

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

EULLER DE OLIVEIRA SILVA

**REAÇÃO DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus
annuus*) À *Alternariaster helianthi***

URUTAÍ – GOIÁS

2022

EULLER DE OLIVEIRA SILVA

REAÇÃO DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) À *Alternariaster helianthi*

Monografia apresentada ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências
do Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Milton Luiz da Paz
Lima.

Urutaí – GO
Fevereiro/2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SEU88r Silva, Euller de Oliveira
Reação de cultivares de girassol (*Helianthus annuus*) à *Alternariaster helianthi* / Euller de Oliveira Silva; orientador Milton Luiz da Paz-Lima. -- Urutaí, 2022.
40 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

1. Manha-de-alternaria. 2. Resistência. 3. Mancha-foliar. 4. Produtividade. 5. Curva de progresso.. I. Paz- Lima, Milton Luiz da , orient. II. Título.

EULLER DE OLIVEIRA SILVA

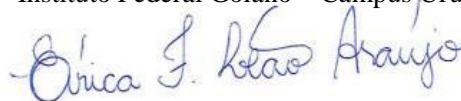
REAÇÃO DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) À *Alternariaster helianthi*

Monografia apresentada ao IF Goiano Campus Urutaí como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 22, dezembro de 2022



Prof. Dr. Milton Luiz da Paz Lima
(Orientadora e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Profa. Dra. Érica Fernandes Leão Araújo
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



MSC. Érica de Castro Costa
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

ATA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Aos 22 dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e dois reuniram-se: Prof. Dr. MILTON LUIZ DA PAZ LIMA, Profa. Dra. ÉRICA FERNANDES LEÃO ARAÚJO, e MSc. ERICA DE CASTRO COSTA nas dependências do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (GO), para avaliar o Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a): EULLER DE OLIVEIRA SILVA, como requisito necessário para conclusão do Curso Superior de Bacharelado em Agronomia. O presente TC tem como título: REAÇÃO DE VARIEDADES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) À *Alternariaster helianthi*.



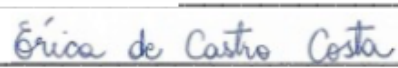
Após análise, foram dadas as seguintes notas:

Avaliadores	Notas
1. Prof. Dr. MILTON LUIZ DA PAZ LIMA	9,4
2. Profa. Dra. ERICA FERNANDES LEÃO ARAÚJO	8,9
3. MSc. ERICA DE CASTRO SILVA	8,7
Média final:	9,0

OBSERVAÇÕES:

Por ser verdade firmamos a presente:

Nome e Assinatura:

1. Dr. Milton Luiz da Paz Lima 
2. Dra. Erica Fernandes Leão Araújo 
3. MSc. Erica de Castro Costa 

Dedico...

A meus pais, minha irmã, aos que acreditaram, meu avô, em especial minhas três guerreiras e mães Mariluce Oliveira, Simone Alves e Vanusia Abreu, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para me ajudar, e acreditaram em minha força de conquista, confiando que eu iria chegar até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Essencialmente tenho gratidão a Deus por iluminar todo meu caminho, abrindo portas para que eu chegasse até aqui, dando forças para sonhar e conquistar, sendo o grande mestre de todos.

Ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, com toda sua qualidade e estrutura de excelência, com profissionais admiráveis, principalmente aos professores e sem esquecer a grande Ineides Tosta, dando o suporte muito carinho não só para mim, mas a todos os estudantes.

A minha mãe e meu pai, e meu avô, pela força, amor, carinho, apoio, dedicação e todo suporte necessário para a conclusão deste curso, gratidão e o nome que vou levar para vida toda por tudo que sempre fizeram por mim e por sempre acreditarem em mim, aos meus amigos, Simone Alves e Vanússia Abreu, os quais morei e convivi durante minha formação e sempre me deram total apoio e bons momentos, e a todos também que de certa forma participaram de alguma parte desta minha trajetória toda.

A Agro Castelo Consultoria representada pelo meu amigo Álvaro Cardoso (apoio técnico no campo), passando toda sua sabedoria e pratica há mim.

Ao meu orientador Milton Luiz da Paz Lima, por toda ajuda e paciência, não só na parte de orientação do Trabalho de conclusão de curso, mas durante toda a graduação foi um profissional que com certeza fez toda diferença, e passou que educar significa ser e estar para a vida toda.

Aos membros do laboratório de Fitopatologia que auxiliaram nas avaliações e desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, tanto em campo, quanto no laboratório, em especial aos amigos Lamonielle Silva, Nattany Silva, Mychelle Barbosa, Hiago Pinto, Jhon Linares, Matheus Leite, Regileison Junior, Marcos Machado, Geisiane Guimarães, Cleberly Santos, Marciel Peixoto, Paula Neves e Milton Lima, pelos conhecimentos e bons momentos durante o período da minha graduação.

A todos os professores obrigado pela contribuição ao meu crescimento tanto como profissional quanto pessoa, ensinamentos que irei levar para toda minha vida muito obrigado.

“Felicidade não é ausência de conflito, mas habilidade em lidar com ele. Alguém feliz não tem o melhor de tudo, mas torna tudo melhor. ”

(François La Rochefoucauld)

RESUMO

SILVA, E.O. Reação de variedades de girassol à *Alternariaster helianthi*. Trabalho de Conclusão de Curso. 46 p., 2022

RESUMO: A mancha-de-alternaria (*Alternariaster helianthi*) é uma doença bastante incidente em áreas úmidas do dossel nos cultivos de girassol, principalmente nas folhas baixas que influencia na atividade fotossintética das plantas. O objetivo deste trabalho foi estudar a reação de variedades de girassol à mancha-de-alternaria. Na cidade de Urutaí (GO), foram cultivados 14 genótipos, em delineamento de quatro blocos casualizados, com tamanho de dois metros de largura por oito metros de comprimento. Em cada parcela foram tomadas nas folhas baixas, 20 folhas ao acaso, que tiveram sua severidade quantificada e seu estágio fenológico definido. Foram realizadas quatro avaliações aos 53, 60, 67 e 74 dias após o plantio (DAP) que serviram para cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de infecção (TI). Utilizou-se testes paramétricos e não paramétricos para análise estatística. Estatisticamente, aos 53 DAP os genótipos mais resistentes foram BRS G71, BRS G72, Aguará 06, Hélio 250, BRS G62, BRS G63, BRS G65 e BRS G69 nos estádios R3 à R5.9 e severidades de 0,99 à 1.59 %. Aos 74 DAP os genótipos que apresentaram as menores severidades da mancha-de-alternaria foram BRS G62, BRS G63, Hélio 250, BRS G64, Aguará 06, BRS G67, BRS G66, BRS G69 e BRS G72, todos nos estádios R7-R9 apresentando médias de severidades variando de 8 a 15%. Estatisticamente o genótipo que apresentou menor TI foi BRS G72, diferindo estatisticamente dos demais apresentando 0,38 % dia⁻¹. A identificação de genótipos resistentes a mancha-de-alternaria é uma importante estratégia de manejo integrado da mancha-de-alternaria em lavouras de girassol.

Palavras-chave – Mancha-de-alternaria. Resistência. Mancha-foliar. Produtividade. Curva de progresso.

ABSTRACT

SILVA, E.O. Reaction of sunflower (*Helianthus annuus*) varieties to *Alternariaster helianthi*. Final Work. 46 p., 2022.

Abstract - Alternaria leaf spot (*Alternariaster helianthi*) is a very common disease in humid areas of the canopy of sunflower crops, in the lower leaves that influences the photosynthetic activity of many plants. The objective of this work was to study the reaction of sunflower varieties to alternaria leaf spot. In the city of Urutaí (GO), 14 genotypes were cultivated, in a design in four randomized blocks, measuring two x eight m. In each plot, 20 leaf samples were taken from the lower leaves, which had their severity quantified and their phenological stage evaluated. Five evaluations were performed at 53, 60, 67 and 74 days after planting (DAP) which served to calculate the area under the disease progress curve and infection rate. Parametric and non-parametric tests were used for statistical analysis. Statistically, at 53 DAP the most resistant genotypes were BRS G71, BRS G72, Aguará 06, Hélio 250, BRS G62, BRS G63, BRS G65 and BRS G69 belonging to stages R3 to R5.9 and severities from 0.99 to 1.59 % . At 74 DAP, the genotypes that showed the lowest severity of Alternaria leaf spot were BRS G62, BRS G63, Hélio 250, BRS G64, Aguará 06, BRS G67, BRS G66, BRS G69 and BRS G72, all belonging to stages R7- R9 presenting mean severity values ranging from 8 to 15%. Statistically, the genotype that showed the lowest infection rate was BRS G72, statistically differing from the others, presenting $0.38\% \text{ day}^{-1}$. The identification of genotypes resistant to alternaria leaf spot is an important strategy for integrated management of alternaria leaf spot in sunflower crops.

Key-words – Alternaria leaf spot. Resistance. Leaf spot. Yield. Progress curve.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTAGEM DE TABELAS	2
LISTAGEM DE FIGURAS	2
LISTA DE ANEXO	2
INTRODUÇÃO	3
REVISÃO DE LITERATURA	6
A hospedeira	6
A doença	8
O patógeno	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

LISTAGEM DE TABELAS

Tabela 1. Croqui da distribuição dos espacial das cultivares de girassol em diferentes blocos no campo. 13

Tabela 2. Médias da severidade da mancha-de-alternaria em diferentes dias de avaliação, estádios fenológicos (EF), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria (AACPMA) e taxa de infecção da mancha-de-alternaria para diferentes cultivares de girassol avaliados* 22

LISTAGEM DE FIGURAS

Figura 1. Escala diagramática adaptada para avaliação da severidade da mancha-de-alternaria empregada na avaliação da severidade do baixeiro até o terço médio (LEITE e AMORIM, 2002)..... 15

Figura 2. Sintomatologia e etiologia da mancha-de-alternaria do girassol causada por *Alternariasther helianthi*. A. sintoma, B. conídio amerosseptado e constricto (septo vertical), C. lesões esféricas e necróticas, D. conidiogênese. 21

Figura 3. Curvas de progresso da severidade da mancha-de-alternaria (*Alternariasther helianthi* nas cultivares de girassol (*Helianthus annuum*). **2.A.** Progresso das CULTIVARES 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64 e 5. BRS G65, **2.B.** Progresso das cultivares 6.BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69 e 10. BRS G70, e **2.C.** 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06 e 14. Hélio 250..... 24

Figura 4. Componentes principais entre a severidade (diferentes dias de avaliação), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria e taxa de infecção das diferentes cultivares: 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64, 5. BRS G65, 6.BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69, 10. BRS G70, 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06, e 14. Hélio 250..... 25

Figura 5. Agrupamento utilizando distância de Malahanobis entre a severidade (diferentes dias de avaliação), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria e taxa de infecção das diferentes cultivares representadas por 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64, 5. BRS G65, 6.BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69, 10. BRS G70, 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06, e 14. Hélio 250. 26

INTRODUÇÃO

O Girassol (*Helianthus annuus* L.-Asteraceae) tem se expandido em vários países, em razão de sua importância como produtora de óleo comestível de alta qualidade e valor econômico. A disponibilidade de novas (cultivares ou variedades) e híbridos resistentes de alta produtividade oferece opção a mais aos planos de rotação e sucessão de culturas, com menores riscos de ocorrência de pragas e doenças. Além disso, o girassol melhora a estrutura e fertilidade do solo, graças a seu sistema radicular pivotante profundo muito eficiente na ciclagem de nutrientes. É considerada uma planta rústica, resistente ao frio (ideal 26-28 °C), ao calor e a baixa disponibilidade hídrica do solo, adaptando-se a diversas regiões do Brasil, tolerando temperaturas baixas e estresse hídrico por períodos muito longos (PAULA JUNIOR e VENZON, 2015).

As cultivares de girassol apresentam florescimento aos 52 até 66 dias após o plantio, a maturidade fisiológica varia de 86 a 95 dias após a emergência, a altura de plantas varia de 130 à 195 cm de altura, e o teor de óleo varia de 35,51-45,37 %. A população ótima para plantas por hectare é de 40.000 a 45.000 plantas/ha, e varia de acordo com o porte, vigor germinativo das sementes, e os equipamentos utilizados na colheita. No preparo do solo do girassol a profundidade podem ultrapassar de 1,5 m (LEITE et al., 2015). O girassol possui uma maior resistência a estresses abióticos, se comparado a outras culturas em campo. Porém, apresenta uma alta sensibilidade para estresses bióticos (SKORIC, 2016).

Na estimativa de 2021/2022 houve um incremento da área plantada e na produção no valor de 39,5 % e 41,1 %, comparado com a temporada passada. No estado de GO a escassez de chuvas ocasionou baixas produtividades na safra atual. A comercialização é realizada principalmente por meio de contrato com a empresa de beneficiamento que produz óleo (localizada no sul do estado). No Brasil a área plantada de girassol na safra 2021/2022 foi de 39,5 milhões de ha, com produtividade de 1042 kg.ha⁻¹ e 41,1 milhões de t produzidas (CONAB, 2022).

Estima-se que as doenças no girassol são responsáveis por perdas de 12% da produtividade no mundo, não havendo dados exatos de perdas no Brasil, contudo pode chegar a 100% de perdas dependendo das condições climáticas. Várias são as doenças de importância no girassol, porém sendo destaque em severidade a mancha-de-alternaria e a podridão-branca (LEITE, 2016).

A mancha-de-alternária no Brasil tem presença bastante visível, assim como em regiões de áreas úmidas da Europa Central, Índia, Austrália, América do Sul e parte da África, onde está doença se encontra favorecida pelo fator umidade. Nas folhas são visíveis pontuações necróticas, ou lesões concêntricas de 3-5 mm de diâmetro possuem coloração de castanho a negra, de formato tipicamente arredondado a angular, com halo clorótico. Nos pecíolos os sintomas apresentam-se como pequenos pontos ou riscas, que podem tomar toda a haste, que em ataques severos pode causar a morte total da planta. Os sintomas podem também serem observados no receptáculo, capítulo e plântulas (LEITE, 2016).

Três são as espécies fúngicas consideradas agentes causais da doença no Brasil como *Alternariaster helianthi* (Hansf.) E.G. Simmons (2007), *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) e *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.(1912), sendo a primeira mais frequente (LEITE, 2016). O gênero *Alternariaster* sp. E.G. Simmons (2007) foi descrito em 2007, apresenta quatro espécies válidas em literatura (INDEX FUNGORUM, 2022). O fitopatógenos *Alternariaster helianthi* destaca dentre as demais espécies pela sua virulência nas lavouras de girassol, ocorrendo em todas as áreas e épocas de semeadura (LEITE, 2016).

A espécie *Alternaria helianthi* afeta plantas da família Asteraceae, com base em várias diferenças conidiais como formato cilíndrico a elipsoidal, são pigmentados e não possuem rostro e são formados em conidióforos cilíndricos e solitários; em média possuem cinco septos oblíquos ou transversais, com dimensões de 80-160 x 18-30 µm; os septos longitudinais são menos comuns em conídios formados no hospedeiros dos que nos produzidos em meio de cultivo. O fungo cresce lentamente em meio batata-dextrose-ágar, formando colônias acinzentadas. Outros hospedeiros de *A. helianthi* são picão branco (*Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav.), crisântemo (*Chrysanthemum x morifolium* Ramat.), alcachofra (*Cynara scolymus* var. *scolymus* (L.) Fiori), alface (*Lactuca sativa* L.) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes* (Vell.) H. Rob. Não há relatos de especialização fisiológica do fitopatógeno em girassol. A principal fonte de inóculo são resíduos culturais e sementes. Há relatos que a queda dos grãos de pólen sobre as folhas, estimulam a germinação dos conídios em condições favoráveis (LEITE, 2016).

As espécies *Helianthus hirsutus* Raf., *H. rigidus*, *H. tuberosus* L. além de *H. annuus* selvagem apresentam resistência a *A. helianthi*. Uma medida de controle da alternariose é a época de semeadura adequada, evitando períodos de chuva intensa a partir do florescimento (LEITE, 2016). Foram registradas no mundo em *Helianthus* spp. 13 espécies de *Alternaria* spp. e uma espécie de *Alternariaster* sp., representadas por *A. arborescens* E.G. Simmons (1999), *A. carthami-tinctori* T.Y. Zhang & Y.L. Guo (1998) (= *A. carthami* (Rodidin.) Nelen, A.

helianthicola G.N. Rao & K. Rajagop (1977), *A. helianthiinficiens* E.G. Simmons, Walcz & R.G. Roberts (1986), *A. heliophytonis* E.G. Simmons (2007), *A. protenta* E.G. Simmons (1986), *A. roseogrisea* R.G. Roberts (2008), *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire (1933), *A. tomato* (Cooke) L.R. Jones (1896), *A. tuberculata* Meng Zhang & T.Y. Zhang (2006), *A. zinniae*, *A. alternata* (Fr.) Keissl. (1912) (= *A. tenuis* Nees. (1816), *Alternariaster helianthi* (= *A. helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih (1969))), e *Teretispora leucanthemii* (Nelen) E.G. Simmons (2002) (= *A. leucanthemii* Nelen (1962)), infectando quatro espécies de *Helianthus* spp. como *H. annuum*, *H. tuberosus*, *H. verticillatus* Small. e *H. tuberosus* L. (FARR e ROSSMAN, 2022).

O controle químico com fungicidas é dificultado devido à altura das plantas e pulverizadores tradicionais de aplicação, no entanto, tem-se registrado no Brasil 25 marcas comerciais de fungicidas para *A. helianthi* (não apresenta no banco de dados *Alternariaster helianthi*) que incluem misturas e ingredientes ativos puros de difenoconazol, azoxitrobina, ciproconazol, bixafem, protioconazol e trifloxistrobina, não havendo nenhum registro de fungicida multissítio para esse fitopatógeno do girassol (AGROFIT, 2022).

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi estudar a reação de cultivares de girassol à mancha-de-alternaria.

REVISÃO DE LITERATURA

A hospedeira

O Girassol (*Helianthus annuus* L.-Asteraceae) tem se expandido em vários países, em razão de sua importância como produtora de óleo comestível de alta qualidade e valor econômico. Através de descobertas arqueológicas de uma semente e um aquênio parcialmente carbonizados datados com 2875-2575 a.C. e 2867-2482 a.C, encontrados no México, descobertas estas que se leva a acreditar-se, que a região do país foi a responsável pela domesticação da cultura (LEITE et al., 2005). A disponibilidade de novas cultivares e híbridos resistentes de alta produtividade oferece opção a mais aos planos de rotação e sucessão de culturas, com menores riscos de ocorrência de pragas e doenças. Além disso, o girassol melhora a estrutura e fertilidade do solo, graças a seu sistema radicular pivotante profundo muito eficiente na ciclagem de nutrientes.

É considerada uma planta rústica, resistente ao frio (ideal 26-28 °C), ao calor e a baixa disponibilidade hídrica do solo, adaptando-se à diversas regiões do Brasil, tolerando temperaturas baixas e estresse hídrico por períodos muito longos (PAULA JUNIOR e VENZON, 2015). É considerada, entre as cultivares vegetais com maior potencial em referência a produção de energia renovável no Brasil, utilizada como matéria-prima na produção de biocombustíveis (CORRÊA et al., 2008), bem como uma das cinco culturas com maior potencial, para produção de óleo vegetal comestível em todo o mundo (UNGARO et al., 2009).

As cultivares de girassol apresentam florescimento aos 52 até 66 dias após o plantio, a maturação fisiológica varia de 86 a 95 dias após a emergência, a altura de plantas varia de 130 à 195 cm de altura, e o teor de óleo varia de 35,51-45,37 %. A população ótima para plantas por hectare é de 40.000 a 45.000 plantas/ha, e varia de acordo com o porte, o vigor e os equipamentos utilizados na colheita. No preparo do solo do girassol a profundidade podem ultrapassar de 1,5 m (LEITE et al., 2015). Houve uma estimativa da área plantada e na produção no valor de 39,5 % e 41,1 % em 2021/2022, comparado com a temporada passada. No estado de Goiás a escassez de chuvas ocasionou baixas produtividades na safra atual. A comercialização é realizada principalmente por meio de contrato com a empresa de beneficiamento que produz óleo (localizada no sul do Estado). No Brasil a área plantada de

girassol na safra 2021/2022 foi de 39,5 milhões de ha, com produtividade de 1042 kg.ha⁻¹ e 41,1 milhões de t produzidas (CONAB, 2022).

O cultivo do girassol nas variadas regiões produtivas do Brasil, sofre influência de vários fatores que levam à redução da produtividade, um exemplo a ocorrência de doenças bióticas (LEITE & AMORIM, 2002; LOOSE et al., 2012). Estima-se que as doenças do girassol são responsáveis por perdas de 12% da produção no mundo, não havendo dados exatos de perdas no Brasil, contudo pode chegar a 100% de perdas dependendo das condições climáticas. As doenças foliares do girassol possuem destaque principal de origem fúngica (LEITE et al. 2005).

São várias as doenças mais importantes do girassol sendo a mancha-de-alternaria e a podridão-branca as mais severas (LEITE, 2016). Sendo a *A. helianthi* (Hansf.) Tubaki e Nishihara já considerada o principal agente causal da mancha foliar de *Alternaria* em girassóis (VAN DER WESTHUIZEN e HOLTZHAUSEN 1980; ALLEN et al. 1983, BHARGAV E MEENA 2014). Estudos realizados, constataram que plantas acometidas pela doença sofreram, perdas de 30 a 80% no rendimento de sementes e uma diminuição de 17 a 33% no teor de óleo final (ALLEN et al., 1981; BALASUBRAMANYAM e KOLTE, 1980; DEOKAR et al., 2014).

A doença

A mancha-de-alternária no Brasil tem presença bastante visível, assim como em regiões de áreas úmidas da Europa Central, Índia, Austrália, América do Sul e parte da África, onde está doença se encontra favorecida pelo fator umidade. As pontuações necróticas, ou lesões concêntricas de 3-5 mm de diâmetro possuem coloração de castanho a negra, de formato tipicamente arredondado a angular, com halo clorótico. Nos pecíolos os sintomas apresentam-se como pequenos pontos ou riscas, que podem tomar toda a haste, e em ataques severos, pode causar a morte total da planta. Os sintomas podem também serem observados no receptáculo, capítulo e plântulas (LEITE, 2016). Em geral as manchas foliares aparecem em 35 e 40 dias após o plantio, com condições climáticas adequadas, a doença se alastra rapidamente para a parte superior folhas, até cobrir toda a folha gerando sintomas de ferrugem. É notado uma maior carga de esporos, durante o estágio vegetativo V5 até o estágio reprodutivo R1 da cultura (PRASAD et al., 2017).

A temperatura e a umidade são fatores muito importantes para o desenvolvimento da doença, tendo como temperatura mínima de 12,1°C a 14,9°C e máxima de 37,3°C, onde ocorre o alargamento da doença de acordo com aumento da temperatura até os 30°C, com um avanço de crescimento conidial bem marcante aos 35°C, e aproximando de zero na faixa de 40 °C, tendo assim uma faixa ótima para o desenvolvimento da doença se encontra entre 25 °C a 30 °C. Já o teor de umidade se encontra muito favorável na faixa de tempo das 12 horas de molhamento foliar para que ocorra a infecção, umidade essa que pode ser contínua ou em período curtos (LEITE e AMORIM, 2002a). As interações fúngicas com hospedeiro, tem o favorecimento relacionando com uma maior umidade relativa do ar, e com o molhamento excessivo no limbo foliar (AGRIOS, 2004; LEITE e AMORIM, 2002a), sendo assim, em dias muitos chuvosos e sucessivos estes patógenos apresentaram uma maior expressão. A chuva funciona como um importante mecanismo de dispersão, como uma rota de disseminação de esporos do patógenos (AGRIOS, 2004; AMORIM E PASCHOLATI, 2011), causando uma dispersão acelerada da epidemia onde a cultura se encontra implantada. Presença de gotas ou lâminas de água no limbo foliar da planta, gera a germinação de esporos fúngicos, penetração de hifas no tecido hospedeiro e colonização (AGRIOS, 2004), ou seja, a alta umidade favorece diretamente a esporulação.

A doença gera a redução do tecido fotossintético da planta, acarretando uma baixa produção de fotoassimilados, e por fim afetando o rendimento final da cultura (MELLO et al.,

2011). Bem como, causa a diminuição da taxa fotossintética, graças a senescência precoce das folhas, motivada pelas manchas foliares necróticas, tendo de tal modo uma antecipação da maturidade da planta, em consequência ocorre uma menor quantidade de aquênios por capítulo (LEITE, 2005). Assim como a maioria dos patógenos, se observa, a necessidade de água sobre o limbo foliar, funcionando como agente colaborador para o sucesso final da infecção (HUBER e GILLESPIE, 1992). A queima das folhas acarreta a redução do tamanho das flores, reduz o número de sementes por planta, e afeta o enchimento destas sementes. Práticas de irrigação são prejudiciais, se feitas sem a aplicação de fungicida, no período de semeio ao fim de safra. A infecção causa uma alta gravidade da doença principalmente na fase inicial reprodutiva acarretando um rendimento inferior a 500 kg.ha⁻¹, quando a severidade for acima de 10% no estágio fenológico R3, significando a esse o estágio mais crítico para o desenvolvimento da cultura, e sendo de suma importância a aplicação do fungicida nestas situações (MALDANER et al., 2015).

O controle químico com fungicidas é dificultado devido à altura das plantas e pulverizadores tradicionais de aplicação, no entanto, tem-se registrado no Brasil 25 marcas comerciais de fungicidas para *Alternaria helianthi* (não apresenta no banco de dados *Alternariaster helianthi*) que incluem misturas e ingredientes ativos puros de difenoconazol, azoxitrobina, ciproconazol, bixafem, protioconazol e trifloxistrobina, não havendo nenhum registro de fungicida multisítio para esse fitopatógenos do girassol (AGROFIT, 2022). A combinação carben dazim + mancozeb em condições de laboratório controlaram com eficiência o desenvolvimento micelial de *Alternariaster* e regularam a queima do girassol, podendo assim ser explorados em grandes escalas para o manejo da doença, em áreas onde ocorre o alto predomínio da doença e contra os isolados menos sensíveis (USHA et al., 2019). Porém sempre deve-se levar em conta que, na composição populacional do patógeno, ocorre a probabilidade de mudança, devido a pressão gerada por rotação de culturas, dispersão generalizada de esporos de espécies de *Alternaria* sp. (ARADHYA et al., 2001; WOUDEMBERG et al., 2015) e desenvolvimento de resistência adquirido devido ao tratamento com fungicidas (FAIRCHILD et al., 2013).

Entre as estratégias de manejo da doença, uma ferramenta de uso altamente almejada é a resistência genética, por motivo de trazer redução de custos aos agricultores, não gerar a necessidade de uso, com outros métodos de controle (LEITE et al., 2006). A reprodução explorando o fator resistência, sempre foi uma prioridade de uso a fim de resolver problemas relacionados a patógenos no girassol, futuramente ainda terá um papel bem maior. Vem sendo

um desafio constante para os melhoristas detectar fontes inalteráveis de resistência em espécies cultivadas ou selvagens de *Helianthus*. A hibridização interespecífica com espécies selvagens de *Helianthus* podem gerar uma maior variabilidade genética do girassol cultivado e aumentar sua resistência biótica. A diversidade genética viabiliza a continuidade das espécies por um tempo mais extenso, provendo a rápida adaptação às mudanças em seu ambiente que ela se encontra (VALKOVA e ENCHEVA, 2021). Resultados da pesquisa de SKORIC (1988), apontaram que a maioria dos acessos de girassol examinados obtiveram graus escassos de resistência à mancha foliar e caulinar da *Alternaria*, porem identificou quem em acessos de *H. annuus* silvestres que possuíam somente manchas necróticas ou lesões bem pequenas em testes de campo. A produção de novos híbridos portando um maior potencial produtivo junto a uma alta resistência às doenças de importância econômica do girassol, foi focado por muitos pesquisadores (MORRIS et al., 1983; TREITZ, 2003; BOEREMA et al., 2004; VENKATA et al. 2014; GEORGIEV & PISKOV, 2019). O incremento de novas técnicas de manejo pode aparecer como solução para muitas doenças, porém, a utilização de fungicidas tornou-se um processo inevitável no manejo do girassol devido à lacuna de cultivares resistentes a mancha de *Alternariaster* sp. (USHA et al., 2019).

As espécies *Helianthus hirsutus* Raf., *H. rigidus*, *H. tuberosus* L. além de *H. annuus* selvagem apresentam resistência a *A. helianthi*. Uma medida de controle da alternariose é a época de semeadura adequada, evitando períodos de chuva intensa a partir do florescimento (LEITE, 2016). Foram registradas no mundo em *Helianthus* spp. 13 espécies de *Alternaria* spp. e uma espécie de *Alternariaster* sp., representadas por *A. arborescens* E.G. Simmons (1999), *A. carthami-tinctori* T.Y. Zhang & Y.L. Guo (1998) (= *A. carthami* (Rodid.) Nelen, *A. helianthicola* G.N. Rao & K. Rajagop (1977), *A. helianthiinficiens* E.G. Simmons, Walcz & R.G. Roberts (1986), *A. heliophytonis* E.G. Simmons (2007), *A. protenta* E.G. Simmons (1986), *A. roseogrisea* R.G. Roberts (2008), *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire (1933), *A. tomato* (Cooke) L.R. Jones (1896), *A. tuberculata* Meng Zhang & T.Y. Zhang (2006), *A. zinniae*, *Altexszrnaria alternata* (Fr.) Keissl. (1912) (= *A. tenuis* Nees. (1816), *Alternariaster helianthi* (= *A. helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih (1969)), e *Teretispora leucanthemi* (Nelen) E.G. Simmons (2002) (= *A. leucanthemi* Nelen (1962)), infectando quatro espécies de *Helianthus* spp. como *Helianthus annuum*, *H. tuberosus*, *H. verticillatus* Small. e *H. tuberosus* L. (FARR e ROSSMAN, 2022). Outra medida e o uso de sementes saudáveis e refletir na qualidade final e rendimento produtivo da planta (SALUSTANO et al., 2005).

O patógeno

Três são as espécies fúngicas consideradas agentes causais da doença no Brasil, como *Alternariaster helianthi* (Hansf.) E.G. Simmons (2007), *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) e *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (1912), sendo a primeira mais frequente (LEITE, 2016). O gênero *Alternariaster* sp. E.G. Simmons (2007) foi descrito em 2007, apresenta quatro espécies válidas em literatura (INDEX FUNGORUM, 2022). O fitopatógeno *Alternariaster helianthi* destaca dentre as demais espécies pela sua virulência nas lavouras de girassol, ocorrendo em todas as áreas e épocas de semeadura (LEITE, 2016).

A taxonomia das espécies de *Alternaria* baseia-se predominantemente na morfologia dos esporos, particularidades culturais, bem como na associação ou relação planta-hospedeiro (KADAM et al., 2009). O conhecimento da interação hospedeiro-patógeno é necessário para entender a ocorrência da doença e seu manejo eficaz. Como ferramenta eficaz para compreensão ou mesmo identificação deste patógeno, temos o estudo da histopatologia de *A. helianthi* em girassol, que é um modo eficaz de compreender como se dá a entrada de esporos fúngicos, sua germinação, desenvolvimento e disseminação do patógeno na planta hospedeira. Assim como as informações valiosas tragas sobre a biologia e taxonomia do fungo, através do estudo e identificação de proteínas envolvidas nas interações entre hospedeiro-patógeno (USHA e PRASAD, 2022).

A espécie *Alternariaster helianthi* afeta plantas da família Asteraceae, com base em várias diferenças conidiais como formato cilíndrico a elipsoidal, são pigmentados, formados por conidióforos cilíndricos e solitários; em média possuem cinco septos oblíquos ou transversais, e possuem dimensões de 80-160 x 18-30 μm ; os septos longitudinais são menos comuns em conídios formados no hospedeiros dos que nos produzidos em meio de cultivo. O fungo cresce lentamente em meio batata-dextrose-ágar, formando colônias acinzentadas. Outros hospedeiros de *Alternariaster helianthi* são picão branco (*Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav.), crisântemo (*Chrysanthemum x morifolium* Ramat.), alcachofra (*Cynara scolymus* var. *scolymus* (L.) Fiori), alface (*Lactuca sativa* L.) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes* (Vell.) H. Rob. Não há relatos de especialização fisiológica em girassol do fitopatógenos. A principal fonte de inóculo são resíduos culturais e sementes.

O patógeno gera manchas marrons nas folhas, caule, pétalas, sépalas que acarretam a perda de folhas de forma prematura. Já na forma severa da infecção, leva a quebra do caule e senescência da planta (ANILKUMAR et al., 1974; MORRIS et al., 1983). Há relatos do patógeno afetando, proporcionalmente o poder germinativo das sementes bem como o vigor das plântulas (CHAVHAN et al., 2015). Assim como, existe observações que a queda dos grãos de pólen sobre as folhas, estimulam a germinação dos conídios em condições de favorecimento (LEITE, 2016). Temperatura e alta umidade durante o período de crescimento da cultura, favorecem no nível de esporulação do fungo, onde a temperatura se encontra muito favorável para o crescimento conidial numa faixa de 35°C, em junção a umidade de 12 horas de forma permanente ou intercalada, assim potencializando ao máximo a infecção na planta. Já aos 40°C esse crescimento conidial é bem próximo de zero, e temperatura mínima de 12,1°C a 14,9°C para que o patógeno execute a infecção (LEITE e AMORIM, 2002). Em geral as manchas foliares aparecem em 35 e 40 dias após o plantio; e com condições climáticas adequadas, a doença se alastra rapidamente para a parte superior folhas, até cobrir toda a folha gerando sintomas de ferrugem. É notado uma maior carga de esporos, durante o estágio vegetativo v5 até o estágio reprodutivo R1 da cultura (PRASAD et al., 2017), um exemplo de ambiente favorável, e onde ocorre por período constante presença de gotas ou lâminas de água no limbo foliar da planta por tempo excessivo, assim proporcionando a germinação de esporos fúngicos, penetração de hifas no tecido hospedeiro e colonização (AGRIOS, 2004).

A rápida identificação da *A. helianthi* é de suma utilidade, afim de impedir perdas futuras e epidemias de ferrugem do girassol. Existe vários métodos disponíveis para detecção de *A. helianthi*. Metodologias convencionais utilizadas na identificação abrangem avaliações bioquímicas, morfológicas de conídios, e perfil metabólico (SIMMONS, 2007). Porém, estes métodos comumente sofrem vários obstáculos, como baixa sensibilidade, falta de precisão e especificidade, tempo, entre outros empecilhos. A própria semelhança morfológica dos conídios com outras espécies de *Alternaria* associadas ao girassol funciona também como um fator precursor ao aumento desta imprecisão (CHAVHAN et al., 2015). Um exemplo de ferramenta para a detecção de *A. helianthi*, e o ensaio de PCR em tempo real fundamentado em sonda TaqMan® desenvolvido para detecção em semente, amostra de planta e cultura pura do patógeno (CHAVHAN et al., 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2019, no município de Urutaí, GO, (latitude 12° 29' 9" S e longitude 48° 12' 47" O, 740 m), quatro blocos contendo 120 plantas na área de 18 m² (2x8 m) foram cultivadas 14 cultivares de girassol. O solo foi caracterizado como Latossolo vermelho distrófico.

A semeadura (120 plantas por blocos, espaçamento 0,5 m, 0,3 m de espaçamento entre plantas) foi realizada no dia 11 de março de 2019, representados pelo plantio das 14 cultivares (tratamentos), tais como, 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64, 5. BRS G65, 6. BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69, 10. BRS G70, 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06 e 14. Hélio 250, pertencentes a diferentes ciclos, quatro repetições (blocos), em delineamento em blocos casualizados (Tab.1), totalizando 56 unidades experimentais.

O sistema de plantio adotado, foi o plantio direto, portanto não foi realizada nenhuma atividade de revolvimento do solo. Os restos vegetais da cultura anterior de milho, foram triturados e utilizados como cobertura. A adubação de plantio foi realizada com 270 kg ha⁻¹ do adubo formulado 05-37-00 NPK, o cloreto de potássio foi aplicado utilizando o sistema de agricultura de precisão com taxa variável (mediante análise de solo espacial da área) como estratégia de fornecimento da quantidade requerida e necessária para o solo. As sementes foram tratadas com o i.a. thiametoxan (Cruiser[®] 350 fs) na dosagem de 0,150 L/100 kg de semente, fludioxonil + metalaxyl (Maxim XI[®]) na dosagem de 0,150 L.100 kg⁻¹, na dosagem de 0,170 L 100 kg⁻¹ de semente e cinetina + ácido giberélico + ácido 4-indol3-ilbutírico (Stimulate[®]) na dosagem de 0,300 L 100 kg de semente⁻¹.

Aos 53, 60, 67 e 74 dias após o plantio efetuou-se 4 avaliações de severidade da mancha foliar utilizando a escala diagramática de LEITE e AMORIM (2002). Tomaram-se 10 plantas randomicamente em cada bloco (excluindo-se as bordaduras em 1 metro), para avaliação da severidade. Dos 18 m², foram desprezados 0,5 m das extremidades (bordaduras) das parcelas formando uma área útil de 24 m².

Tabela 1. Croqui da distribuição espacial das cultivares de girassol em diferentes blocos no campo.

I	II	III	IV
13. Aguará 06	4. BRS G64	12. BRS G72	3. BRS G63
5. BRS G65	3. BRS G63	6. BRS G66	6. BRS G66
12. BRS G72	5. BRS G65	9. BRS G69	12. BRS G72
7. BRS G67	13. Aguará 06	1. BRS 323	5. BRS G65
3. BRS G63	8. BRS G68	10. BRS G70	14. Hélio 250

11. BRS G71	2. BRS G62	3. BRS G63	9. BRS G69
9. BRS G69	11. BRS G71	11. BRS G71	13. Aguará 06
4. BRS G64	14. Hélio 250	7. BRS G67	11. BRS G71
8. BRS G68	10. BRS G70	14. Hélio 250	2. BRS G62
6. BRS G66	1. BRS 323	13. Aguará 06	8. BRS G68
14. Hélio 250	9. BRS G69	8. BRS G68	10. BRS G70
2. BRS G62	6. BRS G66	4. BRS G64	4. BRS G64
10. BRS G70	7. BRS G67	5. BRS G65	7. BRS G67
1. BRS 323	12. BRS G72	2. BRS G62	1. BRS 323

Em cada bloco e/ou parcela durante os dias de avaliação da severidade da mancha-de-alternaria foram tomadas aleatoriamente 10 amostragens sendo um trifólio por planta localizado no terço inferior (AMORIM e BERGAMIN FILHO, 2018). Cada parcela apresentou as dimensões de 4 x 9 m, espaçamento entre linhas de 0,5 m das linhas, com oito linhas de cultivo, com área de 36 m² por parcela,

Em cada unidade experimental avaliou-se randomicamente do baixeiro até o 1/3 médio das plantas de girassol aos 53, 60, 57 e 74 dias após o plantio (DAP).

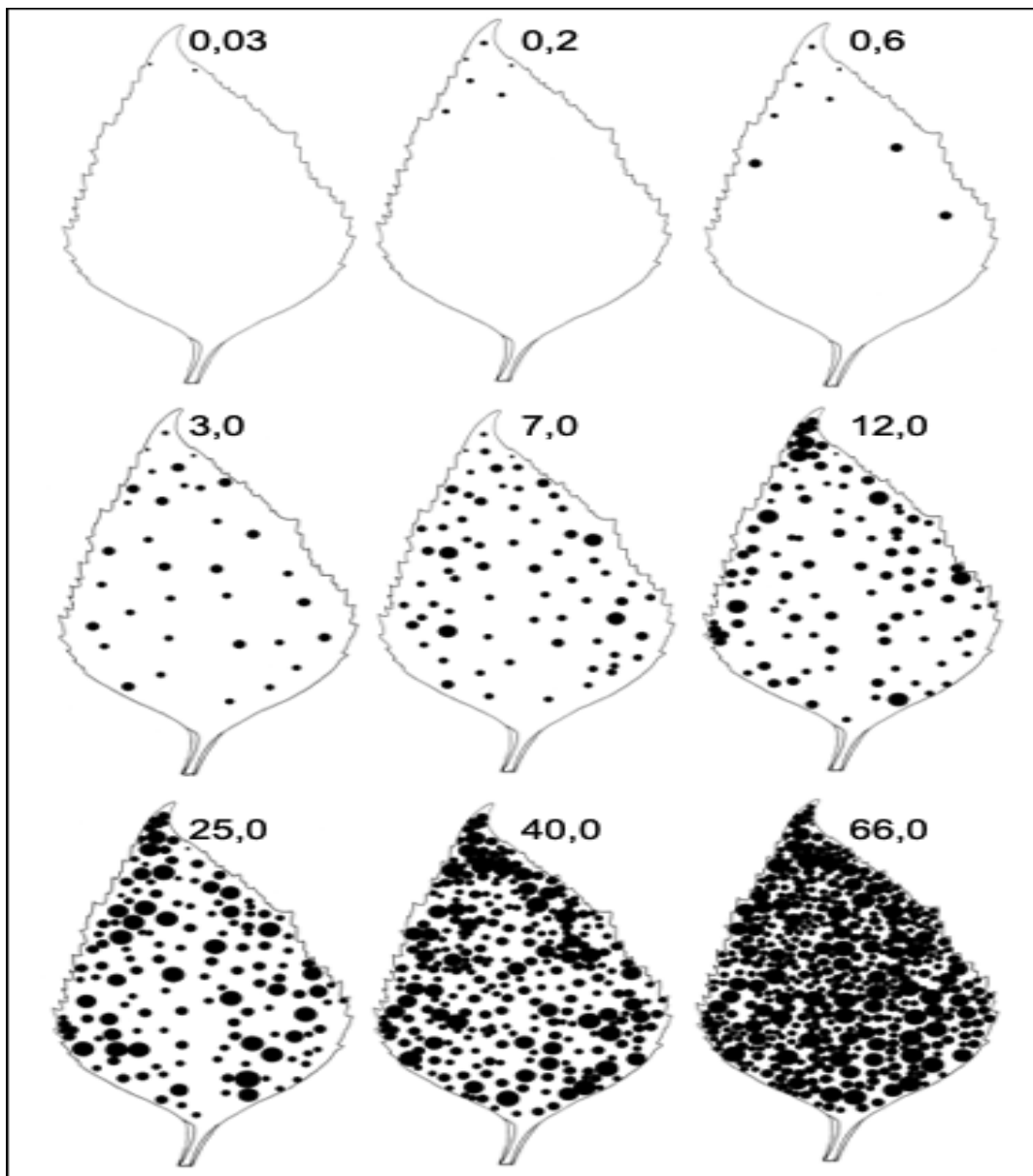


Figura 1. Escala diagramática adaptada para avaliação da severidade da mancha-de-alternaria empregada na avaliação da severidade do baixeiro até o terço médio (LEITE e AMORIM, 2002).

A partir de quatro medidas temporais da severidade da mancha-de-alternaria (SEV) realizadas aos 53, 60, 57 e 74 DAP calculou-se área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria (AACPD), integralizando a curva de progresso da doença para cada tratamento (severidade x quatro dias de avaliação), por meio da fórmula:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \frac{(X_i + X_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Onde, n é o número de avaliações da severidade, X_i é a severidade da mancha-de-alternaria e $(t_{i+1} - t_i)$ é o número em dias entre as avaliações consecutivas (SHANNER e

FINNEY 1977). O valor da AACPD resumiu todas as avaliações de severidade em um único valor adimensional.

A taxa de infecção (TI) foi calculada através da regressão linear sendo os dias o valor de X e Y os valores de severidade nos diferentes dias de avaliação (DAP), respectivamente, sendo o parâmetro de coeficiente angular obtido no Excel[®], (procedimento = inclinação (y;x) correspondente a taxa de crescimento dada em % de severidade.dia⁻¹.

Foi realizado um teste de hipótese paramétrico e não paramétrico para as variáveis respostas utilizadas utilizando o programa livre R.

Todas as variáveis dependentes ou respostas foram submetidos ao teste de comparação de médias SKott-Knott, e teste não paramétrico seguido de teste de comparação de médias Tukey, ambos a $P \approx 0,05$. Todas as variáveis foram submetidas a análise de componentes principais (CP), correlações canônicas (CN) e agrupamento utilizando medida de similaridade de Malahanobis, afim de verificar relacionamentos de forma individual e das interações, entre tratamentos com as variáveis dependentes utilizando o programa livre “R” (R, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O surto de *Alternariose* no girassol causado pela *Alternariaster helianthi*, provocou lesões escuras de halos concêntricos, distribuídos aleatoriamente na folha sendo observado mais frequentemente nas folhas baixas, onde a epidemia avançou a partir das folhas baixas indo até o terço médio. Observou-se que nas áreas onde se tinha lesões necróticas apareceu o início de uma clorose que englobava todas estas lesões, as lesões necróticas não eram confluentes com tudo a clorose em decorrência da epidemia aparentou-se ocupando uma extensão de área maior do tecido foliar (LEITE et al., 2016) em (Fig. 2A).

Assim como relatado em (LEITE et al., (2016), os conídios apresentavam inúmeros septos transversais, é em alguns septos eram observados constrição, no ponto de secessão do conídio com o conidióforo de *Alternariaster* sp. foi observado resíduos ou cicatriz, o conídio apresentava um formato cilíndrico multiseptado com seis septos no caso demonstrado com variações para mais ou para menos e com algumas constrições, ele não apresentava rostro por isto que houve a alteração do gênero assim identificando como *Alternariaster* sp. e não como

alternaria, ou seja a diferença e a presença de rostro para *Alternaria* e ausência para *Alternariaster* (Fig. 2B).

Na face abaxial foi observado que as lesões necróticas tinham aspectos de halos concêntricos típicos de manchas causadas por *Alternaria* ou por grupo de fungos relacionados, como e o caso de *Alternariaster*, este detalhe da lesão não foi observado nitidamente ou marcante a presença de um halo clorótico definido, neste caso foi observado uma região clorótica próxima ao tecido necrótico porem não muito claro e definido, e as lesões apresentaram cor castanho a palha com halos concêntricos (Fig. 2C).

Os conídios da região central destas lesões necróticas observadas na (Fig. 2C), eram produzidos por conidióforos solitários, esta conidiogênese é enteroblástica tétrica, nota-se com o desprendimento do conídio a presença de uma cicatriz de secessão, uma das características dos fungos pertencentes ao grupo *Alternariaster* e o fato de serem conídios muriformes (conídios com septos transversais e longitudinais), todos esporos observados apresentava rostro como dito anteriormente, em maioria com somente septos transversais e muito pouco septos longitudinais (LEITE et al., 2016) (Fig. 2D).

Todas as variáveis respostas, 53, 60, 67, 74 DAP, área abaixo da curva de progresso da mancha de *Alternariaster* e a taxa de infecção da mancha-de-alternaria, não apresentaram distribuição normal, ou seja, foi necessário o emprego de um teste não paramétrico representado pelo valor de Friedman marcado em negrito (Tab. 2).

Aos 53 DAP, a cultivar BRS323 foi a cultivar considerada mais suscetível ao ataque de *Alternariaster*, esta cultivar estava com uma variação em relação ao estágio fenológico, variando dos estádios R4, R5.9 e R5.8 (Tab.1). Aos 53 DAP, foram considerados os genótipos mais resistentes ao ataque de *Alternariaster heliante*, aqueles que apresentaram menor nível de significância, sendo eles o BRS G62, BRS G63, BRS G65, BRS G69, BRS G72, Aguará 06 e Hélio 250, por fim, aquele observado como o mais resistente o BRS G71, apresentando estádios fenológicos variando de R4 até R5.9 (Tab. 1).

Aos 60 DAP não houve diferença significativa entre as cultivares de girassol com relação a mancha-de-alternaria, estas cultivares apresentaram amplitudes de estágio fenológico variando de R5.1 até R7.1 (Tab.1). Aos 67 DAP, também não houve diferença significativa entre as cultivares, e variando nos estádios fenológicos R7 até o R8 (Tab.1). Nos 74 DAP, as cultivares não apresentaram diferenças significativas entre as medias de severidade, e as cultivares se encontravam no estágio fenológico R8 até R9 (Tab. 1).

A área abaixo da curva de progresso (AACPCMA), representa um valor adimensional que um resumo da epidemia da mancha-de-alternaria, nela observou-se que também não houve uma diferença significativa entre si, o que concluímos neste período avaliado de 53 DAP até o 74 DAP, e que as diferenças entre as cultivares poderiam ser mais evidenciadas neste ano avaliado se fosse avaliado nos estádios fenológicos mais jovens, pois parece que a mancha-de-alternaria demonstraria comportamentos mais diferenciados nos estádios mais jovens de girassol, esta é uma proposta para se obter uma maior variabilidade de dados (Tab. 2).

A taxa de infecção que é um valor dado em % por dia sobre as cultivares de girassol também não apresentou diferenças significativas, sendo que as porcentagens de crescimento variaram de 40% até 100% dia de avanço, dentro da amplitude dos 53 até 74 dias (Tab. 2). A taxa de infecção pode ser influenciada por fatores como superfície de tecido foliar, tempo, pela capacidade de esporulação quando doenças fúngicas, elevando a quantidade de infecção (SEGARRA et al., 2001).

Os três gráficos (A, B e C) da (Fig. 3), representam a divisão das curvas de progresso afim de tentar o reconhecimento dos picos de crescimentos da porcentagem de área lesionada, que foi observado para todos os genótipos no tempo de avaliação foi que o valor máximo de incremento de severidade da mancha-de-alternaria, chegou ao ponto de 25% para todas cultivares (Fig. 3). Através de uma curva de plotagem temporal uma curva de progresso, onde notou-se que aos 67 DAP foi o pico máximo de severidade da mancha-de-alternaria nas cultivares, e apresentando algumas cultivares com valores médios de severidade próximas a 15% e outras como por exemplo a BRS023 apresentando 25% de severidade, e a partir dos 67 DAP, começaram a ter uma declinação da severidade, e como explicação a questão de estado fenológico de redução do ciclo fisiológico das plantas, pois quando se analisa uma epidemia a hipótese é que ela sempre tende a aumentar, a não ser que ocorra uma medida de controle químico onde resulte na redução do patógeno e conseqüentemente a severidade venha a reduzir, que é a única explicação como esta, porém não é o caso pois não foi aplicado fungicida nas cultivares, então da amplitude dos 67 DAP até os 74 DAP, a pequena declinação de algumas cultivares está relacionado a uma proximidade da chegada da finalização do ciclo fenológico do girassol (Fig. 3A).

Uma grande maioria das cultivares possuíam o mesmo comportamento, onde se encontravam entre os estádios fenológicos R7 a R8 aos 67 DAP, apresentando o pico máximo para a grande maioria, com exceção cultivar BRS G70, provavelmente uma cultivar com ciclo mais longo e aí anotou-se ainda um aumento desta severidade, saindo de um patamar de 15% clara, próxima dos 23% a 24% de severidade desta cultivar. A epidemia obteve durante o ciclo

avaliado, uma faixa aos 53 DAP nas cultivares uma amplitude aproximada de 3%, posteriormente aos 60 DAP uma variação de amplitude dos 3% até os 10%, e o pico máximo aos 67 DAP, em que as severidades variaram de 15% a até 25%, e para as cultivares BRS G67, BRS G66 e BRS G69 houve um declínio explicado provavelmente pela não aplicação de fungicida devido uma proximidade da finalização do ciclo fenológico. Para a cultivar BRS G68, ela se manteve dos 67 DAP a 74 DAP na severidade aproximadamente de 20%, não havendo acréscimo. Para a cultivar BRS G70 houve um aumento na severidade nos 67 DAP ao 74 DAP, resultado esperado dentro de uma epidemia quando não se sofre o efeito da senescência (Fig. 2B).

A mesma tendência observada para o conjunto de cultivares na (Fig. 3A), se comportou também para esta cultivares representadas graficamente na (Fig. 3C), em que aos 67 DAP foi o pico máximo, e a partir do 67 DAP até 74 DAP houve uma redução da severidade acarretada por uma finalização do ciclo fenológico perda da folha amostrada nestas plantas. Aos 53 DAP a variação de severidade foi muito pequena, variando de 1% aos 3%, já aos 63 DAP as cultivares tiveram amplitudes de severidade de 4% até 10%, e aos 67 DAP observou-se que as cultivares apresentaram medias de amplitudes de 19% até 21% de severidade.

Aos 74 DAP houve uma redução na amplitude, então por exemplo não existe a possibilidade de um tecido ressuscitar e a doença regredir, ela só terá esse comportamento de regressão quando se tem um controle químico, onde se corta o ciclo de relações entre patógeno hospedeiro assim terá severidades reduzidas quando se tem uma medida de controle que dentro da relação temporal e capaz de reduzir os ciclos secundários da doença, sendo assim na (Fig. 3C) a amplitude de severidade variou de 8% até 18%, e a explicação e a finalização do ciclo das cultivares avaliadas.

Observou-se que as variáveis respostas que mais explicaram as diferenças entre as cultivares (Fig.4), foram a área abaixo da curva de progresso (AACPCMA) da mancha-de-alternaria, a avaliação da severidade aos 74 DAP, e a avaliação a severidade em terceiro lugar aos 67 DAP, estas três variáveis dependentes tiveram comportamentos distintos, elas não são relacionadas diretamente, pois cada aponta para uma direção nesta análise de componentes principais. Então a maior área abaixo da curva foi observada para a cultivar BRS 323, apresentando uma maior quantidade de doença, e aos 67 DAP as cultivares que apresentaram as maiores severidades foram as cultivares BRS G71, Hélio 250 e a BRS G64. Com relação a avaliação aos 74 DAP as cultivares que obtiveram maiores severidades foram a BRS G62, Aguará 06.

Contudo a área abaixo da curva que representa um que representa um resumo da epidemia de mancha-de-alternaria pela análise de componentes principais, permite claramente pelo posicionamento contrário ao vetor de área abaixo da curva de progresso da doença indicar as cultivares BRS G62, Aguará 06, BRS G63, BRS G67 e BRS G68, e ainda assim incrementar as cultivares Hélio 250 e BRS G64 (Fig.4). Então falando sobre métodos, afim de tentar discriminar cultivares mais resistentes e suscetíveis, se não obtivemos bons resultados pelos testes de hipóteses apresentados na (Tab.2), pela análise de componentes principais fica mais claro a indicação dos materiais que são resistentes utilizando esse método de análise multivariada, que classicamente é utilizado para separação de genótipos (ASSMANN et al., 2010), assim trabalhando no reconhecendo tratamentos, e sendo pouco empregado no foco de estudo de relacionamento de tratamentos com fungicidas.

Na (Fig. 5) é visível três grandes grupos das cultivares separadas de acordo com a mancha-de-alternaria, sendo a cultivar BRS G64 mais resistente, já as cultivares intermediarias em termo de resistência foram as BRS G65, BRS G66, BRS G72, BRS G67, BRS G69, BRS G70, BRS G71, Hélio 250, BRS G68, e as cultivares que apresentaram mais suscetibilidade foram BRS 323, BRS G63, BRS G62, Aguará 06. Sendo assim, ao grupamento de cluster permitiu a separação das cultivares de acordo com a infecção por mancha-de-alternaria em três grandes grupos.

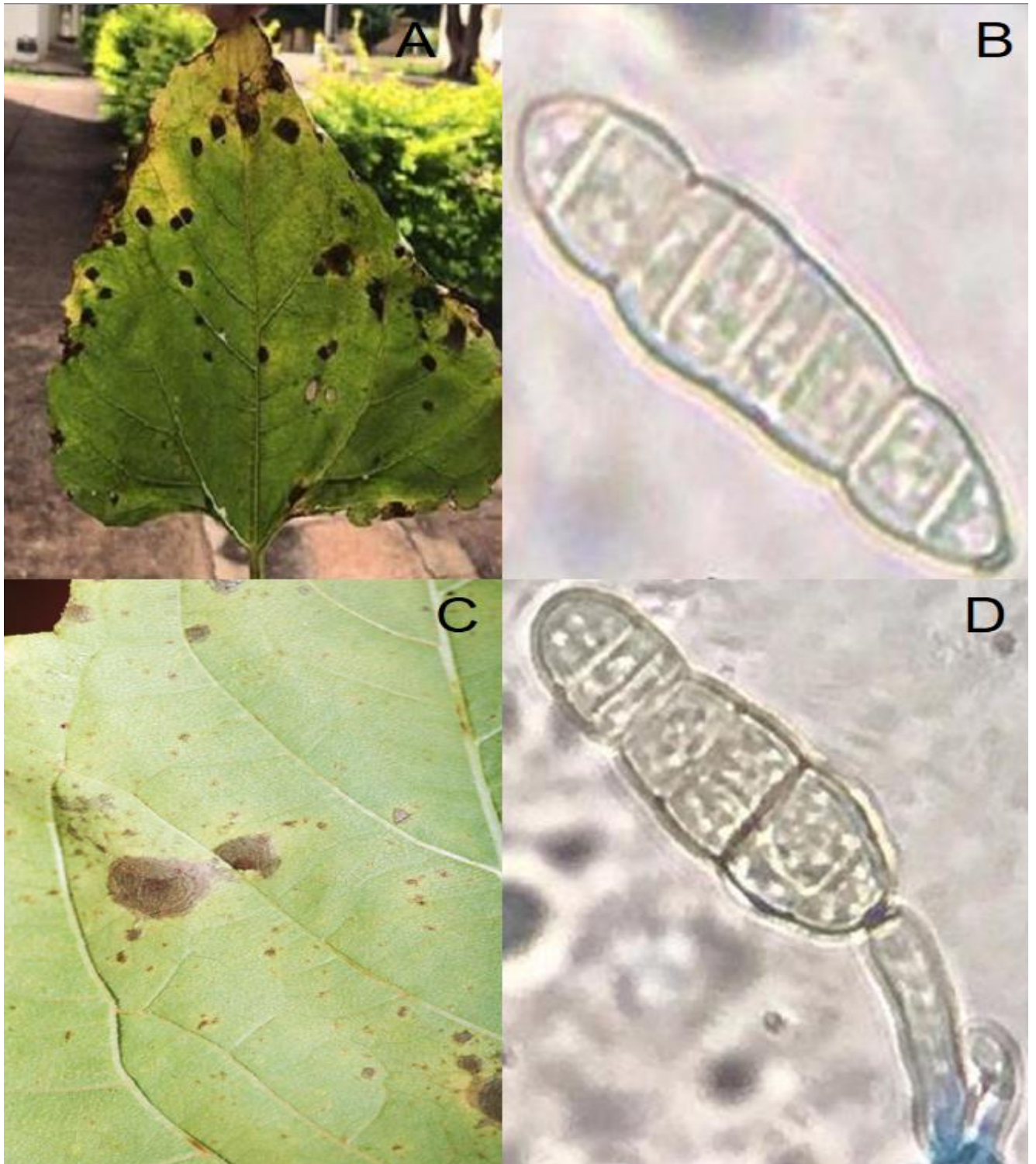


Figura 2. Sintomatologia e etiologia da mancha-de-alternaria do girassol causada por *Alternaria helianthi*. A. sintoma, B. conídio amerosseptado e constricto (septo vertical), C. lesões esféricas e necróticas, D. conidiogênese.

Tabela 2. Médias da severidade da mancha-de-alternaria em diferentes dias de avaliação, estádios fenológicos (EF), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria (AACPMA) e taxa de infecção da mancha-de-alternária para diferentes cultivares de girassol avaliados*.

Variedades	Dias após o plantio (dap)								AACPMA	TI
	53	EF	60	EF	67	EF	74	EF		
1. BRS 323	4,0 a	R4, R5.9, R5.8	7,3 a	R5.8, R7.1, R7, R5.5	25,3 a	R7, R8	21,5 a	R8	317,1 a	1,0 a
2. BRS G62	2,0 cd	R5.1, R4, R6, R5.2	4,0 a	R7, R5.1, R6, R5.8	22,4 a	R8, R7	16,0 a	R8, R9	247,2 a	0,9 a
3. BRS G63	1,0 cd	R5.1, R5.8, R3	7,8 a	R6, R7, R5.9	16,8 a	R8	15,8 a	R8, R9	230,6 a	0,8 a
4. BRS G64	2,8 ab	R4, R5.1, R5.9	5,9 a	R5.9, R7, R6	22,2 a	R8, R7	14,9 a	R8, R9	259,0 a	0,7 a
5. BRS G65	0,9 cd	R4, R5.9, R5.1	10,7 a	R5.2, R6, R7	18,6 a	R7, R8	17,0 a	R8, R9	268,0 a	0,8 a
6. BRS G66	2,2 bc	R4, R5.9, R3	11,2 a	R5.9, R6, R7, R5.5	23,9 a	R8	11,1 a	R8, R9	292,4 a	0,6 a
7. BRS G67	1,9 bc	R4, R3, R5.9	7,4 a	R6, R7, R5.8	22,0 a	R8	15,2 a	R9	265,5 a	0,8 a
8. BRS G68	1,5 bc	R5, R5.1, R5.9, R5.6	4,4 a	R7, R6	20,5 a	R8	19,8 a	R9, R8	248,6 a	1,0 a
9. BRS G69	0,9 cd	R4, R3	8,2 a	R5.8, R5.5, R5.1	21,8 a	R8, R7	9,5 a	R9, R8	246,0 a	0,6 a
10. BRS G70	1,6 bc	R5, R3, R6	5,6 a	R7, R5.1, R5.2	17,6 a	R8, R7	23,5 a	R9, R8	250,4 a	1,1 a
11. BRS G71	0,6 d	R5.1, R4, R3	3,8 a	R7, R5.4, R5.2	20,3 a	R8, R7	18,1 a	R9, R8	234,1 a	1,0 a
12. BRS G72	1,6 cd	R4, R3, R6	10,8 a	R5.2, R5.1, R5.7, R6	18,5 a	R8, R7	8,1 a	R9, R8	239,5 a	0,4 a
13. Aguará 06	1,3 cd	R4, R3, R6	5,1 a	R6, R5, R5.7, R7	21,1 a	R8	17,8 a	R9, R8	281,5 a	0,9 a
14. Hélio 250	1,8 cd	R5, R5.4, R5.7, R5.9	10,1 a	R7, R5.7, R6	21,4 a	R8, R7	14,7 a	R9, R8	278,7 a	0,7 a
Normalidade (Shapiro)	0,7312 ^{ns}		0,8317 ^{ns}		0,9045 ^{**}		0,9243 ^{**}		0,9537 ^{**}	0,9631 ^{**}
Homogeneidade (Bartlett's)	296,01 ^{ns}		178,74 ^{ns}		415430 ^{**}		88,8840 ^{**}		531700 ^{**}	35,4250 ^{**}
CV	172,2		125,8		70,5		78,7		52,4	73,6

Valor F _{13,39}	1,4629 ^{ns}	0,7657 ^{ns}	0,6926 ^{ns}	1,2834 ^{ns}	0,3024 ^{ns}	1,3697 ^{ns}
Valor de Friedman	20,4470**	6,1142^{ns}	11,65^{ns}	16,6857^{ns}	6,3428^{ns}	16,6857^{ns}

*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ao teste Tukey P~0,05.

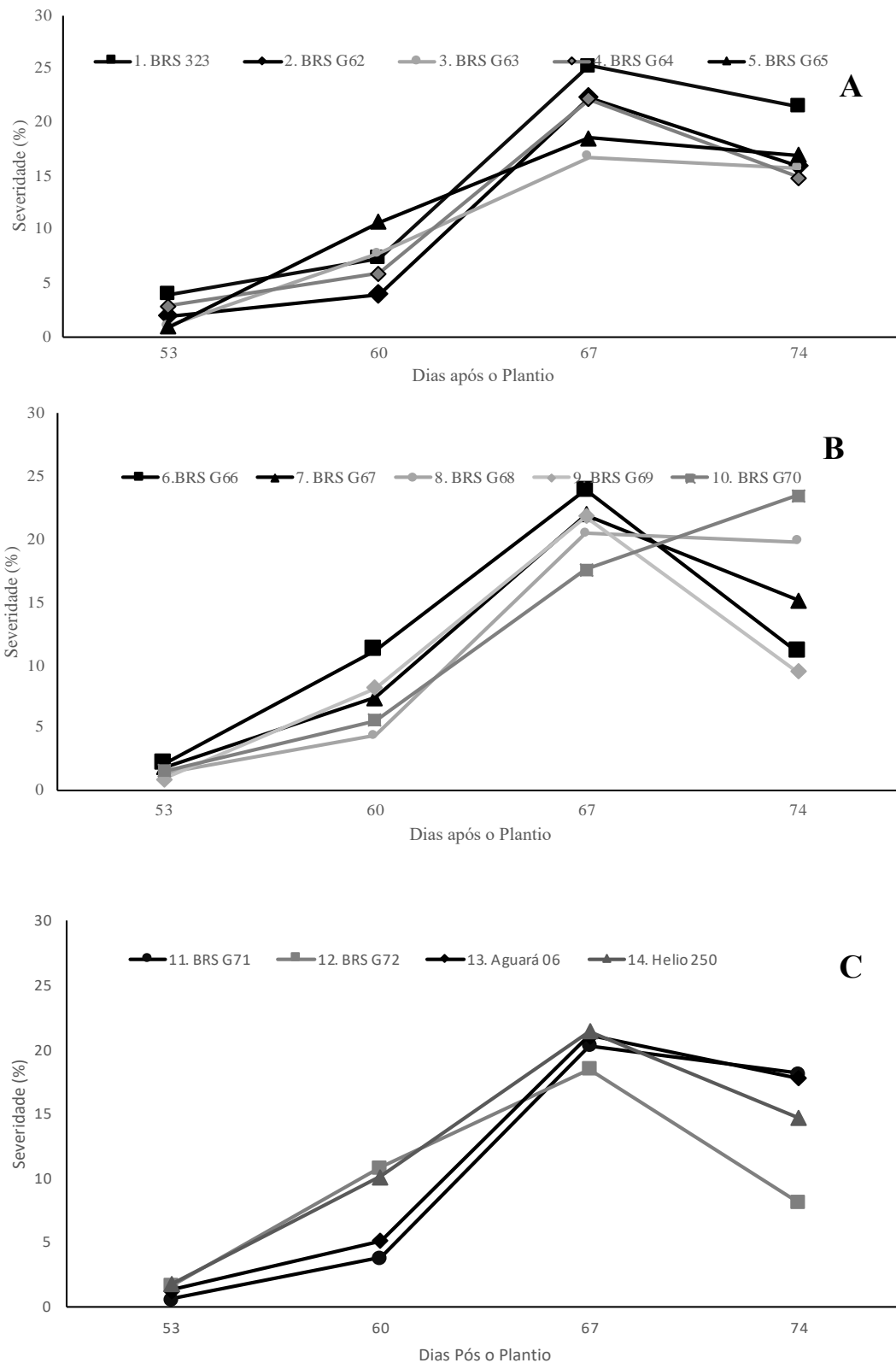


Figura 3. Curvas de progresso da severidade da mancha-de-alternaria (*Alternariaster helianthi*) nas cultivares de girassol (*Helianthus annuum*). **2.A.** Progresso das CULTIVARES 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64 e 5. BRS G65, **2.B.** Progresso das cultivares 6.BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69 e 10. BRS G70, e **2.C.** 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06 e 14. Hélio 250.

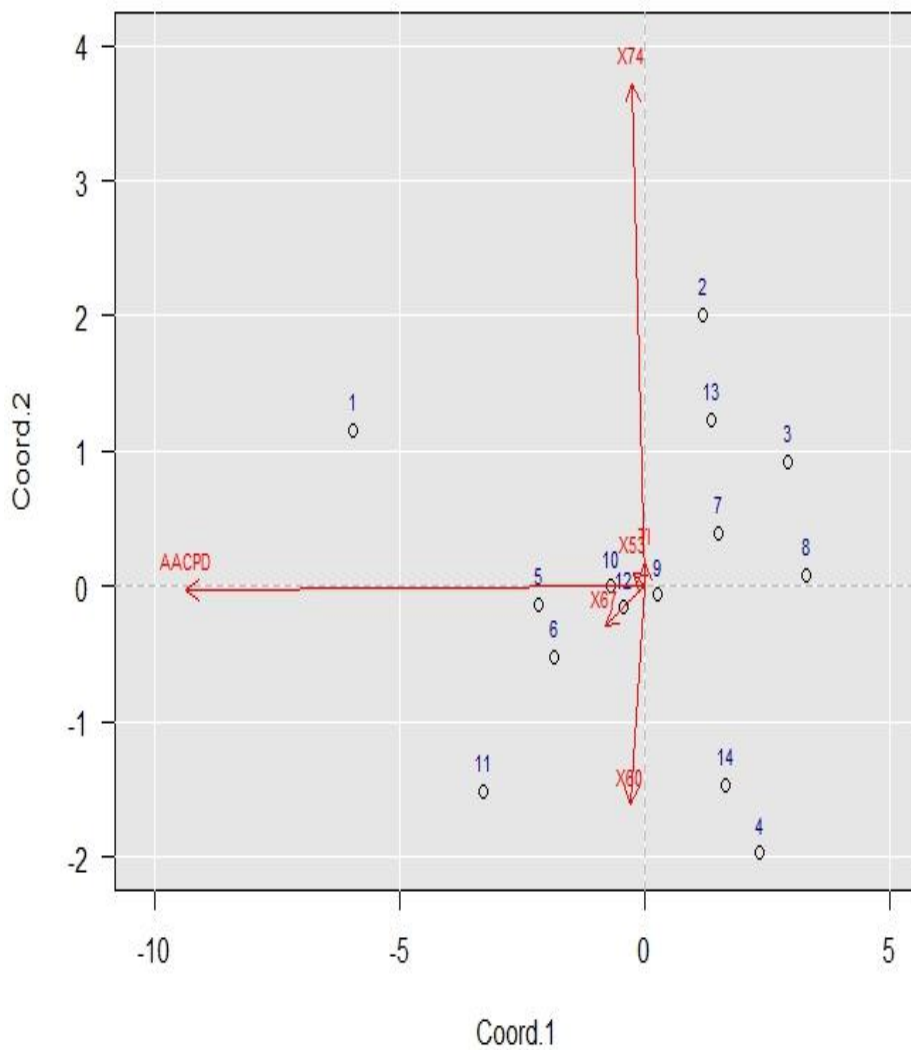


Figura 4. Componentes principais entre a severidade (diferentes dias de avaliação), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria e taxa de infecção das diferentes cultivares: 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64, 5. BRS G65, 6. BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69, 10. BRS G70, 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06, e 14. Hélio 250.

Cluster Dendrogram

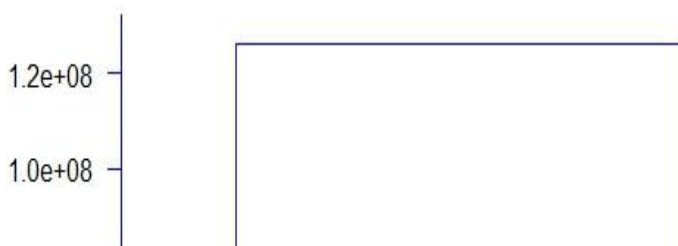


Figura 5. Agrupamento utilizando distância de Malahanobis entre a severidade (diferentes dias de avaliação), área abaixo da curva de progresso da mancha-de-alternaria (*Alternariaster heliathi*) e taxa de infecção das diferentes cultivares representadas por 1. BRS 323, 2. BRS G62, 3. BRS G63, 4. BRS G64, 5. BRS G65, 6. BRS G66, 7. BRS G67, 8. BRS G68, 9. BRS G69, 10. BRS G70, 11. BRS G71, 12. BRS G72, 13. Aguará 06, e 14. Hélio 250.

CONCLUSÕES

O genótipo com menor taxa de infecção foi BRS G72 aos 74 DAP. Aos 53 DAP a cultivar BRS G71 estando em seus estágios R5.1, R4, R3, foi a cultivar com menor taxa de infecção. Já aos 74 DAP a cultivar BRS G72 em seus estágios R9, R8, foi a cultivar possuidora da menor taxa.

A identificação de genótipos resistentes em diferentes estádios fenológicos é uma importante estratégia de manejo da mancha-de-alternaria do girassol. Pois a diversidade genética, prove a viabilização e continuidade das espécies por um tempo mais extenso, provendo a rápida adaptação às mudanças em seu ambiente que ela se encontra.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infectious plant disease. In: Plant Pathology. San Diego, Academic Press, ed.7, p.251-262, 2004.
- AGROFIT, Sistema de Agrotóxico Fitossanitário. Disponível em:<https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>, acessado em 01 de outubro de 2022.
- ALIVELU, K.; SUJATHA, K. Sources of resistance to *Alternariaster* leaf blight in sunflower pre-breeding lines derived from interspecific crosses and wild *Helianthus* species. Crop Protection, v. 92, p. 70-78, 2017.
- ALLEN, S. J.; BROWN, J. F.; KOCKMAN, J. K. Effects of leaf age, host growth stage, leaf injury, and pollen on the infection of sunflower by *Alternaria helianthi*. Phytopathology, v. 73, n. 6, p. 896-898, 1983.
- ALLEN, S. J.; KOCHMAN, J. K.; BROWN, J. F. Losses in sunflower yield caused by *Alternaria helianthi* in Southern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 21, n. 108, p. 98-100, 1981.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia, princípios e conceitos, Ouro Fino, MG: Editora Agronômica Ceres, p. 500–516. 2018.
- AMORIM, L.; PASCHOLATI, S. F. Ciclo relação patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres, Ed. 4, p. 704, 2011.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de Fitopatologia - princípios e conceitos. Ouro Fino, MG: Editora Agronômica Ceres, 5a. Ed., v. 1, 2018.
- ARADHYA, M. K.; CHAN, H. M.; PARFITT, D. E. Genetic variability in the pistachio late blight fungus *Alternaria alternata*. Mycological Research, v. 105, n. 3, p. 300-306, 2001.
- ASSMANN, A. P.; CITADIN, I.; WAGNER, A. Reação de genótipos de pessegueiro à ferrugem-da-folha. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, p. 32-40, 2010.
- BALASUBRAHMANYAM, N.; KOLTE, S. J. Effect of *Alternaria* blight on yield components, oil content and seed quality of sunflower. Indian Journal of Agricultural Sciences, v. 50, n. 9, p. 701-706, 1980.
- BHARGAV, D. V.; MEENA, H. P. *Alternaria* blight: a chronic disease in sunflower. Popular Kheti, v. 2, n. 1, p. 146-153, 2014.
- BOEREMA, G. H.; GRUYTER, J.; NOORDELOOS, M. E.; HAMERS, M. E. C. Phoma identification manual: differentiation of specific and infra-specific taxa in culture. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK, p.470, 2004

- CHAVHAN, R. L.; HINGE, V. R.; CHINCHOLE, M. B.; CHAKRABARTY, P. K.; PATADE, V. Y.; PATIL, H. B. Rapid, specific and sensitive molecular detection assay for *Alternaria helianthi* that causes leaf blight disease in sunflower. *European Journal of Plant Pathology*, v. 143, n. 4, p. 663-675, 2015.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2021/2022, 12º levantamento, Brasília: Conab, 2022.
- CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desempenho de motor diesel com misturas de biodiesel de óleo de girassol. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.923-928, 2008.
- DEOKAR, S. R.; THAWARE, D. S.; WAGH, S. S. Integrated disease managements of sunflower *Alternaria* blight (*Alternaria helianthi*). *Trends in Biosciences*, v. 7, n. 19, p. 3013-3020, 2014.
- FAIRCHILD, K. L.; MILES, T. D.; WHARTON, P. S. Assessing fungicide resistance in populations of *Alternaria* in Idaho potato fields. *Crop Protection*, v. 49, p. 31-39, 2013.
- FANILKUMAR, T. B.; URS, S. D.; SESHADRI, V. S.; HEGDE, R. K. *Alternaria* leaf spot of sunflower. *Current Science*, v. 43, n. 3, p. 93-94, 1974.
- FARR, D.F., ROSSMAN, A.Y. *Fungal Databases*, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA, Disponível em: < <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>, acessado em 01 de outubro de 2022.
- GEORGIEV, G.; PISKOV, A. L. Mihaela - a new Bulgarian sunflower hybrid. *Field Crops Studies*. v.12, n. 2, p. 227-240, 2019.
- HUBER, L.; GILLESPIE, T. J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. *Annual Review of Phytopathology*, v.30, p.553-577, 1992.
- KADAM, B. P.; CHAVHAN, R. L.; CHAKRABARTY, P. K.; PATIL, F. S. Characterization of variability in some pathogenic species of *Alternaria* based on the nucleotide sequence of ribosomal DNA. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, v. 18, n. 1, p. 59-64, 2009.
- LEITE, R. A.; PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. Girassol (*Helianthus annuus* L.). In: PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. 101 Culturas, manual de tecnologias agrícolas. 1a. Ed. Belo Horizonte, MG: Editora Epamig. 2015.
- LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha-de-alternaria em girassol. *Summa Phytopathologica*, v. 28, p.14-19, 2002b.
- LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de *Alternaria* em girassol. *Fitopatologia Brasileira*, v.27, p. 193-200, 2002a.
- LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi*- sunflower pathosystem. *Plant Pathology*, v.55, p.73-81. 2006.

- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Embrapa Soja, Londrina. v. 1, ed. 1, p. 641, 2005.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Manejo de doenças no girassol. Girassol no Brasil. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, cap.17, p.501-546, 2005.
- LEITE, R. M. V. B. Doenças do girassol. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia, doenças das plantas cultivadas, org. Ouro Fino, MG: Editora Agronômica Ceres, v.5, ed. 2, p.820. 2016.
- LOOSE, L. H.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; LUCAS, D. D. P.; HINNAH, F. D.; BORTOLUZZI, M. P. Severidade de ocorrência das manchas de alternária e septoriose em girassol semeado em diferentes épocas no Rio Grande do Sul. Bragantia, Campinas, v.71, p.282-289, 2012.
- MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; BORTOLUZZI, M. P., LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; SILVA, J. R. Irrigation and Fungicide application on disease occurrence and yield of early and late sown sunflower. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. vol. 19, p. 630–635, 2015.
- MORRIS, J. B.; YANG, S. M; WILSON, L. Reaction of *Helianthus* species to *Alternaria helianthi*. Plant disease, v. 67, n. 5, p. 539-540, 1983.
- SALUSTIANO, M.; MACHADO, J.; PITTIS, J. Patogenicidade de *Alternaria helianthi* (Hansf.) e *Alternaria zinniae* (Pape) ao girassol a partir de sementes. Revista Brasileira De Sementes. Revista brasileira de sementes, v. 27, n. 1, p. 138–143, 2005.
- SEGARRA, J.; JEGER, M. J.; VAN DEN BOSCH, F. Epidemic dynamics and patterns of plant diseases. Phytopathology, v. 91, n. 10, p. 1001-1010, 2001.
- SHANNER, G.; FINNEY, R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology. v. 67, p. 1051–1056, 1977.
- SIMMONS, E. G. *Alternaria*: an identification manual. Centralbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands. CBS Biodiversity Series, 6, 667–668, 2007.
- SKORIC, D. Abiotic and Biotic Stress in Plants - Recent Advances and Future Perspectives. In: SHANKER, A. R., SHANKER, C. Abiotic and Biotic Stress in Plants – Recent Advances and Future Perspectives, ed. 1, p. 585-635. 2016
- SKORIC, D. Sunflower breeding. J. Edible Oil Ind., v. 25, p. 1-90, 1988.
- TREITZ, M. Studies on the resistance of sunflower test hybrids from the maintenance of varieties to the pathogenic fungus *Diaporthe helianthi* and on the production of achenes per hectare. Novenytermeles. v.52, n.5, p.471-484, 2003.
- UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C. D.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. Girassol. In: Monteiro, J. E. B. A. (org.). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET. p.205-221, 2009.
- USHA, D.; PRASAD, M. S. L. Histopathology, toxin and secondary metabolites of *Alternariaster helianthi* in sunflower. Journal of Plant Pathology, v. 104, n. 1, p. 115-130, 2022.

USHA, D.; PRASAD, M.; SARADA, C. Sensitivity of different fungicides against isolates of *Alternariaster helianthi* (Hansf) Tubaki and Nishihara, leaf blight in sunflower. Indian Phytopathology, v. 72, n. 2, p. 351-360, 2019.

VALKOVA, D.; ENCHEVA, V. Wild annual *Helianthus* species as sources for resistance to some foliar pathogens on sunflower. Bulgarian Journal of Agricultural Science, v. 27, n. 5, p. 942-947, 2021.

VAN DER WESTHUIZEN, G. C. A; HOLTZHAUSEN, M. A. *Alternaria helianthi* on sunflower in South Africa. Phytophylactica, v. 12, n. 2, p. 49-52, 1980.

VENKATA, R.; REDDY, P.; NADAF, H.L.; VIJAYAKUMAR, A.G. Screening of genotypes for alternaria blight resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). The Bioscan, v.9, p.1603-1614, 2014.

WOUDENBERG, J. H. C.; VAN DER MERWE, N. A.; JURJEVIC, Z.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Diversity and movement of indoor *Alternaria alternata* across the mainland USA. Fungal Genetics and Biology, v. 81, p. 62-72, 2015.