmetros diametralmente opostos, com auxílio de um paquímetro digital. O delineamento experimental utilizado na avaliação do crescimento micelial e esporulação de *B. bicolor* foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições para cada isolado de *B. bicolor*.

### Avaliação da esporulação de *Bipolaris bicolor* sob diferentes regimes de luz

Após a última leitura do crescimento radial (5 DAI), as placas foram aproveitadas para quantificação da produção de esporos pelos isolados *B. bicolor* nos três regimes de luz aos quais foram submetidos a 25°C. Para tanto, um total de 10 mL de água destilada esterilizada (ADE) foram adicionados em cada placa de Petri, seguido da liberação dos esporos com alça de Drigalsky. Em seguida, os esporos foram recolhidos em Becker e filtrados em gaze esterilizada. As concentrações das suspensões obtidas foram mensuradas em câmara de Neubauer, realizando-se a contagem de esporos cinco vezes em cada placa (CARVALHO et al., 2008). O delineamento experimental utilizado na avaliação do crescimento micelial e esporulação de *B. bicolor* foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições para cada isolado de *B. bicolor*.

### Análises estatísticas

Os resultados relacionados ao crescimento micelial e esporulação foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), visando verificar diferenças entre os isolados quanto ao crescimento micelial e produção de esporos. Além disso, foi realizado o desdobramento estatístico para obter as médias sobre o crescimento micelial e esporulação com diferentes regimes de luz. Estas análises foram realizadas no programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

### Resultados e discussão

A área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) dos isolados de *Bipolaris bicolor*, quando submetidos a crescimento sob diferentes regimes de luz, apresentaram médias de crescimento de 80,19, 86,22 e 82,59 cm<sup>2</sup> para os regimes de 0, 12 e 24 h de luz, respectivamente, não diferindo entre si (Tabela 01). Este comportamento foi reproduzido para quase todos os isolados. Somente F-24-04 e F-24-05 apresentaram reação à luz quanto ao crescimento micelial. Para ambos, melhor crescimento foi verificado no regime de 12 h de luz. Entre os isolados é importante mencionar que F-24-01 apresentou média geral superior aos demais, enquanto F-24-02 apresentou média geral inferior aos demais isolados.

Quanto a esporulação, ao se observar as médias gerais dos isolados em cada regime de luz, verificou-se que no escuro (0 h de luz) a esporulação foi inferior em relação aos outros regimes os quais apresentaram valor médio superior a  $3,0 \times 10^5$  conídios/mL (Tabela 02). O isolado F-24-01 apresentou valores inferior de esporulação, inclusive não esporulando quando no escuro. As melhores médias de esporulação foram obtidas para F-24-04, inclusive quando houve incidência de luz (12 e 24 h de luz), o que contribuiu para este isolado apresentar esporulação superior aos demais.

**Tabela 1.** Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) de *Bipolaris bicolor* isolados de sementes de trigo sob diferentes regimes de luz<sup>1</sup>.

Isolados	AACCM (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>			
	0 h	12 h	24 h	Média
F-24-01	111,46 aA	105,15 aA	99,69 aA	105,43 a
F-24-02	54,13 dA	42,92 cA	52,19 bA	49,75 c
F-24-03	79,06 cA	86,31 bA	87,99 aA	84,46 b
F-24-04	75,63 cB	100,16 aA	82,66 aB	86,15 b
F-24-05	70,51 cB	96,20 aA	84,52 aA	83,74 b
F-24-06	90,36 bA	86,60 bA	88,48 aA	88,48 b
Média	80,19 A	86,22 A	82,59 A	-
CV (%)	13,07	6,32	15,85	12,05

<sup>1</sup>As médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Esporulação de *Bipolaris bicolor* isolados de sementes de trigo sob diferentes regimes de luz<sup>1</sup>.

Isolados	Conídios mL <sup>-1</sup>			
	0 h	12 h	24 h	Média
F-24-01	-	$0,12 \times 10^5$ cA	$0,12 \times 10^5$ dA	$0,08 \times 10^5$ d
F-24-02	$0,12 \times 10^5$ bB	$2,68 \times 10^5$ bA	$1,66 \times 10^5$ cA	$1,49 \times 10^5$ c
F-24-03	$1,57 \times 10^5$ aA	$2,30 \times 10^5$ bA	$2,07 \times 10^5$ cA	$1,98 \times 10^5$ c
F-24-04	$0,37 \times 10^5$ bC	$8,19 \times 10^5$ aA	$5,88 \times 10^5$ aB	$4,81 \times 10^5$ a
F-24-05	$0,50 \times 10^5$ bC	$3,71 \times 10^5$ bB	$7,16 \times 10^5$ aA	$3,79 \times 10^5$ b
F-24-06	$0,12 \times 10^5$ bB	$2,94 \times 10^5$ bA	$3,45 \times 10^5$ bA	$1,17 \times 10^5$ c
Média	$0,44 \times 10^5$ B	$3,32 \times 10^5$ A	$3,39 \times 10^5$ A	-
CV(%)	82,52	25,84	29,24	33,28

<sup>1</sup>As médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

A luz é uma forte característica ambiental capaz de modular aspectos importantes da fisiologia de um microrganismo (BAYRAM et al., 2010). Desenvolvimento, metabolismo e outros mecanismos genéticos complexos são afetados pela luz em fungos filamentosos (CANESSA et al., 2013). No entanto, o que ficou evidente no presente estudo é que no geral o regime de luz não interferiu significativamente o crescimento micelial dos isolados de *B. bicolor*, visto que as médias não diferiram estatisticamente entre si, o que vai de acordo com Moraes et al. (2011), cuja exposição à luz não afetou as taxas de crescimento de *B. euphorbiae*, uma vez que o crescimento do fungo foi essencialmente o mesmo para todos os regimes de luz a partir do sexto dia de incubação.

Somente F-24-04 e F-24-05 apresentaram reação à luz quanto ao crescimento micelial. Para ambos, melhor crescimento foi verificado no regime de 12 h de luz, corroborando com Channakeshava e Pankaja (2018), que relataram uma maior capacidade de crescimento micelial de *B. oryzae* quando submetido a exposição alternada de luz e escuro (12 horas de regime cada). Vale destacar que o regime de 24 horas não afetou em maior grau o crescimento micelial dos referidos isolados quando comparado com o regime de 0 h (escuro), o contrário foi observado por Patsa et al. (2018), que relataram em seu trabalho ausência de crescimento micelial de *B. sorokiniana* em condições de luz contínua (24 horas de luz).

Os isolados F-24-02, F-24-03 e F-24-06 apresentaram médias gerais inferior aos demais isolados. Este fato pode estar atrelado às características intrínsecas das espécies fúngicas, que podem responder de diferentes formas à exposição da luz (AZEEM et al., 2021). Ao contrário das plantas, os fungos usam a luz como fonte de informação, mas não como fonte de energia (TISCH e SCHMOLL, 2010), sendo assim, estima-se que a maioria das espécies de fungos apresente alguma forma de resposta à luz, variando desde a tomada de decisões de desenvolvimento até a reprogramação metabólica e a patogênese (FULLER et al., 2015).

Os fungos geralmente requerem diferentes condições de luz e temperatura favoráveis durante seu desenvolvimento, isso porque, alguns fungos filamentosos liberam a maior parte de seus esporos durante o dia, enquanto outros exibem padrões diurnos mais complexos (ROBERTS e PAUL, 2006), ou seja, cada espécie tem uma exposição diferente aos padrões de fotoperíodo de respostas fisiológicas (ZOU et al., 2020) e esses fatores influenciam as fases do seu ciclo de vida (PAPAGIANNI, 2004; DIX, 2012).

O isolado F-24-01 apresentou os menores valores de esporulação, inclusive não esporulando quando no escuro. Moraes et al. (2011) relataram uma maior produção de esporos por *B. euphorbiae* após a exposição ao regime de fotoperíodo de 12 h. No entanto, a esporulação neste regime não diferiu daquela na ausência de luz segundo os autores mencionados, igualmente encontrado no presente

estudo. A exposição à luz parece ter vários efeitos no crescimento de diferentes espécies de fungos (PAWLIK et al., 2020). Além disso, a sinalização de luz está intimamente ligada a outras vias, como esporulação assexuada, desenvolvimento sexual, metabolismo primário e produção de enzimas específicas, demonstrando a complexidade da detecção de luz e transdução de sinal em fungos (BAYRAM et al., 2016; PAWLIK et al., 2019). Isto sugere que períodos alternados de exposição favorecem todas as reações metabólicas, inclusive aquelas que ocorrem apenas na presença e/ou na ausência de luz (CANESSA et al., 2013).

As melhores médias de esporulação foram obtidas para F-24-04, inclusive quando houve incidência de luz (12 e 24 h de luz). Tal variação de luz ideal para diferentes espécies de fungos, assim como dentro da mesma espécie, como relatado no presente estudo, é condizente com trabalho realizado por Muniz (2022), que relataram efeitos de regimes de luz afetando de forma diferente o desenvolvimento micelial de isolados de *B. bicolor*, fato este que pode ser explicado pela versatilidade de resposta em relação à luz do gênero *Bipolaris* sp. (KUMAR et al., 2020).

Analisando as associações entre o crescimento micelial e as quantidades de esporos de isolados de *B. bicolor* provenientes de sementes de trigo, pôde-se verificar que o fator determinante para o crescimento micelial e produção de esporos foi o regime de luz de 0 h (escuro), o qual afetou negativamente e em maior grau o crescimento micelial dos isolados de *B. bicolor* e a produção de esporos. Contudo, o efeito desse fator não se generalizou a todos os isolados avaliados. O isolado F-24-03 apresentou maior esporulação em todos os cenários (0, 12 e 24 h de luz). Esta variação, no comportamento entre os diferentes isolados, pode ser explicada pela alta diversidade das espécies do gênero *Bipolaris* (NAZARI et al., 2015; KANDAN et al., 2016; AHMADPOUR et al., 2018).

## Conclusão

O crescimento micelial dos diferentes isolados de *B. bicolor* foi indiferente quanto aos regimes de luz. A produção de conídios de *B. bicolor* foi superior nos regimes de luz de 12 e 24 h.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás (UEG) pelo suporte financeiro dado à pesquisa.

## Referências

- ABOUKHADDOUR, R.; HAFEZ, M.; STRELKOV, S. E.; FERNANDEZ, M. R. Tan spot disease under the lenses of plant pathologists. In: Achieving durable disease resistance in cereals. London: Burleigh Dodds Science Publishing, p. 589-621, 2021. <https://doi.org/10.1201/9781003180715>
- AHMADPOUR, A.; CASTELL-MILLER, C.; JAVAN-NIKKHAH, M.; NAGHAVI, M. R.; DEHKAIEI, F. P.; LENG, Y.; PURI, K. D.; ZHONG, S. Population structure, genetic diversity, and sexual state of the rice brown spot pathogen *Bipolaris oryzae* from three Asian countries. Plant

- Pathology, v. 67, n. 1, p. 181-192, 2018. <https://doi.org/10.1111/ppa.12714>
- AZEEM, M.; ZHOU, Z.; ZHANG, J.; KHASKHELI, M. I.; RUI, J. Z.; KHASKHELI, A. J.; ALI, S. Pathogenic and biological characterisation of T-DNA insertional mutants of a *Colletotrichum gloeosporioides* casual organism of apple anthracnose. Horticultural Science (Prague), v. 48, n. 2, p. 51-62, 2021. <https://doi.org/10.17221/82/2020-HORTSCI>
- BAYRAM, O.; BRAUS, G. H.; FISCHER, R.; RODRIGUEZ-ROMERO, J. Spotlight on *Aspergillus nidulans* photosensory systems. Fungal Genetics Biology, v. 47, n.11, p. 900-908, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.05.008>
- BAYRAM, O.; FEUSSNER, K.; DUMKOW, M.; HERRFURTH, C.; FEUSSNER, I.; BRAUS, G. H. Changes of global gene expression and secondary metabolite accumulation during light-dependent *Aspergillus nidulans* development. Fungal Genetics and Biology, v. 87, n.1, p. 30-53, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2016.01.004>
- CANESSA, P.; SCHUMACHER, J.; HEVIA, M. A.; TUDZYNSKI, P.; LARRONDO, L. F. Assessing the Effects of Light on Differentiation and Virulence of the Plant Pathogen *Botrytis cinerea*: Characterization of the White Collar Complex. Plos One, v. 8, n. 12, p. 1-17, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084223>
- 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, n. 4, p. 792-798, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000400036>
- CARVALHO, D. D. C.; OLIVEIRA, A. M. E.; LAGO, H. M. S.; RODRIGUES, F. Incidência de *Bipolaris bicolor* em sementes de sorgo granífero no Brasil. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, n. 2, p. 240-247, 2014. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p240-247>
- CHANNAKESHA, C.; PANKAJA, N. S. Effect of Media, Temperature, Light, pH and Nutrient Source on Growth and Development of *Bipolaris oryzae* Causing Brown Leaf Spot of Paddy. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 7, n. 7, p. 1713-1722, 2018. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.203>
- DIX, N. J. (Ed.). Fungal ecology. Springer Science & Business Media, 2012.
- DUHATSCHKE, E.; SANTOS, L. A.; FARIA, C. M. D. R.; GOLDONI, C.; ANDREOLI, C. W. W. Use of chemical, biological and alternative products in the control of wheat leaf diseases. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v. 10, n. 2, p. 105-109, 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv490>
- FIGLIORINI, S. L.; OLIVEIRA, J. C.; MAZZUCO, V.; WUADEN, A. F.; DRUN, R. P. Desempenho agrônomo de cultivares de trigo para safrinha no Planalto de Santa Catarina, Brasil. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 19, n. 2, p. 188-196, 2020. <https://doi.org/10.5965/223811711922020188>
- FOCHESATTO, M.; GALLINA, A.; MEZOMO, M. P.; STEFFEN, P. R.; FAVARETTO, L. A.; TONIN, R. J.; MILANESI, P. M. Aplicação de fungicidas visando o controle de mancha amarela e ferrugem da folha em trigo. Revista Científica Rural, v. 22, n. 2, p. 43-57, 2020. <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3132>
- FULLER, K. K.; LOROS, J. J.; DUNLAP, J. C. Fungal photobiology: visible light as a signal for stress, space and time. Current genetics, v. 61, n. 3, p. 275-288, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00294-014-0451-0>
- GOMES, E. M. C. G.; PENA, R. C. M. Isolamento, caracterização morfológica e avaliação do crescimento micelial e esporulação em diferentes meios de cultura de cepas do fungo *Quambalaria* sp. Biota Amazônia, v. 6, n. 4, p. 59-63, 2016.
- GOMES, R. S. S.; ARAÚJO, A. E.; NASCIMENTO, L. C.; FEITOZA, E. D. A.; DEMARTELAERE, A. C. F. Caracterização da *Sclerotinia sclerotiorum*, transmissão e qualidade fisiológica em sementes de algodoeiro. Acta Igauazu, v. 6, n. 4, p. 105-113, 2017. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i4.16258>
- JAYAWARDENA, R.; HYDE, K. D.; FARIAS, A. R. G.; BHUNJUN, C. S.; FERDINANDEZ, H. S.; MANAMGODA, D. S.; UDAYANGA, D.; HERATH, I. S.; THAMBUGALA, K. M.; MANAWASINGHE, I. S.; GAJANAYAKE, A. J.; SAMARAKOON, B. C.; BUNDHUN, D.; GOMDOLA, D.; HUANRALUEK, N.; SUN, Y.; TANG, X.; PROMPUTTHA, I.; THINES, M. What is a species in fungal plant pathogens? Fungal Diversity, v. 109, n. 1, p. 239-266, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13225-021-00484-8>
- KANDAN, A. AKHTAR, J.; SINGH, B.; PAL, D.; CHAND, D.; RAJKUMAR, S.; AGARWAL, P. C. Genetic diversity analysis of fungal pathogen *Bipolaris sorghicola* infecting *Sorghum bicolor* in India. Journal of Environmental Biology, v. 37, n. 6, p. 1323-1330, 2016.
- KUMAR, S.; KUMAR, N.; PRAJAPATI, S.; MAURYA, S. Review on spot blotch of wheat: An emerging threat to wheat basket in changing climate. Journal of Pharmacognosy Phytochemistry, v. 9, n. 2, p. 1985-1997, 2020.
- LINDEMAIER, E.; BORSOI, A.; ROYER, M. A. E.; DRANSKI, A. L.; LIMA, P. R. Produtividade do trigo com diferentes fontes de nitrogênio em cobertura. Revista Cultivando o Saber, v. 13, n. 3, p. 124-136, 2020.
- MEHTA, I. R. Doenças do trigo e seu controle. São Paulo: Agron. Ceres, 190p. 1998.
- MONTEIRO, P.; BORBA, M. P.; SAND, S. T. V. D. Evaluation of the antifungal activity of *Streptomyces* sp. on *Bipolaris sorokiniana* and the growth promotion of wheat plants. Journal of Agricultural Science, v. 9, n. 12, p. 229, 2017. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n12p229>
- MORAES, C.; MONTEIRO, A. C.; MOCHI, D. A. Reaction of *Bipolaris euphorbiae* to environmental factors and its tolerance to solar and ultraviolet radiation. World Journal of

- Microbiology and Biotechnology, v. 27, n. 6, p. 1449-1456, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0597-y>
- MUNIZ, P. H. P. C. Fotomorfogênese e patogenicidade de *Bipolaris bicolor* em trigo, milho e sorgo. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Goiás. 2022, 72p. Disponível em: <<http://200.137.241.33/handle/tede/1046#preview-link0>>. Acesso em: 16 de julho de 2022.
- NAZARI, S. JAVAN-NIKKHAH, M.; FOTOUHIFAR, K. B.; KHOSRAVI, V.; ALIZADEH, A. *Bipolaris* species associated with rice plant: pathogenicity and genetic diversity of *Bipolaris oryzae* using rep-PCR in Mazandaran province of Iran. Journal of Crop Protection, v. 4, n. 4, p. 497-508, 2015.
- OZELAME, O.; ANDREATTA, T. Análise da rentabilidade entre a soja convencional e transgênica em uma propriedade rural no Município de Chapeco/SC. Revista Custos e Agronegócio, v. 12, n. 4, p. 255-278, 2016.
- PAPAGIANNI, M. Fungal morphology and metabolite production in submerged mycelial processes. Biotechnology advances, v. 22, n. 3, p. 189-259, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2003.09.005>
- PATSA, R.; HEMBRAM, S.; BHATTACHARYA, P. M.; BANDYOPADHYAY, S.; DUTTA, S. Effect of temperature, light on germination and morphological characteristics of *Bipolaris sorokiniana*. Indian Phytopathology, v. 71, n. 2, p. 243-248, 2018. <https://doi.org/10.1007/s42360-018-0037-8>
- PAWLIK, A.; JASZEK, M.; STEFANIUK, D.; SWIDERSKA-BUREK, U.; MAZUR, A.; WIELBO, J.; KOPER, P.; ZEBRACKI, K.; JANUSZ, G. Combined effect of light and nutrients on the micromorphology of the white rot fungus *Cerrena unicolor*. International Journal of Molecular Sciences, v. 21, n. 5, p. 1678, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijms21051678>
- PAWLIK, A.; MAZUR, A.; WIELBO, J.; KOPER, P.; ŻEBRACKI, K.; KUBIK-KOMAR, A.; JANUSZ, G. RNA sequencing reveals differential gene expression of *Cerrena unicolor* in response to variable lighting conditions. International Journal of Molecular Sciences, v. 20, n. 2, p. 1-20, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijms20020290>
- PEREIRA, F. T.; MARQUES, M. G.; CARVALHO, D. D. D. C. Produção in vitro de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* sob diferentes regimes de luz. Revista Biociências, v. 22, n. 01, p. 56-60, 2016.
- PRANDO, A. M.; SOUZA, T. M.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; ZUCARELI, C. Produtividade, Índice de vegetação e clorofila de trigo em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cobertura. Cultura Agronômica, v. 28, n. 3, p. 329-342, 2019. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n3p329-342>
- REIS, E.M.; CASA, R.T. Doenças do trigo (*Triticum aestivum*). In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Manual de fitopatologia: doenças das grandes culturas. Ceres, v.2, n. 1, p. 631-638, 2005.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle. 2. Ed. Lages: Graphel, 2007, 176 p.
- REZENDE, J. D. S.; OLIVEIRA NETO, O. J.; SIVA, K. A. Volatilidade e Transmissão dos Preços Internacionais do Trigo para os Preços Domésticos do Trigo e Derivados do Brasil. Future Journal, v. 10, n. 1, p. 132-159, 2018.
- RIBEIRO, L. P.; CASTLHOS, R. V. Manejo integrado de pragas em pastagens: ênfase em pragas-chave das gramíneas perenes de verão. Boletim Técnico, p. 1-51, 2018.
- ROBERTS, M. R.; PAUL, N. D. Seduced by the dark side: Integrating molecular and ecological perspectives on the influence of light on plant defense against pests and pathogens. New Phytologist, v. 170, n. 4, p. 677-699, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01707.x>
- TISCH, D.; SCHMOLL, M. Light regulation of metabolic pathways in fungi. Applied microbiology and biotechnology, v. 85, n. 5, p. 1259-1277, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2320-1>
- XIAO, W.; LI, J.; ZHANG, Y.; GUO, Y.; FANG, W.; VALVERDE, B. E.; YIN, J.; QIANG, S.; CHEN, S. A fungal *Bipolaris bicolor* strain as a potential bioherbicide for goosegrass (*Eleusine indica*) control. Pest Management Science, v. 78, n. 3, p. 1251-1264, 2022. <https://doi.org/10.1002/ps.6742>
- ZAINAB, M. B.; SHINKAFI, S. A. Isolation and identification off fungi responsible for leaf spots disease of mango (*Mangifera indica linneaus*) in Sokoto state, Nigeria. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, v. 9, n. 2, p. 166-173, 2016. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v9i2.31>
- ZOU, K.T.; SHANG, L.; CHEN, S; GUO, H.; LI, X.; ZENG, W. L. Effects of different culture conditions on germination of conidia in pathogen of bitter melon powdery mildew. Journal of Southern Agriculture, v. 51, n. 3, p. 571-578, 2020.