

PRISCILLA ANUNCIADA ALVES MOREIRA

**DIVERSIDADE DE ISOLADOS DE *Alternaria brassicicola*
(Schwn.) Wilt. DE CULTIVOS CONVENCIONAIS E
ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS DE PERNAMBUCO**

**RECIFE -PE
JULHO – 2008**

PRISCILLA ANUNCIADA ALVES MOREIRA

**DIVERSIDADE DE ISOLADOS DE *Alternaria brassicicola*
(Schwn.) Wilt. DE CULTIVOS CONVENCIONAIS E
ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

**RECIFE - PE
JULHO – 2008**

DIVERSIDADE DE ISOLADOS DE *Alternaria brassicicola*
(Schwn.) Wilt. DE CULTIVOS CONVENCIONAIS E
ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS DE PERNAMBUCO

PRISCILLA ANUNCIADA ALVES MOREIRA

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE) – Orientador

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE) – Co-orientador

Dra. Nelson Dias Suassuna (Embrapa Algodão) – Co-orientador

RECIFE – PE
JULHO – 2008

DIVERSIDADE DE ISOLADOS DE *Alternaria brassicicola*
(Schwn.) Wilt. DE CULTIVOS CONVENCIONAIS E
ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS DE PERNAMBUCO

PRISCILLA ANUNCIADA ALVES MOREIRA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: .././2008

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE)

EXAMINADORES:

RECIFE – PE
JULHO – 2008

A Deus.

AGRADEÇO

A minha família.

DEDICO

Aos meus amigos e todos aqueles que me apoiaram para mais essa conquista.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença e proteção constante em todos os momentos difíceis de minha vida.

Aos meus pais Luis e Joselita (*in memoriam*) pela força e incentivo dedicados para o cumprimento de mais uma etapa em minha vida.

Ao Flávio e minha amada avó, Otávia, pelo amor e compreensão de minhas faltas.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Fitopatologia,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq - pelo apoio financeiro.

Ao Professor Marcos Paz Saraiva Câmara pela orientação dedicada neste trabalho.

Ao Professor Sami Jorge Michereff pela co-orientação, amizade e pelos valiosos ensinamentos, que foram essenciais para a realização desta pesquisa e para a formação do meu caráter profissional.

Ao Professor Nelson Dias Suassuna pela co-orientação e auxílio nas análises.

Aos professores do Curso de Mestrado em Fitopatologia pela grande amizade e transmissão de conhecimentos.

Ao sr. Luis Coelho pelo indispensável auxílio nos infindáveis experimentos em casa de vegetação.

À querida amiga Marissônia, que mesmo longe fisicamente estava sempre ao lado, principalmente nos momentos em que desistir era a única alternativa.

Aos amigos Adriana, Juliana, Kézia, Sarah, Cícero, Márcio, Eddy e Robson pela inesquecível amizade, ajuda e pelos maravilhosos momentos de convivência e descontração.

Aos amigos Adelmo, Darci e Romildo, pelo carinho e incentivo.

Aos estagiários e bolsistas, Jeferson, Igor, Thárcio, Ana Paula, Mércia e Vanessa, do Laboratório de Epidemiologia de Doenças de Plantas pelo auxílio nos trabalhos.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
SUMÁRIO	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I – Introdução Geral	11
Referências Bibliográficas	18
CAPÍTULO II – Diversidade de isolados de <i>Alternaria brassicicola</i> de cultivos convencionais e orgânicos de brássicas no Estado de Pernambuco, Brasil	
Abstract	24
Introdução	25
Material e Métodos	27
Resultados	31
Discussão	32
Agradecimentos	36
Referências	36
CONCLUSÕES GERAIS	47

RESUMO

A alternariose é considerada uma das doenças mais comuns e destrutivas das brássicas, e embora possa ser causada por várias espécies, *Alternaria brassicicola* é o agente patogênico predominante nos plantios convencionais e orgânicos de brássicas no Estado de Pernambuco, Brasil. Para avaliar a variabilidade patogênica de 120 isolados de *A. brassicicola*, foi analisada a virulência a espécies de brássicas, aspectos relacionados à fisiologia do patógeno e sensibilidade a fungicidas. Os isolados obtidos de cultivos convencionais e orgânicos foram inoculados em plantas de brócolis, couve-chinesa, couve-comum e couve-flor com 40 dias de idade, em casa de vegetação, onde a severidade da doença foi avaliada 10 dias após a inoculação. Em condições de laboratório, os isolados foram avaliados quanto a taxa de crescimento micelial, esporulação e sensibilidade aos fungicidas iprodione e tebuconazole. Com base nas variáveis analisadas, foi constatada a existência de variabilidade entre os isolados de *A. brassicicola*, mas não foram observadas correlações significativas ($P=0,05$) entre as variáveis avaliadas, independentemente do sistema de cultivo e do hospedeiro de origem dos isolados. As variáveis individuais foram úteis na distinção de grupos de isolados do patógeno com similaridade na virulência às hospedeiras, características fisiológicas e sensibilidade aos fungicidas. As inoculações cruzadas e o desenvolvimento de sintomas nas brássicas evidenciou a inexistência de especificidade por hospedeiro entre os isolados do patógeno. Todos os isolados foram sensíveis aos fungicidas iprodione e tebuconazole. Pela análise dos componentes de variância, não houve efeito significativo do sistema de cultivo sobre as variáveis analisadas, com exceção para severidade em couve-chinesa ($P=0,0391$). A maior parte da variância foi resultante da diferença entre os isolados de *A. brassicicola* dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem. No contexto multivariado, não se constatou efeito do hospedeiro de origem dos isolados ($P=0,4993$), porém, houve grande variabilidade ($P<0,0001$) entre os isolados dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem.

Palavras-chave: Brassicaceae, alternariose, variabilidade patogênica, crescimento micelial, esporulação, sensibilidade a fungicidas.

ABSTRACT

The *Alternaria* black spot is considered one of the most common and destructive diseases of brassica, and although it may be caused by several species, *Alternaria brassicicola* is the predominant pathogen in both conventional and organic brassica crops in State of Pernambuco, Brazil. To assess the pathogenic variability of 120 isolates of *A. brassicicola*, was analyzed the virulence to brassica species, physiology aspects of the pathogen and sensitivity to fungicides. The isolates obtained from conventional and organic crops were inoculated under greenhouse conditions in 40 days old plants of broccoli, cabbage, cauliflower and Chinese cabbage and disease severity was assessed 10 days after the inoculation. Under laboratory conditions the following parameters were evaluated for all isolates: rate of growth mycelial, sporulation, and sensitivity to fungicides iprodione and tebuconazole. Based on the variables analyzed, it was found variability among isolates of *A. brassicicola*, but there were no significant ($P > 0.05$) correlation among the analyzed variables, regardless of the cultivation system and the original host of each isolate. The variables were useful in distinguishing individual groups of isolated with similarity in virulence to the host, physiological characteristics and sensitivity to fungicides. The cross inoculations and the development of symptoms in brassica highlighted the absence of host specificity. All isolates were sensitive to the fungicides iprodione and tebuconazole. Based on the components of variance analysis, there was no significant effect of the cultivation system on the variables, except for disease severity on Chinese cabbage ($P = 0.0391$). Most of the variance results from the difference among isolates of *A. brassicicola* within the cropping systems and the host of origin. In the context multivariate, no effect was found regarding the host of origin of the isolates ($P = 0.4993$), however, there was great variability ($P < 0.0001$) among isolates within the cropping systems and the host of origin.

Key words: Brassicaceae, *Alternaria* black spot, pathogenic variability, micelial growth, sporulation, fungicide sensibility.

Capítulo I

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

Brassicaceae: principais espécies cultivadas

A família Brassicaceae (Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida) é composta por várias espécies vegetais sendo as de maior importância olerícola a *Brassica oleracea* var. *capitata* L. (repolho), *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. (couve-flor), *Brassica oleracea* var. *italica* L. (brócolis), (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C. (couve-manteiga) e *Brassica pekinensis* L. (couve-chinesa) (MAROTO-BORREGO, 1995; FILGUEIRA, 2000).

O repolho é uma hortaliça anual, considerada a espécie mais importante da família Brassicaceae pela sua ampla distribuição, facilidade de produção e aceitação dos consumidores, possui taxa de crescimento alta e elevados teores de nutrientes de valor alimentar (SILVA JÚNIOR, 1989). Possui folhas arredondadas e cerosas, onde ocorre uma superposição das folhas centrais formando uma cabeça, que é a parte comestível (FILGUEIRA, 2000). A área mundial de repolho colhida em 2006 foi de 3.133.923 ha, com produção total de 68.895.061 t com produtividade média de 23,5 t/ha (FAO, 2008).

A couve-flor é uma planta que apresenta folhas alongadas de limbo elíptico, sendo a parte comestível uma inflorescência imatura, formando uma cabeça de coloração branca ou creme, que se desenvolve sobre um caule curto. As cultivares mais produzidas são: Piracicaba Precoce e Verona (FILGUEIRA, 2000). A produção mundial de couve-flor e brócolis em 2006 foi de 18.074.842 t em uma área de 954.139 ha com produtividade média de 17 t/ha (FAO 2008).

A couve-manteiga apresenta um caule vertical, que sempre emite novas folhas em seu ápice, bem como numerosos brotos laterais, que se originam nas axilas das folhas. As folhas constituem a parte comestível, apresentam um limbo muito desenvolvido e arredondado, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas (FILGUEIRA, 2000). Na maioria das áreas de produção, a couve-manteiga é obtida de propagação vegetativa de clones tradicionais, não havendo aceitação pelos olericultores de cultivares propagadas por sementes. Apesar da couve-manteiga obter menores valores de mercado que outras brássicas, tem expressão econômica pelo volume de produção e seu cultivo normalmente ocorrer juntamente com outras brássicas.

O brócolis é uma variedade botânica da mesma espécie e morfologicamente semelhante à couve-flor. Durante a fase vegetativa produz uma inflorescência de coloração verde, compacta, formando uma cabeça (tipo cabeça) ou então inflorescências laterais (tipo ramoso) que são

formados por botões florais ainda fechados e pedúnculos tenros formando a parte comestível. O brócolis não tem a expressão econômica da couve-flor, sendo esta mais rica nutricionalmente e mais saborosa (FILGUEIRA, 2000).

A couve-chinesa é uma planta anual que apresenta folhas de coloração branca, espessas, com nervura central destacada, que se fecham formando uma cabeça de formato globular-alongada. É sensível ao frio, sendo que temperaturas abaixo de 12°C induzem a floração precoce. (MAROTO-BORREGO, 1995). A maioria das cultivares produz melhor em condições de temperaturas amenas com exceção de alguns híbridos como Komachi que são mais adaptados ao calor (FILGUEIRA, 2000).

Inexistem informações atualizadas sobre a produção brasileira de brássicas, pois os dados disponíveis são oriundos do censo agropecuário de 1996. Em relação à comercialização, os municípios de Bezerros, Camocim de São Félix, Sairé e Chã Grande são os principais fornecedores de brássicas à Central de Abastecimentos (CEASA-PE) de Recife, onde em 2007 foram comercializadas 8.072 t de repolho, 879 t de couve-flor, 696 t de couve-manteiga e 162 t de brócolis (CEASA-PE, 2008).

Alternariose das brássicas

No Brasil, o cultivo de brássicas tem destacada importância nos sistemas de produção convencional e orgânico, mas a produtividade e a qualidade dos produtos podem ser drasticamente afetadas pela ocorrência da alternariose (RODRIGUES et al., 2004a; MARINGONI, 2005). Em levantamentos realizados no Estado de Pernambuco, um dos principais produtores de brássicas no Nordeste brasileiro, a prevalência da alternariose foi de 95% em plantios convencionais de repolho nas safras 1997 e 1998 (AZEVEDO et al., 2000) e de 100% em cultivos orgânicos de brócolis e couve-flor na safra 2001 (PERUCH; MICHEREFF; ARAÚJO, 2006).

Mundialmente, a alternariose é uma das doenças mais comuns e destrutivas das brássicas, podendo afetar as plantas em todos os estágios de desenvolvimento e as reduções no rendimento são resultantes, principalmente, da diminuição do potencial fotossintético e da aceleração da senescência (VERMA; SAHARAN, 1994; KOIKE; GLADDERS; PAULUS, 2006; SAHARAN; MEHTA; SANGWAN, 2005). Essa doença é causada pelo fungo mitospórico *Alternaria*, que pertence ao Filo Ascomycota, Ordem Pleosporales e Família Pleosporaceae (ALEXOPOULOS;

MIMS; BLACKWELL, 2006). O gênero *Alternaria* Ness foi estabelecido em 1817, com *A. alternata* (Fr.) Kiessler, originalmente *A. tenuis* Nees, como a espécie tipo (ROTEM, 1994). Enquanto algumas espécies de *Alternaria* tem um estágio sexual pertencente ao gênero *Lewia* Simmons, muitas espécies desse gênero são consideradas mitosporicas, incluindo as patogênicas às brássicas (AVENOT et al., 2005).

Atualmente, o gênero *Alternaria* é composto por cerca de 50 espécies (CABI, 2007), sendo quatro são consideradas patogênicas às brássicas: *A. brassicicola* (Schwn.) Wilt., *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. japonica* Yochi e *A. Alternata* (FARR et al., 2008). Entretanto, *A. brassicicola* e *A. brassicae* são as mais frequentes em diversos países (VERMA; SAHARAN, 1994; KOIKE; GLADDERS; PAULUS, 2006; SAHARAN; MEHTA; SANGWAN, 2005). No Brasil, *A. brassicicola* tem sido a espécie predominante em plantios convencionais e orgânicos de brássicas (REIFSCHNEIDER; SIQUEIRA; CORDEIRO, 1983; AZEVÊDO et al., 2000; MICHEREFF et al., 2003; RODRIGUES et al., 2004a; RODRIGUES et al., 2004b; PERUCH; MICHEREFF; ARAÚJO, 2006; PERUCH; MICHEREFF, 2007).

A espécie *A. brassicicola* se caracteriza por apresentar colônias profusas, marrom-oliváceas a marrom-escuras e aveludadas. O micélio é imerso, possui hifa ramificada, septada, cor marrom ou marrom-olivácea, inter e intracelular, lisa e com 1,5 a 7,5 μ de largura. Os conidióforos são solitários ou em grupos de 2 a 12 ou mais, porém, usualmente são solteiros. São eretos ou ascendentes, ocasionalmente geniculados, mais ou menos cilíndricos, porém frequentemente são arredondados na base. Os conidióforos são septados, cor pálida a marrom olivácea, liso com tamanho de até 70 μ de comprimento e 5 a 8 μ de espessura. Os conídios apresentam-se comumente em cadeias de 20 ou mais e algumas vezes ramificados. Estes são acropleurógenos, crescendo a partir de pequenos poros na parede do conidióforo, retos, quase cilíndricos, usualmente afinando suavemente até a ponta ou obclavado. A sua célula basal é arredondada, bico quase não existente, célula apical sendo mais ou menos retangular ou parecendo um cone truncado, ocasionalmente melhor desenvolvido, mas sempre pequena e fina. O conídio apresenta de 1 a 11 septos, usualmente menos de seis, posicionados transversalmente, frequentemente constrictos, e de cor pálida ou marrom oliváceo. A sua parede é lisa, tornando-se enrugada com a idade, tamanho de 18 a 130 μ de comprimento, 8 a 30 μ de espessura na parte mais larga, bico com $\frac{1}{6}$ do comprimento do conídio e 6 a 8 μ de espessura (ELLIS, 1971).

A alternariose pode ocorrer tanto no estágio de plântula quanto em plantas adultas. Em plântulas geralmente ocorre necrose nos cotilédones e hipocótilo, levando ao tombamento e morte, principalmente quando a infecção for sistêmica via sementes (ZAMBOLIM et al., 2000).

Em plantas adultas os sintomas são manchas foliares, geralmente iniciando nas folhas mais externas, posteriormente avançando para todas as folhas. As lesões causadas por *A. brassicicola* possuem coloração marrom-escura a preta, são arredondadas e formam anéis concêntricos com halo clorótico. Sobre as lesões pode ser observada uma massa escura pulverulenta formada por conídios e conidióforos do fungo. Em casos mais severos estas lesões podem coalescer causando a seca das folhas. Quando ocorre infecção sistêmica em sementes jovens, estas são destruídas ficam chochas, enquanto sementes maduras infectadas possuem micélio dormente (MARINGONI, 2005).

A alternariose é uma doença policíclica com grande capacidade de produção de inóculo secundário. Entretanto, sua intensidade no campo está relacionada, dentre outros fatores, com o nível de inóculo em restos culturais doentes (HUMPHERSON-JONES, 1989), com a permanência de propágulos do patógeno no solo sob forma de microesclerócios e clamidosporos, e com infecções em hospedeiros cultivados e ervas daninhas (VERMA; SAHARAN, 1994). Sementes contaminadas, restos de cultura infectados, plantas daninhas e uma ampla gama de plantas hospedeiras com sintomas, constituem as principais fonte de inóculo da doença. A disseminação ocorre principalmente pelas sementes, mudas infectadas e pelo vento (MARINGONI, 2005).

Os conídios germinam na presença de água e a penetração no hospedeiro pode ocorrer diretamente através da cutícula intacta e pelos estômatos (VERMA; SAHARAN, 1994). Os conídios germinam prontamente na presença de água livre na superfície do hospedeiro durante 5 a 8 horas, sendo necessárias 16 horas para o início da infecção e 48 a 72 horas para um ótimo estabelecimento da doença (HUMPHERSON-JONES; HOCART, 1983). A partir daí, forma-se o tubo germinativo, que emerge do esporo e penetra diretamente no tecido hospedeiro, através da cutícula intacta (VERMA; SAHARAN, 1994), juntamente com a participação de enzimas cutinólíticas, como esterases (FAN; KOLLER, 1998) e lipases (BERTO et al., 1999). O processo de germinação máxima ocorre numa faixa de temperatura entre 28 e 31°C (DEGENHARDT; PETRIE; MORRALL, 1982) e é independente de nutrientes (KUNDU; PATRA; SAMADDAR, 1991).

A elevada umidade e chuva, na maioria das vezes, estão correlacionadas com aumento na severidade da alternariose em brássicas (VERMA; SAHARAN, 1994), uma vez que a chuva favorece as epidemias ao proporcionar água livre nas folhas, diminuir a quantidade de radiação nociva e dispersar dos esporos (ROTEM, 1994). Assim, as epidemias de alternariose ocorrem em umidade relativa superior a 87% (HUMPHERSON-JONES; PHELPS, 1989). A faixa de

temperatura ideal para produção de esporos por *A. brassicicola* varia entre 20 a 30°C, sendo 25°C ideal para causar infecções. Em temperaturas ótimas, esse fungo produz conídios dentro de 12 a 14 horas (HUMPHERSON-JONES; PHELPS, 1989). A liberação de conídios é estimulada pela queda na umidade relativa, sendo inibida por umidade relativa alta constante, resultando em um ciclo diário de concentração de esporos no ar, que ocorrem em concentrações mínimas no início da manhã e máximas no início da tarde (HUMPHERSON-JONES; MAUDE, 1982).

Nenhuma medida isolada é viável, estável, efetiva e econômica no controle da alternariose das brássicas, sendo indispensável a adoção de práticas integradas para o manejo efetivo da doença (VERMA; SAHARAN, 1994; KOIKE; GLADDERS; PAULUS, 2006; SAHARAN; MEHTA; SANGWAN, 2005). A utilização de cultivares resistentes é considerada uma das melhores alternativas no controle de doenças de plantas, uma vez que proporciona facilidade de emprego, economicidade e menor impacto ambiental. No entanto, todas as cultivares comerciais de brássicas são essencialmente suscetíveis ao patógeno e sem altos graus de resistência (TEWARI; MITHEN, 1999; RODRIGUES et al., 2004b; SAHARAN; MEHTA; SANGWAN, 2005; DIXON, 2007). O controle cultural da alternariose das brássicas se baseia incorporação dos restos culturais infectados, não realização de plantios novos próximo a plantios em final de ciclo, utilização de plantio pouco adensado, eliminação de plantas invasoras e rotação de culturas durante 2 a 3 anos (VERMA; SAHARAN, 1994; MARINGONI, 2005; KOIKE; GLADDERS; PAULUS, 2006).

No sistema de produção convencional, o controle da alternariose baseia-se, principalmente, em pulverizações preventivas ou após o aparecimento dos primeiros sintomas (AZEVEDO, et al., 2000), com os fungicidas oxicloreto de cobre, mancozeb, maneb, captan, azoxistrobin e difenoconazol (MAPA, 2008). Entretanto, existem relatos da crescente detecção de isolados de *A. brassicicola* resistentes a vários grupos de fungicidas (HUANG; LEVY, 1995; IACOMI-VASILESCU et al., 2004).

Independentemente do sistema de produção, nenhuma medida isolada é viável, estável, efetiva e econômica no controle da alternariose das brássicas, sendo indispensável a adoção de práticas integradas para o manejo efetivo da doença (Verma e Saharan, 1994; Koike et al., 2006; Saharan et al., 2005).

Variabilidade de *Alternaria brassicicola*

A eficácia de estratégias de manejo de doenças é claramente dependente da compreensão do patógeno e da sua dinâmica populacional (BROWN, 2006). Conhecer a variabilidade das populações de fitopatógenos é indispensável no desenvolvimento de estratégias de controle de doenças de plantas (MILGROOM, 2001; MCDONALD; LINDE, 2002a). Embora os tipos de variabilidade mais estudadas em populações de patógenos sejam adaptação a diferentes genótipos do hospedeiro e resposta a fungicidas, estudos envolvendo a biologia do patógeno e os componentes epidemiológicos da doença podem constituir importantes instrumentos de investigação (BROWN, 2006). Do ponto de vista evolutivo, a variabilidade genética das populações é importante por determinar o potencial de adaptação do organismo às condições adversas. Do ponto de vista epidemiológico, a variabilidade patogênica tem implicações diretas no manejo da doença. Por exemplo, a maior agressividade de isolados de um patógeno implica em maior consumo de fungicidas (KATO et al., 1997) ou na revisão de estratégias de programas de melhoramento visando resistência à doença (MCDONALD; LINDE, 2002b).

Pouco é conhecido sobre a variabilidade e estrutura genética de populações de *A. brassicicola* (BOCK et al., 2005). Os estudos para avaliação de polimorfismo de DNA em *A. brassicicola* têm sido realizados utilizando rDNA (Nuclear Ribosomal DNA Sequences) (JASALAVICH et al., 1995), RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) (COOKE et al., 1998; SHARMA; TEWARI, 1998) ou AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (BOCK et al., 2002). Todos esses estudos, apesar de utilizarem poucos isolados, revelaram moderados, mas significativos, níveis de polimorfismo em *A. brassicicola*. Posteriormente, foi detectado substancial polimorfismo entre isolados de cinco populações de *A. brassicicola* atacando *Cakile maritima* Scop., uma brássica anual considerada planta invasora no litoral da Austrália (BOCK et al., 2005). Dentre os 222 isolados de *A. brassicicola* utilizados, pela análise de AFLP foram identificados 202 genótipos e a análise de agrupamento baseado na distância Euclidiana demonstrou que a relação entre os isolados não foi relacionada com a fonte da população, indicando que fluxo gênico ocorreu entre as populações. A análise de variância molecular (AMOVA) indicou que apenas 14% da variação genética foi decorrente da diversidade entre as populações, enquanto 86% foi atribuída a variações dentro das populações. Os resultados levaram os autores a considerar que existiam fortes evidências sobre a ocorrência

de estágio sexual, pelo menos ocasionalmente, nas populações de *A. brassicicola* ocorrendo em *C. maritima* na costa da Austrália.

A alternariose das brássicas é muito importante em Pernambuco, mas até o momento foi realizado somente um estudo sobre a variabilidade de *A. brassicicola*, no qual foram utilizados 38 isolados do patógeno oriundos de plantios convencionais de brássicas e repolho como planta hospedeira (MICHEREFF et al., 2003). Com base em componentes epidemiológicos e variáveis fisiológicas, foi constatada grande variabilidade entre isolados de *A. brassicicola* na região do Agreste Pernambucano. Na maioria das variáveis avaliadas, o maior percentual da variância total foi devido à variabilidade constatada entre isolados obtidos de uma mesma espécie hospedeira, indicando uma baixa probabilidade de haver alta especificidade por hospedeiro. Nesse contexto, os autores sugeriram que estudos de inoculação cruzada, onde todos os isolados são inoculados em todas as espécies hospedeiras, seriam necessários para confirmar se o inóculo proveniente de uma espécie seria igualmente adaptado quanto à patogenicidade e virulência em outra espécie distinta.

Diante do exposto, a presente dissertação teve como objetivo avaliar a diversidade entre populações e isolados de *A. brassicicola* oriundos de cultivos convencionais e orgânicos de brássicas da região Agreste de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 868p.

AVENOT, H. et al. Isolation of 12 polymorphic microsatellite loci in the phytopathogenic fungus *Alternaria brassicicola*. **Molecular Ecology Notes**, London, v. 5, n. 10, p. 948-950, 2005.

AZEVÊDO, S. S.; MARIANO, R. L. R.; MICHEREFF, S. J. Levantamento da intensidade da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho das amostras para quantificação dessas doenças. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 299-306, 2000.

BERTO, P. et al. Occurrence of a lipase in spores of *Alternaria brassicicola* with a crucial role in the infection of cauliflower leaves. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 180, n. 2, 183-189, 1999.

BOCK, C. H. et al. Detection of genetic variation in *Alternaria brassicicola* using AFLP fingerprinting. **Mycological Research**, London, v. 106, n. 4, p. 428-434, 2002.

BOCK, C. H.; THRALL, P. H.; BURDON, J. J. Genetic structure of populations of *Alternaria brassicicola* suggests the occurrence of sexual recombination. **Mycological Research**, London, v. 109, n. 2, p. 227-236, 2005.

BROWN, J. K. M. Surveys of variation in pathogen populations and their application to disease control. In: COOKE, B. M; JONES, D. G.; KAYE, B. (Eds.). **The epidemiology of plant diseases**. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2006. p. 81-115.

CABI. **Crop protection compendium 2007**. [CD-ROM] Wallingford: CAB International, 2007.

CEASA-PE. **Calendário de comercialização**. Recife: Central de Abastecimento Alimentar de Pernambuco, 2008. Disponível em: <http://www.ceasape.org.br/calend_municipios.php>. Acesso em: 01 Fev. 2008.

COOKE, D. E. L. et al. Analysis of intraspecific and interspecific variation in the genus *Alternaria* by the use of RAPD-PCR. **Annals of Applied Biology**, London, v. 132, n. 2, p. 197-209, 1998.

DEGENHARDT, K. J.; PETRIE, G.A.; MORRALL, R.A.A. Effects of temperature on spore germination and infection of rapeseed by *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*, and *A. raphani*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 4, n. 2, p. 15-118, 1982.

DIXON, G.R. **Vegetable brassicas and related crucifers**. Wallingford: CABI Publishing, 2007. 327p.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 512 p.

FAN, C. Y.; KOLLER, W. Diversity of cutinases from plant pathogenic fungi: differential and sequential expression of cutinolytic esterases by *Alternaria brassicicola*. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 158, n. 1, 33-38, 1998.

FAO. FAOSFAT - **Agricultural statistics database**. Rome: World Agricultural Information Centre, 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 fev. 2008.

FARR, D. F. et al. **Fungal databases 2008**. Beltsville: Systematic Mycology and Microbiology Laboratory – ARS/USDA, 2008. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>>. Acesso em: 5 mai. 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

HUANG, R.; LEVY, Y. Characterization of iprodione resistant isolates of *Alternaria brassicicola*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 8, p. 828-833, 1995.

HUMPHERSON-JONES, F. M. Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. **Annals of Applied Biology**, London, v. 115, n. 1, p. 45-50, 1989.

HUMPHERSON-JONES, F. M.; HOCART, M. J. *Alternaria* diseases of *Brassica* seed crops. In: ANNUAL REPORT NATIONAL VEGETABLE RESEARCH STATION, 33., 1982, Wellesbourne. **Abstracts...** Wellesbourne: National Vegetable Research Station, 1983. p. 63-64.

HUMPHERSON-JONES, F. M.; MAUDE, R. B. Studies on the epidemiology of *Alternaria brassicicola* in *Brassica oleracea* seed production crops. **Annals of Applied Biology**, London, v. 100, p. 61-71, 1982.

HUMPHERSON-JONES, F. M.; PHELPS, K. Climatic factors influencing spore production in *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. **Annals of Applied Biology**, London, v. 114, p. 449-459, 1989.

IACOMI-VASILESCU, B. et al. *In vitro* fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and identification of *Alternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles. **Crop Protection**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 481-488, 2004.

JASALAVICH, C.A. et al. Comparison of nuclear ribosomal DNA sequences from *Alternaria* species pathogenic to crucifers. **Mycological Research**, London, v. 99, n. 6, p. 604-614, 1995.

KATO, M. et al. Sensitivity to protectant fungicides and pathogenic fitness of clonal lineages of *Phytophthora infestans* in the United States. **Phytopathology**, St. Paul, v. 87, n. 9, p. 973-978, 1997.

KOIKE, S. T.; GLADDERS, P.; PAULUS, A. O. **Vegetable diseases: a color handbook**. San Diego: Academic Press, 2006. 320 p.

KUNDU, S.; PATRA, M.; SAMADDAR, K. R. Factors affecting growth and sporulation of *Alternaria brassicicola*. **Journal of Mycopathological Research**, New Delhi, v. 29, n. 1, p. 17-22, 1991.

MAPA. **Agrofit** -sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 Mai. 2008.

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas (brócolis, couve, couve-chinesa, couve-flor, rabanete, repolho e rúcula). In: KIMATI, H. et al. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p.285-291.

MAROTO-BORREGO, J. V. M. **Horticultura herbacea especial**. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 615 p.

MCDONALD, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential and durable resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 349-379, 2002a.

MCDONALD, B. A.; LINDE, C. The population genetics of plant pathogens and breeding strategies for durable resistance. *Euphytica*, Dordrecht, v. 124, n. 1, p. 163-180. 2002b.

MICHEREFF, S. J. et al. Variabilidade de isolados de *Alternaria brassicicola* no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 4, p. 656-663, 2003.

MILGROOM, M. C. The synthesis of genetics and epidemiology: contributions of population biology in plant pathology. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v. 83, n. 2, p. 57-62, 2001.

PERUCH, L. A. M.; MICHEREFF, S. J. Sobrevivência saprofítica de *Alternaria brassicicola* e manejo de restos foliares de brócolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 13-18, 2007.

PERUCH, L. A. M.; MICHEREFF, S. J.; ARAÚJO, I. B. Levantamento da intensidade da alternariose e podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2007. (aceito, no prelo).

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; SIQUEIRA, C. B.; CORDEIRO, C. M. T. **Índice de doenças de hortaliças no Brasil: bactérias e fungos**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1983. 156 p.

RODRIGUES, V. J. L. B. et al. Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e práticas de cultivo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 2, p. 219-225, 2004a.

RODRIGUES, V. J. L. B. et al. Epidemiologia comparativa da alternariose em cultivares de brássicas sob cultivo convencional e orgânico. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 2, p. 226-233, 2004b.

ROTEM, J. **The genus *Alternaria***. St. Paul: APS Press, 1994. 326 p.

SAHARAN, G. N., MEHTA, N., SANGWAN, M. S. (Eds.). **Diseases of oilseed crops**. New Delhi: Indus Publishing, 2005. 643 p.

SHARMA, T. R.; TEWARI, J. P. RAPD analysis of three *Alternaria* species pathogenic to crucifers. **Mycological Research**, Cambridge, v. 102, n. 8, p. 807-814, 1998.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho**: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1989. 295 p.

TEWARI, J. P.; MITHEN, R. F. Diseases. In: GÓMEZ-CAMPO, C. (Ed.). **Biology of brássicas coenospecies**. Amsterdam: Elsevier, 1999. p. 375-411.

VERMA, P. R.; SAHARAN, G. S. **Monograph on *Alternaria* diseases of crucifers**. Saskatoon: Minister of Supply and Services Canada, 1994. 162 p.

ZAMBOLIM, L. et al. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas – hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p. 373-407.

Capítulo II

**Diversidade de isolados de *Alternaria brassicicola* de
cultivos convencionais e orgânicos de brássicas no
Estado de Pernambuco, Brasil**

1 **Diversidade de isolados de *Alternaria brassicicola* de cultivos convencionais**
2 **e orgânicos de brássicas no Estado de Pernambuco, Brasil**

3
4 **Priscilla A.A. Moreira¹, Marcos P.S. Câmara¹, Nelson D. Suassuna², Cícero Nicolini¹, Kézia F.**
5 **Alves¹, Luiz A.M. Peruch³ e Sami J. Michereff^{1*}**

6
7 ¹*Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Av. Dom*
8 *Manoel de Medeiros s/n, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil;* ²*Embrapa Algodão (CNPQ),*
9 *58107-720 Campina Grande, Paraíba, Brasil;* ³*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural*
10 *de Santa Catarina S.A. (EPAGRI), 88840-000 Urussanga, Santa Catarina, Brasil*

11
12 Autor correspondente: Sami J. Michereff; E-mail: sami@depa.ufrpe.br; Fax: +55 81 33206205; Fone:
13 +55 81 33206208

14
15 *Palavras-chave:* Brassicaceae, alternariose, variabilidade patogênica, crescimento micelial, esporulação,
16 sensibilidade a fungicidas.

17
18 **Abstract**

19
20 The *Alternaria* black spot is considered one of the most common and destructive diseases of
21 brassica, and although it may be caused by several species, *Alternaria brassicicola* is the predominant
22 pathogen in both conventional and organic brassica crops in State of Pernambuco, Brazil. To assess
23 the pathogenic variability of 120 isolates of *A. brassicicola*, was analyzed the virulence to brassica
24 species, physiology aspects of the pathogen and sensitivity to fungicides. The isolates obtained from
25 conventional and organic crops were inoculated under greenhouse conditions in 40 days old plants of
26 broccoli, cabbage, cauliflower and Chinese cabbage and disease severity was assessed 10 days after
27 the inoculation. Under laboratory conditions the following parameters were evaluated for all isolates:

28 rate of growth mycelial, sporulation, and sensitivity to fungicides iprodione and tebuconazole. Based
29 on the variables analyzed, it was found variability among isolates of *A. brassicicola*, but there were no
30 significant ($P>0.05$) correlation among the analyzed variables, regardless of the cultivation system and
31 the original host of each isolate. The variables were useful in distinguishing individual groups of
32 isolated with similarity in virulence to the host, physiological characteristics and sensitivity to
33 fungicides. The cross inoculations and the development of symptoms in brassica highlighted the
34 absence of host specificity. All isolates were sensitive to the fungicides iprodione and tebuconazole.
35 Based on the components of variance analysis, there was no significant effect of the
36 cultivation system on the variables, except for disease severity on Chinese cabbage ($P =$
37 0.0391). Most of the variance results from the difference among isolates of *A. brassicicola*
38 within the cropping systems and the host of origin.

39

40 **1. Introdução**

41

42 No Brasil, o cultivo de brássicas tem destacada importância nos sistemas de produção convencional
43 (com uso de agroquímicos) e orgânica (sem uso de agroquímicos), mas a produtividade e a qualidade
44 dos produtos podem ser drasticamente afetadas pela ocorrência da alternariose (Peruch et al., 2006;
45 Rodrigues et al., 2004a). Em levantamentos realizados no Estado de Pernambuco, um dos principais
46 produtores de brássicas no Nordeste brasileiro, a prevalência da alternariose foi de 95% em plantios
47 convencionais de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) nas safras 1997 e 1998 (Azevedo et al.,
48 2000) e de 100% em cultivos orgânicos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) e couve-flor
49 (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) na safra 2001 (Peruch et al., 2006).

50 A alternariose pode ser causada por várias espécies do gênero *Alternaria*, mas *A. brassicicola* e *A.*
51 *brassiccae* são as mais frequentes em diversos países (Koike et al. 2006; Saharan et al., 2005; Verma e
52 Saharan, 1994). No Brasil, *A. brassicicola* tem sido a espécie predominante em plantios convencionais
53 e orgânicos de brássicas (Azevêdo et al., 2000; Michereff et al., 2003; Peruch et al., 2006; Peruch e
54 Michereff, 2007; Rodrigues et al., 2004a; Rodrigues et al., 2004b). A doença afeta as plantas em todos

55 os estádios de desenvolvimento e os sintomas típicos incluem lesões necróticas negras nas plântulas,
56 folhas, caules e silíquias. As reduções no rendimento são resultantes, principalmente, da diminuição
57 do potencial fotossintético e da aceleração da senescência (Saharan et al., 2005; Verma e Saharan,
58 1994).

59 Em Pernambuco, no sistema de cultivo convencional o controle da alternariose se baseia em
60 pulverizações com fungicidas protetores e sistêmicos, enquanto no sistema de cultivo orgânico é
61 enfatizado o controle cultural, pela incorporação dos restos culturais infectados, não realização de
62 plantios novos próximo a plantios em final de ciclo, utilização de plantio pouco adensado e rotação de
63 culturas (Azevêdo et al., 2000; Peruch et al., 2006; Peruch e Michereff, 2007; Rodrigues et al., 2004a;
64 Rodrigues et al., 2004b). Apesar da utilização de cultivares resistentes ser considerada uma das
65 melhores medidas para o controle de doenças de plantas, inexistem cultivares comerciais de brássicas
66 com níveis aceitáveis de resistência à alternariose (Dixon, 2007; Rodrigues et al., 2004b; Saharan et
67 al., 2005). Independentemente do sistema de cultivo, nenhuma medida isolada é viável, estável, efetiva
68 e econômica no controle da alternariose das brássicas, sendo indispensável a adoção de práticas
69 integradas para o manejo efetivo da doença (Koike et al., 2006; Saharan et al., 2005; Verma e Saharan,
70 1994).

71 A eficácia de estratégias de manejo de doenças é claramente dependente da compreensão da
72 variabilidade genética e patogênica da população do patógeno (Brown, 2006; McDonald e Linde,
73 2002; Milgroom, 2001). Do ponto de vista evolutivo, a variabilidade genética das populações é
74 importante por determinar o potencial de adaptação do organismo às diferentes condições, enquanto
75 do ponto de vista epidemiológico a variabilidade patogênica tem implicações diretas no manejo da
76 doença (McDonald e Linde, 2002).

77 Pouco é conhecido sobre a variabilidade e a estrutura genética de populações de *A. brassicicola*
78 (Bock et al., 2005). Estudos com a utilização de poucos isolados revelaram moderados, mas
79 significativos, níveis de polimorfismo em *A. brassicicola* (Bock et al., 2002; Cooke et al., 1998;
80 Jasalavich et al., 1995; Sharma e Tewari, 1998). Na análise da diversidade de 222 isolados de cinco
81 populações de *A. brassicicola* obtidos de *Cakile maritima*, Bock et al. (2005) detectaram substancial
82 polimorfismo entre os isolados, sendo demonstrado que a relação entre os isolados não foi relacionada

83 com a fonte da população, indicando que fluxo gênico ocorreu entre as populações. A variabilidade de
84 *A. brassicicola* foi investigada previamente em Pernambuco com a utilização de 38 isolados de
85 plantios convencionais de brássicas (Michereff et al., 2003). Com base em componentes
86 epidemiológicos em repolho, variáveis fisiológicas e sensibilidade ao fungicida iprodione, foi
87 constatada grande variabilidade entre os isolados e o maior percentual da variância devido à
88 variabilidade entre isolados obtidos de uma mesma espécie hospedeira.

89 Até o momento, inexistem estudos, em nível mundial, sobre a diversidade de isolados de *A.*
90 *brassicicola* oriundos de cultivos convencionais e orgânicos de brássicas. O presente estudo teve como
91 objetivo avaliar a diversidade de isolados de *A. brassicicola* oriundos de cultivos convencionais e
92 orgânicos de brássicas da região Agreste de Pernambuco, com base na variabilidade patogênica em
93 diferentes espécies de brássicas, características fisiológicas e sensibilidade aos fungicidas iprodione e
94 tebuconazole.

95

96 **Material e métodos**

97

98 **Isolados fúngicos**

99

100 Foram utilizados 120 isolados monospóricos de *A. brassicicola*, obtidos de folhas de brássicas com
101 sintomas de alternariose, coletadas em diferentes áreas de cultivo convencional e orgânico de brássicas
102 (brócolis, couve-comum, couve-flor e repolho) durante levantamento da intensidade da doença em
103 Pernambuco (Peruch et al., 2006). Os isolados foram preservados em água destilada e sílica-gel (Smith
104 e Onions, 1994) na Coleção de Culturas de Fungos Fitopatogênicos “Prof. Maria Menezes”- CMM, da
105 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. De cada sistema de cultivo e
106 espécie de brássica foram utilizados 15 isolados (Tabela 1).

107

108 **Virulência a diferentes espécies de brássicas**

109

110 O inóculo de *A. brassicicola* foi multiplicado por 10 dias em placas de Petri contendo meio batata-
111 dextrose-ágar (BDA), incubadas à temperatura de 25 °C sob alternância luminosa (12 h claro/12 h
112 escuro). Na preparo do inóculo, foram adicionados 20 ml de água destilada esterilizada em cada placa,
113 efetuando-se a raspagem das colônias com escovas de cerdas macias e filtragem em camada dupla de
114 gaze, para a posterior contagem de conídios em hemacitômetro e estimativa da concentração de
115 conídios (conídios ml⁻¹). A viabilidade dos conídios foi avaliada pelo método de germinação em gota e
116 todos os isolados apresentaram viabilidade superior a 85%.

117 Cada isolado foi inoculado em plantas de brócolis (cv. Ramoso Piracicaba), couve-chinesa (cv.
118 Komachi) couve-chinesa (cv. Komachi), couve-flor (cv. Verona) e couve-manteiga (cv. Geórgia), com
119 40 dias de idade e mantidas em casa de vegetação. Na inoculação, os talos de três folhas por planta
120 foram marcados com caneta de retroprojeter e a parte aérea inoculada pela atomização de 5 ml da
121 suspensão de 1x10⁵ conídios ml⁻¹ de cada isolado de *A. brassicicola*, suplementada com Tween 20
122 (0,1%), com o auxílio de atomizador DeVilbiss. Para cada espécie de brássica, a testemunha consistiu
123 de cinco plantas atomizadas com 5 ml de água destilada esterilizada suplementada com Tween 20.
124 Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida constituída de sacos de polietileno
125 umedecidos por 36 horas e, posteriormente, permaneceram em casa de vegetação. Durante o período
126 de execução do experimento, a temperatura na casa de vegetação foi de 29,2 ± 3,4°C e a umidade
127 relativa de 70,3 ± 17,2%.

128 Cada brássica foi inoculada separadamente e o delineamento experimental foi inteiramente
129 casualizado com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta. A severidade da
130 alternariose (SEV) foi avaliada aos 10 dias após a inoculação em cada folha marcada, pela
131 porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (Conn et al., 1990), sendo
132 posteriormente calculada a média por planta.

133

134 Crescimento micelial e esporulação

135

136 Cada isolado de *A. brassicicola* foi avaliado quanto à taxa de crescimento micelial (TCM) e
137 esporulação (ESP). Para obtenção da TCM, discos de micélio de 5 mm de diâmetro foram retirados

138 das bordas de colônias de *A. brassicicola* com sete dias de crescimento em meio BDA e transferidos
139 para o centro de placas de Petri com meio BDA. As placas foram mantidas a 25 °C, sob alternância
140 luminosa (12 h claro/12 h escuro). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com
141 oito repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa. O crescimento micelial de cada
142 isolado foi avaliado diariamente, até sete dias de incubação, pela mensuração do crescimento radial da
143 colônia em dois sentidos diametralmente opostos e cálculo da média por placa. Os valores de
144 crescimento micelial foram ajustados ao modelo de regressão linear simples ($y = a + b.x$), tendo tempo
145 (em dias) como variável independente e crescimento micelial (em mm) como variável dependente. A
146 TCM (mm/dia) foi estimada pelo parâmetro “b” da equação de regressão.

147 A ESP foi avaliada aos sete dias de incubação, pela adição de 20 ml de água destilada esterilizada
148 em cada placa utilizada para avaliação do crescimento micelial, efetuando-se a raspagem das colônias
149 com escovas de cerdas macias e filtragem em camada dupla de gaze, para a posterior contagem de
150 conídios em hemacitômetro. Foram efetuadas três contagens de cada suspensão (placa), obtendo-se a
151 média, utilizada para estimativa da concentração de conídios (conídios ml⁻¹).

152

153 Sensibilidade a fungicidas

154

155 Os isolados de *A. brassicicola* foram avaliados quanto a sensibilidade aos ingredientes ativos
156 iprodione (Rovral SC, 50% p.a., Bayer CropScience, Brasil) e tebuconazole (Folicur 200 CE, 20%
157 p.a., Bayer CropScience, Brasil), tendo em vista que esses fungicidas possuem modos de ação
158 específicos, sendo o primeiro inibidor da divisão celular e o segundo inibidor da biossíntese de
159 ergosterol. Para cada ingrediente ativo foram preparadas soluções estoques diluídas em dimetil
160 sulfóxido (DMSO), posteriormente incorporadas em meio BDA em temperatura entre 45 e 50 °C para
161 obtenção das concentrações de 5 mg l⁻¹ para iprodione e 0,5 mg l⁻¹ para tebuconazole. A seleção dos
162 fungicidas e das dosagens se baseou em teste preliminar (dados não publicados), no qual foi avaliado o
163 efeito inibitório de oito princípios ativos utilizados para o controle da doença, incorporados ao meio
164 BDA em cinco concentrações, sobre cinco isolados de *A. brassicicola*. Discos de micélio de 5 mm de
165 diâmetro foram retirados da borda de colônias com sete dias de idade e transferidos para placas com

166 BDA contendo a alíquota de cada fungicida. A testemunha consistiu na transferência das estruturas
167 dos isolados para placas com BDA, sem suplementação com os fungicidas. As placas foram mantidas
168 a 25 °C no escuro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito repetições,
169 sendo cada repetição constituída por uma placa. O crescimento micelial foi mensurado como descrito
170 anteriormente, aos sete dias de incubação. Para cada fungicida foi calculada a inibição do crescimento
171 micelial (ICM) de cada isolado i como $ICM_i = [(CM_t - CM_i) / CM_t] \times 100$, onde CM_t = crescimento da
172 colônia na testemunha (sem adição de fungicida) e CM_i = crescimento da colônia para o isolado i na
173 presença do fungicida.

174

175 Análises dos dados

176

177 As análises foram conduzidas em duas etapas: inicialmente, foi realizada a análise univariada,
178 considerando cada variável separadamente. Posteriormente os dados foram submetidos à análise
179 multivariada, considerando as variáveis em conjunto. Nas análises univariadas, para evitar violações
180 das pressuposições da análise de variância, os dados de severidade em brócolis (SEVBR), couve-
181 chinesa (SEVCH), couve-flor (SEVFL) e couve-manteiga (SEVMA), TCM e inibição do crescimento
182 micelial por iprodione (ICMIP) e tebuconazole (ICMTE) foram transformados em \sqrt{x} , enquanto os
183 dados de ESP em log (x). Esses dados foram submetidos à análise de variância e as médias
184 comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (P=0,05). Adicionalmente, foi avaliada a
185 correlação entre as variáveis pela análise de correlação de Pearson (P=0,05). Essas análises foram
186 realizadas com o auxílio do programa SAEG 9.1 (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG,
187 Brasil, 2007). Posteriormente, para cada variável foi efetuada a análise de variância utilizando um
188 modelo linear misto (fatores fixos e aleatórios) em esquema hierárquico ou aninhado (“nested”) (Neter
189 et al., 1990). Foram estimados os efeitos médios do sistema de produção, do hospedeiro, da interação
190 entre sistema de produção e hospedeiro e dos componentes de variância para os fatores isolados dentro
191 da interação sistema de produção e hospedeiro e resíduo, sobre as variáveis avaliadas. Na análise de
192 variância multivariada (Littel et al., 1996) foram estimados os efeitos médios do hospedeiro de origem
193 e dos isolados dentro da interação (hospedeiro*sistema de produção) sobre o conjunto das variáveis.

194 Essas análises foram realizadas com auxílio do programa SAS 8.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC,
195 USA, 2002).

196

197 **Resultados**

198

199 Virulência a diferentes espécies de brássicas

200

201 Todos os 120 isolados de *A. brassicicola* foram patogênicos às plantas de brócolis, couve-chinesa,
202 couve-flor e couve-manteiga, ocasionando sintomas típicos de alternariose nas folhas. Com as análises
203 univariadas, foi possível a distinção de diferentes grupos de isolados pelo teste de agrupamento de
204 Scott-Knott (Tabela 1). Com base na severidade, foram distinguidos oito grupos de isolados
205 inoculados em brócolis (SEVBR), seis grupos de isolados em couve-chinesa (SEVCH) e couve-flor
206 (SEVFL), e três grupos de isolados em couve-manteiga (SEVMA) (Tabela 1). Em brócolis, os valores
207 da severidade variaram entre 0,07 e 41,92%, sendo que 70% dos isolados induziram valores inferiores
208 a 5% e 7,5% dos isolados induziram valores superiores a 20%. Em couve-chinesa, os valores de
209 severidade variaram entre 2,92 e 33,00%, sendo que valores superiores a 20% foram induzidos por
210 23,3% dos isolados. Em couve-flor, os valores de severidade variaram entre 0,17 e 3,42%, enquanto
211 em couve-manteiga entre 0,13 e 6,48% (Tabela 1).

212

213 Crescimento micelial e esporulação

214

215 Os isolados de *A. brassicicola* diferiram quanto à TCM e ESP, sendo formados onze e quatro grupos
216 distintos de isolados, respectivamente (Tabela 1). A taxa de crescimento micelial dos isolados variou
217 entre 0,001 e 0,015 cm dia⁻¹ e a maioria dos isolados apresentou abundante esporulação, sendo que
218 76,7% apresentaram esporulação superior a 1×10^5 conídios ml⁻¹.

219

220 Sensibilidade a fungicidas

221

222 Todos os isolados foram sensíveis aos fungicidas iprodione e tebuconazole. As inibições do
223 crescimento micelial induzidas por iprodione (ICMIP) variaram de 7,3 a 74,2%, resultando na
224 formação de seis grupos de isolados, enquanto por tebuconazole (ICMTE) variaram de 5,0 a 67,9%,
225 resultando na formação de 11 grupos de isolados. Inibições superiores a 50% foram induzidas por
226 iprodione em 95,8% dos isolados, enquanto por tebuconazole em 45,8% dos isolados (Tabela 1).

227 Não foram constatadas correlações significativas entre as variáveis avaliadas (SEVBR, SEVCC,
228 SEVCF, SEVCM, TCM, ESP, ICMIP e ICMTE), independentemente do sistema de cultivo e do
229 hospedeiro de origem dos isolados (Tabela 2).

230 Pela análise dos componentes de variância, não houve efeito significativo do sistema de cultivo
231 sobre as variáveis analisadas, com exceção para SEVCH ($P=0,0391$). De maneira similar, o
232 hospedeiro de origem e a interação sistema de cultivo*hospedeiro de origem não exerceram influência
233 sobre as variáveis (Tabela 3). A maior parte da variância foi resultante da diferença entre os isolados
234 de *A. brassicicola* dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem [isolados
235 (sistema*hospedeiro)], com percentuais de 85,2%; 70,0%; 55,7%; 93,2%; 79,8%; 81,0% e 90,2% da
236 variância total para as variáveis SEVBR, SEVCH, SEVFL, TCM, ESP, ICMIP e ICMTE,
237 respectivamente (Tabela 3). Somente para SEVMA a variância residual (64,1%) foi maior que a
238 variância decorrente da diferença entre os isolados dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de
239 origem (35,9%).

240 Para investigar mais detalhadamente a variabilidade dos isolados, as diferentes variáveis foram
241 submetidas à análise de variância multivariada. No contexto multivariado, não se constatou efeito do
242 hospedeiro de origem dos isolados ($P=0,4993$), porém, houve grande variabilidade ($P<0,0001$) entre
243 os isolados de *A. brassicicola* dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem (Tabela 4).

244

245 **Discussão**

246

247 Com base na virulência a várias espécies de brássicas, em variáveis fisiológicas e na sensibilidade a
248 fungicidas, constatou-se a existência de variabilidade entre os isolados de *A. brassicicola* oriundos de
249 cultivos convencionais e orgânicos de brássicas da região Agreste de Pernambuco.

250 O uso de variáveis individuais mostrou ser útil na distinção de grupos de isolados de *A.*
251 *brassicicola* com similaridade na virulência a brócolis (SEVBR), couve-chinesa (SEVCH), couve-flor
252 (SEVFL) e couve-manteiga (SEVMA), características fisiológica (TCM e ESP) e sensibilidade aos
253 fungicidas iprodione (ICMIP) e tebuconazole (ICMTE). Ao contrário do uso de marcadores genéticos,
254 em geral seletivamente neutros, utilizados em muitos estudos, as variáveis estudadas permitem
255 estabelecer relações mais diretas entre variabilidade e implicações para o desenvolvimento e manejo
256 da doença (Michereff et al., 2003).

257 Com a realização de inoculações cruzadas e desenvolvimento de sintomas em todas as espécies de
258 brássicas, ficou evidente a inexistência de especificidade por hospedeiro entre os isolados de *A.*
259 *brassicicola*. Essa hipótese havia sido levantada previamente por Michereff et al. (2003), mas
260 necessitava de comprovação científica. De maneira similar, a não-especificidade por hospedeiro de
261 isolados do patógeno já fora relatada quando se utilizaram marcadores genéticos (RAPD) (Sharma e
262 Tewari, 1998; Verma e Saharam, 1994). Portanto, as diferentes culturas de brássicas podem atuar
263 como eficientes fontes de inóculo para novos plantios, ou seja, o inóculo proveniente de campos de
264 produção ou de restos culturais de uma espécie seria igualmente adaptado quanto à patogenicidade e
265 virulência em uma espécie distinta, constituindo uma informação potencialmente útil para delinear
266 estratégias mais eficientes de controle da doença.

267 As variações observadas entre os isolados de *A. brassicicola* de Pernambuco em relação à taxa de
268 crescimento micelial e esporulação assemelha-se ao verificado por Thrall et al. (2005), que
269 encontraram variação substancial na taxa de crescimento entre isolados de *A. brassicicola*
270 individualmente, bem como entre populações do patógeno de *C. marítima*. Segundo esses autores, a
271 taxa de crescimento e a produção de esporos podem contribuir para a manutenção da variação
272 quantitativa baseada na interação patógeno-hospedeiro e a variação nos componentes de aptidão do
273 patógeno associados com agressividade podem influenciar na dinâmica da doença na natureza.

274 As variações na sensibilidade aos fungicidas iprodione e tebuconazole entre os isolados de *A.*
275 *brassicicola*, verificadas neste estudo, confirmam as observações de Hau & Vallavieille-Pope (2006)
276 de que entre isolados de um patógeno caracterizados por sua variabilidade patogênica podem ser
277 definidas sub-populações em relação à sensibilidade a fungicidas.

278 A alta sensibilidade da maioria dos isolados de *A. brassicicola* (95,8%) oriundos de cultivos
279 convencionais e orgânicos de brássicas de Pernambuco ao fungicida iprodione, pode ser devido a não
280 utilização desse fungicida para o controle da alternariose das brássicas no estado (Azevedo et al.,
281 2000; Michereff et al., 2003), pois a acumulação de mutantes resistentes em populações fúngicas
282 depende, entre outros fatores, da pressão de seleção exercida pela frequência de aplicação do fungicida
283 (Kendall e Hollomon, 1998).

284 A inexistência de isolados de *A. brassicicola* com baixa sensibilidade a tebuconazole verificado
285 nesse estudo, apesar de intensiva utilização para o controle da alternariose das brássicas em
286 pernambuco, pode ser decorrente do modo de ação do fungicida como inibidor da síntese de ergosterol
287 (triazóis). Existem poucos relatos com triazóis em relação a *A. brassicicola*, porém Iacomi-Vasilescu
288 et al. (2004) testaram difenoconazole para inibição do crescimento micelial de *A. brassicicola* e
289 constataram a alta eficiência na inibição do crescimento micelial.

290 A ausência de correlações significativas das variáveis associadas à doença com as demais variáveis
291 pode indicar que as características são determinadas por diferentes grupos de genes. Além disso, esses
292 resultados indicam pouca validade de características fisiológicas e da sensibilidade aos fungicidas
293 iprodione e tebuconazole na detecção de variabilidade patogênica em populações de *A. brassicicola*,
294 assemelhando-se ao constatado em outros estudos com esse patógeno (Campbell et al., 1968; Changsri
295 e Weber, 1963; Michereff et al., 2003), apesar do esforço que tem sido dedicado ao estudo da
296 variabilidade em fitopatógenos baseada em características outras que relacionadas à patogenicidade
297 (Brown, 2006).

298 Como a maior parte da variância foi resultante da diferença entre os isolados de *A. brassicicola*
299 dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem, apenas uma pequena porcentagem da
300 variabilidade pôde ser atribuída às diferenças entre os sistemas de produção e os hospedeiros de
301 origem. Não há evidências de diferenciação das populações entre isolados, ou seja, nos dois sistemas
302 de produção (convencional e orgânico) e nas diferentes brássicas hospedeiras os isolados são
303 igualmente variáveis quanto à virulência, crescimento micelial, esporulação e sensibilidade aos
304 fungicidas iprodione e tebuconazole, indicando que os isolados avaliados constituem uma única
305 população do patógeno.

306 A dificuldade para diferenciar populações de *A. brassicicola* oriundas de cultivos convencionais e
307 orgânicos de brássicas de Pernambuco pode estar associada à dinâmica do inóculo no campo. Como a
308 alternariose é uma doença policíclica com grande produção de inóculo em plantas doentes e o vento
309 dissemina eficientemente esse inóculo a curtas e longas distâncias (Chen et al., 2003; Humperson-
310 Jones, e Maude, 1982;), o inóculo produzido em plantas doentes de um sistema de cultivo pode ser
311 disseminado para outro, dando início a novas infecções. Além disso, a proximidade entre as áreas de
312 cultivo dos dois sistemas pode ter contribuído para sobreposição de populações do patógeno. De
313 maneira similar, ao analisar a estrutura de cinco populações de *A. brassicicola* atacando *C. marítima*
314 de diferentes localidades ao longo do litoral da Austrália, Bock et al. (2005) constataram grande
315 polimorfismo entre os isolados, mas a análise de variância molecular indicou que apenas 14% da
316 variação genética foi decorrente da diversidade entre as populações, enquanto 86% foi resultante da
317 diversidade entre isolados dentro das populações..

318 Um alto nível de variabilidade genética não é incomum em outras espécies de *Alternaria*, embora
319 esse patógeno seja haplóide e com reprodução predominantemente assexual. Estudos envolvendo *A.*
320 *alternaria* infectando pêra no Japão (Adachi et al. 1993), tomate (Morris et al. 2000) e pistache
321 (Aradhya et al., 2001) na Califórnia (EUA) comprovaram a elevada diversidade genotípica, sem a
322 identificação de ciclo sexual. Similares paradoxos de alta variabilidade populacional em espécies sem
323 estágio sexual conhecido têm sido relatados em ampla gama de outros fitopatógenos necrotóficos
324 (Bock et al., 2005).

325 As causas do surgimento da variabilidade entre os isolados de *A. brassicicola* oriundos de
326 diferentes sistemas de cultivo e espécies de brássicas de Pernambuco permanecem desconhecidas.
327 Embora a recombinação sexual propicie os meios para geração e manutenção da variabilidade em
328 muitas espécies fúngicas (Chen e MacDonald 1996), recombinação somática envolvendo trocas de
329 material nuclear ou citoplasmático, com a ocorrência de fenômenos como heterocariose e ciclo
330 parassexual, tem sido proposta como importante fonte de variação, resultando na diversidade de
331 linhagens (Watson 1981). No estudo com isolados de *A. brassicicola* de *C. marítima*, Bock et al.
332 (2005) consideraram que existiam evidências da ocorrência de estrutura clonal em conjunto com a

333 presença de recombinação, sustentando a hipótese de que o estágio sexual ainda não identificado de *A.*
334 *brassicicola* venha a ser um fator significante no ciclo de vida.

335

336 **Agradecimentos**

337

338 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
339 pela concessão de bolsa de mestrado a P.A.A. Moreira e de produtividade em pesquisa a S.J.
340 Michereff.

341

342 **Referências**

343

344 Adachi, Y., Watanabe, H., Tanabe, K., Doke, N., Nishimura, S. & Tsuge, T. (1993). Nuclear
345 ribosomal DNA as a probe for genetic variability in the Japanese pear pathotype of *Alternaria*
346 *alternata*. *Applied and Environmental Microbiology*, 59, 3197-3205.

347 Aradhya, M. K., Chan, H. M. & Parfitt, D. E. (2001). Genetic variability in the pistachio late blight
348 fungus, *Alternaria alternata*. *Mycological Research*, 105, 300-306.

349 Azevêdo, S. S., Michereff, S. J. & Mariano, R. L. R. (2000). Levantamento da intensidade da podridão
350 negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho das
351 amostras para quantificação dessas doenças. *Summa Phytopathologica*, 26, 299-306.

352 Bock, C. H., Thrall, P. H., Brubaker, C. L. & Burdon, J. J. (2002). Detection of genetic variation in
353 *Alternaria brassicicola* using AFLP fingerprinting. *Mycological Research*, 106, 428-434.

354 Bock, C. H.; Thrall, P. H. & Burdon, J. J. Genetic structure of populations of *Alternaria brassicicola*
355 suggests the occurrence of sexual recombination. *Mycological Research*, 109, 227-236, 2005.

356 Brown, J. K. M. (2006). Surveys of variation in pathogen populations and their application to disease
357 control. (In: B.M. Cooke, D.G. Jones & B. Kaye (Eds.), *The Epidemiology of Plant Diseases*.
358 2nd ed. (pp. 81-115). Dordrecht: Springer.)

359 Campbell, R., Lerner, R. W. & Madelin, M. F. (1968). Notes on an albino mutant of *Alternaria*
360 *brassicicola*. *Mycologia*, 60, 1122-1125.

- 361 Changsri, W. & Weber, G. F. (1963). Three *Alternaria* species pathogenic on certain cultivated
362 crucifers. *Phytopathology*, 53, 643- 648.
- 363 Chen, R. S. & McDonald, B. A. (1996). Sexual reproduction plays a major role in the genetic structure
364 of populations of the fungus *Mycosphaerella graminicola*. *Genetics*, 142, 1119-1127.
- 365 Chen, L. Y., Price, T. V. & Park-Ng, Z. (2003). Conidial dispersal by *Alternaria brassicicola* on
366 Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in field and under simulated conditions. *Plant*
367 *Pathology*, 52, 536-545.
- 368 Conn, K. L., Tewari, J. P. & Awasthi, R. P. (1990). A disease assessment key for *Alternaria* blackspot
369 in rapeseed and mustard. *Canadian Plant Disease Survey*, 70, 19-22.
- 370 Cooke, D. E. L., Forster, J. W., Jenkins, P. D., Jones, D. G. & Lewis, D.M. (1998). Analysis of
371 intraspecific and interspecific variation in the genus *Alternaria* by the use of RAPD-PCR.
372 *Annals of Applied Biology*, 132, 197-209.
- 373 Dixon, G.R. (2007). *Vegetable brassicas and related crucifers*. (Wallingford: CABI Publishing)
- 374 Hau, B. & Vallavieille-Pope, C. (2006). Wind-dispersed diseases. (In: B.M. Cooke, D.G. Jones & B.
375 Kaye (Eds.), *The Epidemiology of Plant Diseases*. 2nd ed. (pp. 417-444). Dordrecht: Springer.)
- 376 Humperson-Jones, F.M. & Maude, R.B. (1982). Studies on the epidemiology of *Alternaria*
377 *brassicicola* in *Brassica oleracea* seed production crops. *Annals of Applied Biology*, 100, 61-71.
- 378 Iacomi-Vasilescu, B., Avenot, H., Bataillé-Simoneau, N., Laurent, E., Guénard, M. & Simoneau, P.
379 (2004). In vitro fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and
380 identification of *Alternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides
381 and phenylpyrroles. *Crop Protection*, 23, 481-488.
- 382 Jasalavich, C. A., Morales, V. M., Pelcher, L. E. & Swartz, S. G. (1995). Comparison of nuclear
383 ribosomal DNA sequences from *Alternaria* species pathogenic to crucifers. *Mycological*
384 *Research*, 99, 604-614.
- 385 Kendall, S. J. & Hollomon, D. W. (1998). Fungicide resistance. (In D. H. Hutson & J. Miyamoto
386 (Eds.), *Fungicidal Activity*. (PP.87-108). New York: John Wiley & Sons.)
- 387 Hau, B. & Vallavieille-Pope, C. (2006). Wind-dispersed diseases. (In: B.M. Cooke, D.G. Jones & B.
388 Kaye (Eds.), *The Epidemiology of Plant Diseases*. 2nd ed. (pp. 417-444). Dordrecht: Springer.)

- 389 Koike, S. T.; Gladders, P. & Paulus, A. O. (2006). *Vegetable diseases: A color handbook*. (San Diego:
390 Academic Press)
- 391 McDonald, B. A. & Linde, C. (2002). Pathogen population genetics, evolutionary potential, and
392 durable resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 349-379.
- 393 Michereff, S. J., Noronha, M. A., Rocha Jr., O. M., Silva, J. A. & MIZUBUTI, E. S. G. (2003).
394 Variabilidade de isolados de *Alternaria brassicicola* no Estado de Pernambuco. *Fitopatologia*
395 *Brasileira*, 28, 656-663.
- 396 Milgroom, M. C. (2001). The synthesis of genetics and epidemiology: contributions of population
397 biology in plant pathology. *Journal of Plant Pathology*, 83, 57-62, 2001.
- 398 Morris, P. F., Connolly, M. S. & St Clair, D. A. (2000). Genetic diversity of *Alternaria alternata*
399 isolated from tomato in California assessed using RAPDs. *Mycological Research*, 104, 286-292.
- 400 Neter, J., Wasserman, W. & Kutner, M. H. (1990). *Applied linear statistical models*. 3rd ed. (Boston:
401 Irwin)
- 402 Peruch, L. A. M. & Michereff, S. J. (2007). Sobrevivência saprofítica de *Alternaria brassicicola* e
403 manejo de restos foliares de brócolos. *Ciência Rural*, 37, 13-18.
- 404 Peruch, L. A. M., Michereff, S. J. & Araújo, I. B. (2006). Levantamento da intensidade da alternariose
405 e podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina.
406 *Horticultura Brasileira*, 24, 464-469.
- 407 Rodrigues, V. J. L. B., Michereff, S. J., Gomes, A. M. A., Rocha Jr., O. M., Mesquita, J. C. P. &
408 Menezes, D. (2004a). Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e
409 práticas de cultivo. *Summa Phytopathologica*, 30, 219-225.
- 410 Rodrigues, V. J. L. B., Michereff, S. J., Menezes, D., Aguiar Filho, M. R., Silva, L. G. C. & Biondi, C.
411 M. (2004b). Epidemiologia comparativa da alternariose em cultivares de brássicas sob cultivo
412 convencional e orgânico. *Summa Phytopathologica*, 30, 226-233.
- 413 Saharan, G. N., Mehta, N. & Sangwan, M. S. (Eds.) (2005). *Diseases of oilseed crops*. (New Delhi:
414 Indus Publishing)
- 415 Sharma, T. R. & Tewari, J. P. (1998). RAPD analysis of three *Alternaria* species pathogenic to
416 crucifers. *Mycological Research*, 102, 807-814.

- 417 Smith, D. & Onions, A. H. S. (1994). *The preservation and maintenance of living fungi*. 2nd ed. (Kew:
418 CAB International)
- 419 Thrall, P. H., Barrett, L. G., Burdon, J. J. & Alexander, H. M. (2005). Variation in pathogen
420 aggressiveness within a metapopulation of the *Cakile marítima* *Alternaria brassicicola* host–
421 pathogen association. *Plant Pathology*, 54, 265-274.
- 422 Verma, P. R. & Saharan, G. S. (1994). *Monograph on Alternaria diseases of crucifers*. (Saskatoon:
423 Minister of Supply and Services Canada)
- 424 Watson, I. A. (1980). Wheat and its rust parasites in Australia. (In L. T. Evans & W. J. Peacock,
425 (Eds.), *Wheat Sciences: Today and Tomorrow*. (pp. 129-147). (Cambridge: Cambridge
426 University Press.)
- 427

428 **Tabela 1.** Valores de severidade da alternariose em brócolis (SEVBR), couve-chinesa (SEVCH), couve-flor (SEVFL) e couve-manteiga
 429 (SEVMA), taxa de crescimento micelial (TCM), esporulação (ESP) e sensibilidade aos fungicidas iprodione (ICMIP) e tebuconazole (ICMTE)
 430 de isolados de *Alternaria brassicicola* procedentes de cultivos convencionais e orgânicos de brássicas do estado de Pernambuco, Brasil.

431

Isolado (CMM)	Sistema de cultivo	Hospedeiro	Local (município)	SEVBR ^a	SEVCH ^a	SEVFL ^a	SEVMA ^a	TCM ^b	ESP ^c	ICMIP ^d	ICMTE ^d
20	Convencional	Brócolis	Chã Grande	0,61 h ^c	16,00 e	0,75 f	0,83 c	0,0092 e	4,87 c	60,41 b	45,13 e
36	Convencional	Brócolis	Bom Jardim	2,21 h	11,50 e	0,75 f	1,33 c	0,0095 d	2,66 d	69,33 a	54,16 c
40	Convencional	Brócolis	Chã Grande	1,38 h	27,33 b	1,00 e	1,13 c	0,0059 h	1,24 d	57,53 c	50,00 d
69	Convencional	Brócolis	Bezerros	16,98 e	9,25 f	0,50 f	1,03 c	0,0061 h	1,18 d	64,37 a	52,05 d
78	Convencional	Brócolis	Chã Grande	8,46 g	13,50 e	0,83 e	0,36 c	0,0059 h	1,64 d	49,29 d	44,23 f
81	Convencional	Brócolis	Chã Grande	2,05 h	14,08 e	0,50 f	1,11 c	0,0072 g	9,98 d	68,38 a	50,00 d
101	Convencional	Brócolis	Bom Jardim	12,26 f	21,50 c	0,50 f	0,26 c	0,0010 k	4,46 d	64,58 a	5,00 k
119	Convencional	Brócolis	Bom Jardim	2,75 h	14,16 e	2,00 c	0,43 c	0,0064 h	4,35 c	57,93 c	37,87 g
202	Convencional	Brócolis	Chã Grande	2,38 h	14,58 e	0,75 f	0,78 c	0,0059 h	0,89 d	57,69 c	54,32 c
282	Convencional	Brócolis	São Joaquim Monte	0,43 h	17,00 d	1,00 e	0,93 c	0,0071 g	2,06 d	59,37 b	52,50 d
375	Convencional	Brócolis	Camocim São Félix	12,46 f	14,91 e	0,91 e	0,76 c	0,0050 i	1,84 d	62,12 b	41,66 f
382	Convencional	Brócolis	Bom Jardim	11,76 f	12,50 e	1,50 d	0,28 c	0,0102 c	1,37 d	58,95 c	39,74 g
447	Convencional	Brócolis	Sairé	3,55 h	20,00 d	1,41 d	0,85 c	0,0058 h	0,84 d	7,32 f	48,64 e
477	Convencional	Brócolis	Camocim São Félix	1,38 h	16,58 e	1,33 e	1,53 b	0,0088 e	3,87 d	68,38 a	49,35 d
587	Convencional	Brócolis	Vitória Santo Antão	0,91 h	27,66 b	0,33 f	0,93 c	0,0066 g	0,64 d	60,20 b	62,25 b
8	Convencional	Couve-flor	Camocim São Félix	0,51 h	8,50 f	1,91 c	0,30 c	0,006 h	1,51 d	51,47 d	50,66 d
52	Convencional	Couve-flor	Bezerros	38,08 b	7,66 f	0,25 f	0,18 c	0,0039 j	6,01 d	58,00 c	57,33 c
63	Convencional	Couve-flor	Camocim São Félix	41,33 a	9,16 f	0,66 f	3,36 b	0,0067 g	9,25 d	54,54 c	43,38 f
73	Convencional	Couve-flor	Bezerros	14,66 f	8,33 f	1,91 c	0,65 c	0,0072 g	3,21 d	60,48 b	55,00 c
100	Convencional	Couve-flor	Camocim São Félix	0,26 h	4,41 f	0,83 e	1,08 c	0,0047 i	2,28 d	66,44 a	52,50 d
251	Convencional	Couve-flor	Bom Jardim	2,11 h	33,00 a	0,58 f	1,53 b	0,0092 e	0,91 d	61,03 b	48,75 e
274	Convencional	Couve-flor	Bom Jardim	2,48 h	19,58 d	0,91 e	0,21 c	0,0087 e	1,52 d	62,04 b	40,80 g
306	Convencional	Couve-flor	Camocim São Félix	10,66 g	13,16 e	0,50 f	1,56 b	0,0054 i	1,46 d	65,66 a	35,91 h
355	Convencional	Couve-flor	Bom Jardim	0,18 h	10,16 f	1,25 e	1,20 c	0,0065 h	1,83 d	64,28 a	52,02 d
372	Convencional	Couve-flor	Camocim São Félix	13,18 f	16,25 e	0,91 e	0,40 c	0,0042 j	1,52 d	62,12 b	39,06 g
389	Convencional	Couve-flor	Bom Jardim	2,66 h	18,41 d	2,33 b	1,00 c	0,0050 i	1,35 d	63,33 b	43,42 f
399	Convencional	Couve-flor	Bezerros	33,83 b	22,50 c	0,58 f	0,18 c	0,0092 e	2,81 d	60,29 b	55,55 c
401	Convencional	Couve-flor	Bezerros	9,85 g	23,66 c	0,75 f	0,48 c	0,0085 e	3,35 d	65,62 a	48,76 e

571	Convencional	Couve-flor	Vitória Santo Antão	0,40 h	13,33 e	0,75 f	1,30 c	0,0073 g	1,93 d	62,20 b	45,73 e
574	Convencional	Couve-flor	Vitória Santo Antão	0,91 h	24,16 c	0,41 f	0,81 c	0,0061 h	9,03 b	65,49 a	39,28 g
30	Convencional	Couve	Bom Jardim	0,53 h	17,25 d	1,00 e	0,30 c	0,0085 f	4,75 c	55,19 c	33,95 h
35	Convencional	Couve	Bom Jardim	0,58 h	13,41 e	0,25 f	0,95 c	0,0091 e	2,70 d	59,19 c	39,50 g
95	Convencional	Couve	Bom Jardim	1,30 h	11,00 f	0,66 f	0,50 c	0,0081 f	1,45 d	60,36 b	33,53 h
111	Convencional	Couve	Bezerros	0,41 h	16,33 e	1,00 e	1,50 b	0,0084 f	1,47 d	66,48 a	58,53 c
120	Convencional	Couve	Bom Jardim	3,35 h	26,50 b	1,16 e	2,25 b	0,0071 g	2,50 d	65,69 a	585,55 c
224	Convencional	Couve	Bom Jardim	0,55 h	21,66 c	2,33 b	1,15 c	0,0049 i	1,67 d	64,38 a	39,55 g
365	Convencional	Couve	Gravatá	8,45 g	15,16 e	0,58 f	0,90 c	0,0040 j	0,96 d	74,21 a	42,14 f
374	Convencional	Couve	Camocim São Félix	1,91 h	6,66 f	1,58 d	2,31 b	0,0087 e	1,24 d	60,00 b	38,41 g
388	Convencional	Couve	Bom Jardim	0,16 h	16,08 e	0,50 f	0,98 c	0,0089 e	1,91 d	62,32 b	29,37 i
410	Convencional	Couve	Bezerros	5,01 h	12,66 e	0,91 e	1,23 c	0,0106 c	1,94 d	64,49 a	50,00 d
411	Convencional	Couve	Bezerros	5,66 h	20,16 d	1,00 e	0,43 c	0,0152 a	1,43 d	64,63 a	47,97 e
433	Convencional	Couve	Sairé	0,78 h	16,50 e	0,66 f	1,91 b	0,0077 f	2,22 d	50,00 d	48,79 e
446	Convencional	Couve	Sairé	0,78 h	9,41 f	1,00 e	0,73 c	0,0051 i	0,88 d	59,49 b	54,26 c
576	Convencional	Couve	Gravatá	0,51 h	18,66 d	1,66 d	0,56 c	0,0066 h	4,37 c	67,12 a	45,20 e
586	Convencional	Couve	Camocim São Félix	0,10 h	14,75 e	0,50 f	0,13 c	0,0105 c	2,15 d	60,29 b	45,83 e
3	Convencional	Repolho	Camocim São Félix	0,23 h	12,16 e	0,41 f	0,40 c	0,005 i	1,43 d	61,17 b	49,37 d
17	Convencional	Repolho	Bezerros	0,28 h	15,85 e	0,66 f	1,00 c	0,0038 j	6,85 d	61,19 b	57,35 c
102	Convencional	Repolho	Camocim São Félix	1,53 h	17,66 d	1,25 e	1,28 c	0,0060 h	3,11 d	57,74 c	43,57 f
104	Convencional	Repolho	Bezerros	9,96 g	21,83 c	2,08 c	0,35 c	0,0086 e	1,11 d	62,50 b	54,11 c
250	Convencional	Repolho	São Joaquim Monte	1,45 h	28,66 b	1,25 e	0,43 c	0,0067 g	2,10 d	58,73 c	35,93 h
275	Convencional	Repolho	São Joaquim Monte	2,25 h	18,33 d	1,08 e	0,78 c	0,0090 e	1,30 d	57,85 c	51,97 d
302	Convencional	Repolho	Camocim São Félix	1,23 h	13,33 e	1,00 e	2,41 b	0,0092 e	0,66 d	61,03 b	29,74 i
312	Convencional	Repolho	São Joaquim Monte	0,81 h	18,16 d	2,50 b	1,76 b	0,0134 b	3,58 d	63,28 b	45,71 e
317	Convencional	Repolho	São Joaquim Monte	2,50 h	18,50 d	1,91 c	0,23 c	0,0074 g	0,79 d	60,36 b	55,81 c
319	Convencional	Repolho	Sairé	0,33 h	20,50 c	0,25 f	0,40 c	0,0087 e	5,03 c	58,33 c	38,46 g
403	Convencional	Repolho	Bezerros	27,48 c	21,83 c	0,58 f	0,66 c	0,0072 g	1,00 d	52,11 d	52,56 d
435	Convencional	Repolho	Sairé	1,06 h	14,41 e	0,50 f	1,58 b	0,0058 h	0,93 d	68,68 a	51,17 d
439	Convencional	Repolho	Sairé	1,75 h	17,25 d	0,83 e	0,65 c	0,0072 g	2,09 d	60,75 b	37,80 g
480	Convencional	Repolho	Sairé	0,21 h	15,08 e	0,50 f	0,56 c	0,0067 g	1,85 d	64,58 a	54,37 c
582	Convencional	Repolho	Bezerros	0,95 h	23,00 c	2,25 b	1,38 b	0,0066 h	0,82 d	61,03 b	18,00 j
15	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	0,06 h	14,58 e	0,58 f	1,63 b	0,0089 e	2,37 d	46,87 e	41,54 f
32	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	0,06 h	10,75 f	0,58 f	1,18 c	0,0057 h	2,69 d	7,75 f	54,05 c
55	Orgânico	Brócolis	Gravatá	2,13 h	12,91 e	2,08 c	0,90 c	0,0072 g	6,28 c	59,63 b	32,50 h
71	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	8,25 g	13,66 e	1,58 d	0,95 c	0,0068 g	8,83 d	60,27 b	44,02 f
90	Orgânico	Brócolis	Bom Jardim	0,95 h	21,50 c	3,16 a	1,88 b	0,0051 i	2,09 d	64,02 a	54,26 c

142	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	10,05 g	9,83 f	0,91 e	0,80 c	0,0090 e	3,96 d	61,76 b	42,94 f
151	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	1,83 h	10,33 f	0,66 f	0,30 c	0,0099 d	1,30 d	57,24 c	49,30 d
168	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	22,20 d	16,41 e	0,91 e	0,38 c	0,0076 g	7,75 d	65,21 a	51,12 d
175	Orgânico	Brócolis	Bom Jardim	4,16 h	19,66 d	1,83 c	0,61 c	0,0068 g	2,19 d	56,41 c	53,01 c
193	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	13,08 f	6,91 f	0,41 f	6,48 a	0,0092 e	6,52 c	64,94 a	33,76 h
223	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	1,08 h	15,50 e	0,58 f	0,68 c	0,0061 h	1,17 d	60,75 b	51,89 d
328	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	5,41 h	23,00 c	0,16 f	0,41 c	0,0055 i	1,73 d	50,00 d	54,37 c
353	Orgânico	Brócolis	Glória de Goitá	2,95 h	7,95 f	1,08 e	0,51 c	0,0090 e	1,75 d	62,67 b	37,01 g
363	Orgânico	Brócolis	Gravatá	0,43 h	12,66 e	0,50 f	0,16 c	0,0047 i	1,30 d	52,30 d	38,05 g
420	Orgânico	Brócolis	Chã Grande	15,98 f	22,41 c	0,58 f	0,18 c	0,0072 g	1,91 d	57,62 c	53,28 c
11	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	0,33 h	13,66 e	0,75 f	0,73 c	0,0052 i	1,08 d	42,45 e	38,80 g
67	Orgânico	Couve-flor	Glória de Goitá	41,91 a	9,08 f	0,33 f	1,10 c	0,0083 f	3,03 d	69,14 a	39,53 g
99	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	0,58 h	22,83 c	1,08 e	1,50 b	0,0063 h	9,18 d	62,50 b	53,89 c
160	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	1,13 h	20,66 c	0,91 e	0,26 c	0,0060 h	1,38 d	57,50 c	53,08 c
185	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	6,98 g	12,25 e	1,25 e	1,23 c	0,0057 h	1,55 d	65,25 a	52,53 d
238	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	0,28 h	19,16 d	1,16 e	0,88 c	0,0061 h	2,91 d	65,43 a	55,00 c
245	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	17,70 e	12,75 e	3,41 a	0,31 c	0,0065 h	0,70 d	50,64 d	62,31 b
277	Orgânico	Couve-flor	Glória de Goitá	2,65 h	18,25 d	0,66 f	1,13 c	0,0148 a	0,94 d	74,07 a	67,85 a
335	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	0,41 h	15,66 e	0,66 f	1,50 b	0,0084 f	1,35 d	59,78 b	55,29 c
343	Orgânico	Couve-flor	Chã Grande	0,63 h	11,83 e	1,25 e	0,53 c	0,0100 d	2,13 d	70,00 a	55,35 c
358	Orgânico	Couve-flor	Gravatá	1,36 h	11,33 e	0,50 f	0,65 c	0,0060 h	0,74 d	60,44 b	56,66 c
463	Orgânico	Couve-flor	Bom Jardim	2,58 h	23,16 c	0,58 f	2,33 b	0,0101 d	1,68 d	61,59 b	26,58 i
465	Orgânico	Couve-flor	Bom Jardim	4,83 h	4,58 f	0,83 e	0,30 c	0,0049 i	1,22 d	62,82 b	50,00 d
470	Orgânico	Couve-flor	Gravatá	2,03 h	5,75 f	0,33 f	0,35 c	0,0077 f	3,03 d	55,62 c	50,00 d
483	Orgânico	Couve-flor	Gravatá	2,93 h	19,50 d	1,66 d	0,58 c	0,0079 f	1,76 d	65,43 a	42,50 e
1	Orgânico	Couve	Chã Grande	9,68 g	9,00 f	1,58 d	0,86 c	0,006 h	12,83 a	56,49 c	50,00 d
12	Orgânico	Couve	Chã Grande	0,21 h	17,91 d	0,50 f	0,65 c	0,0094 d	1,37 d	54,76 c	53,48 c
47	Orgânico	Couve	Chã Grande	0,28 h	10,75 f	1,00 e	0,40 c	0,0062 h	1,12 d	56,94 c	50,72 d
064	Orgânico	Couve	Chã Grande	11,75 f	10,08 f	0,50 f	0,83 c	0,0065 h	2,78 d	60,00 b	56,52 c
068	Orgânico	Couve	Glória de Goitá	0,65 h	2,91 f	1,41 d	0,81 c	0,0057 h	1,81 d	61,84 b	49,37 d
097	Orgânico	Couve	Bom Jardim	3,36 h	20,83 c	0,58 f	0,43 c	0,0092 e	2,73 d	60,12 b	35,36 h
116	Orgânico	Couve	Bom Jardim	7,23 g	20,00 d	1,08 e	1,70 b	0,0089 e	1,00 d	66,23 a	33,58 h
147	Orgânico	Couve	Bom Jardim	6,63 g	22,58 c	0,33 f	0,93 c	0,0124 b	2,03 d	60,27 b	49,30 d
157	Orgânico	Couve	Bom Jardim	0,41 h	12,25 e	0,41 f	0,66 c	0,0065 h	1,40 d	58,22 c	50,68 d
212	Orgânico	Couve	Bom Jardim	3,25 h	12,25 e	0,91 e	0,93 c	0,0080 f	0,79 d	67,05 a	43,82 f
216	Orgânico	Couve	Bom Jardim	1,80 h	13,08 e	1,08 e	0,60 c	0,0051 i	1,07 d	61,71 b	47,50 e
364	Orgânico	Couve	Gravatá	1,03 h	13,75 e	0,50 f	1,21 c	0,0052 i	1,28 d	56,45 c	45,20 e

425	Orgânico	Couve	Chã Grande	35,91 b	23,83 c	1,33 e	1,20 c	0,0078 f	5,52 c	61,40 b	50,63 d
464	Orgânico	Couve	Bom Jardim	1,85 h	15,08 e	0,66 f	0,90c	0,0107 c	0,97 d	61,25 b	54,37 c
475	Orgânico	Couve	Gravatá	0,38 h	8,83 f	0,75 f	1,06 c	0,0087 e	2,70 d	61,44 b	54,70 c
2	Orgânico	Repolho	Chã Grande	0,20 h	9,58 f	0,50 f	0,55 c	0,007 f	1,61 d	60,13 b	46,00 e
65	Orgânico	Repolho	Glória de Goitá	6,05 g	13,91 e	1,08 e	1,91 b	0,0079 f	2,33 d	63,63 b	32,71 h
66	Orgânico	Repolho	Glória de Goitá	27,50 c	11,146 f	0,75 f	0,26 c	0,0069 g	2,79 d	63,25 b	48,12 e
108	Orgânico	Repolho	Chã Grande	0,46 h	25,33 b	0,58 f	0,98 c	0,0105 c	2,96 d	58,21 c	50,67 d
300	Orgânico	Repolho	Gravatá	1,26 h	12,33 e	0,83 e	3,00 b	0,0048 i	1,53 d	52,63 d	38,33 g
356	Orgânico	Repolho	Gravatá	1,16 h	5,83 f	0,41 f	1,38 b	0,0065 h	1,52 d	56,42 c	53,12 c
357	Orgânico	Repolho	Gravatá	5,03 h	7,50 f	0,66 f	1,45 b	0,0033 j	0,14 d	65,67 a	60,75 b
429	Orgânico	Repolho	Chã Grande	1,45 h	32,41 a	0,16 f	2,25 b	0,0069 g	3,62 d	54,86 c	53,70 c
431	Orgânico	Repolho	Chã Grande	4,35 h	20,91 c	1,08 e	1,53 b	0,0070 g	3,57 d	59,45 b	52,02 d
432	Orgânico	Repolho	Chã Grande	3,65 h	11,33 e	0,16 f	1,05 c	0,0108 c	13,10 a	64,19 a	54,60 c
466	Orgânico	Repolho	Gravatá	2,03 h	15,08 e	0,83 e	0,33 c	0,0074 g	0,90 d	67,24 a	51,26 d
467	Orgânico	Repolho	Gravatá	0,26 h	16,00 e	0,58 f	1,10 c	0,0074 g	0,61 d	53,12 d	55,69 c
468	Orgânico	Repolho	Gravatá	1,95 h	9,83 f	1,25 e	1,53 b	0,0060 h	1,46 d	52,77 d	46,87 e
965	Orgânico	Repolho	Chã Grande	0,13 h	10,75 f	0,75 f	0,76 c	0,0063 h	1,21 d	63,75 b	50,00 d
1241	Orgânico	Repolho	Glória de Goitá	0,93 h	7,58 f	0,50 f	0,35 c	0,0084 f	0,23 d	68,50 a	48,40 e

432

433 ^a Severidade (%) aos 10 dias após a inoculação, estimada com o auxílio de escala diagramática (Conn et al., 1990).

434 ^b Taxa de crescimento micelial (mm dia⁻¹) em meio BDA sob alternância luminosa, estimada pelo parâmetro “b” da equação de regressão linear simples, tendo o tempo (em dias) como variável independente e crescimento micelial (mm) como variável dependente.

436 ^c Esporulação (x10⁵ conídios ml⁻¹), avaliada aos 10 dias de incubação em meio BDA sob alternância luminosa.

437 ^d Inibição do crescimento micelial por iprodione e tebuconazole, determinada pelo método do fungicida incorporado ao meio de cultura, considerando as concentrações de 5 mg l⁻¹ e 0,5 mg l⁻¹, respectivamente.

439 ^e Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P = 0,05$).

440 **Tabela 2.** Matriz de correlação da severidade da alternariose em brócolis (SEVBR), couve-
 441 chinesa (SEVCH), couve-flor (SEVFL) e couve-manteiga (SEVMA), taxa de crescimento
 442 micelial (TCM), esporulação (ESP) e sensibilidade aos fungicidas iprodione (ICMIP) e
 443 tebuconazole (ICMTE) de isolados de *Alternaria brassicicola* procedentes de cultivos
 444 convencionais e orgânicos de brássicas do estado de Pernambuco, Brasil. Número de
 445 observações (Tabela 1) = 120.

446

Variável	SEVBR	SEVCH	SEVFL	SEVMA	TCM	ESP	ICMIP
SEVCH	-0,06	-	-	-	-	-	-
SEVFL	-0,05	0,06	-	-	-	-	-
SEVMA	0,02	-0,03	-0,03	-	-	-	-
TCM	-0,05	0,03	-0,05	0,01	-	-	-
ESP	0,04	0,00	0,01	0,13	-0,01	-	-
ICMIP	0,05	-0,01	0,00	0,04	0,05	0,04	-
ICMTE	0,02	-0,06	-0,03	-0,15	0,09	-0,07	-0,03

447

448 Coeficientes de correlação de Pearson sem asterisco não são significativos a $P=0,05$.

449 **Tabela 3.** Estimativa de efeito médio do sistema de cultivo, do hospedeiro de origem, da
 450 interação entre sistema de cultivo e hospedeiro de origem e dos componentes de variância
 451 para os fatores: isolados de *Alternaria brassicicola* dentro da interação sistema de cultivo e
 452 hospedeiro de origem e resíduo, sobre as variáveis epidemiológicas (severidade da
 453 alternariose em brócolis, couve-chinesa, couve-flor e couve-manteiga), fisiológicas (taxa de
 454 crescimento micelial e esporulação em meio de cultura) e sensibilidade a fungicidas (inibição
 455 do crescimento micelial por iprodione e tebuconazole).
 456

Fator de variação	Variável							
	SEVBR ^a	SEVCH ^a	SEVFL ^a	SEVMA ^a	TCM ^b	ESP ^c	ICMIP ^d	ICMTE ^d
Sistema de cultivo								
Valor de F	0,05	4,36	1,17	1,58	0,33	0,01	0,83	2,95
(significância – valor de P)	(0,8162)	(0,0391)	(0,2814)	(0,2113)	(0,5686)	(0,9214)	(0,3631)	(0,0886)
Hospedeiro								
Valor de F	2,06	0,28	0,11	0,41	1,10	0,89	2,59	0,59
(significância – valor de P)	(0,1098)	(0,8401)	(0,9527)	(0,7441)	(0,3503)	(0,4494)	(0,0566)	(0,6222)
Sistema*Hospedeiro								
Valor de F	1,15	0,66	1,01	0,61	0,30	0,78	0,31	0,40
(significância – valor de P)	(0,3305)	(0,5778)	(0,3934)	(0,6071)	(0,8231)	(0,5094)	(0,8146)	(0,7503)
Isolado(Sistema*Hospedeiro)								
Componente $\sigma^2_{I(H)}$	0,02441	0,5775	0,06631	0,08006	0,002588	18892,0	72,8636	82,0268
(Percentual)	(85,2%)	(70,0%)	(55,7%)	(35,9%)	(93,2%)	(79,8%)	(81,0%)	(90,2%)
Resíduo								
Componente $\sigma^2_{I(H)}$	0,004229	0,2475	0,05264	0,1428	0,000190	4782,54	17,0916	8,8900
(Percentual)	(14,8%)	(30,0%)	(44,3%)	(64,1%)	(6,8%)	(20,2%)	(19,0%)	(9,8%)

457
 458 ^a Severidade da doença (%) em brócolis (SEVBR), couve-chinesa (SEVCH), couve-flor (SEVFL) e couve-
 459 manteiga (SEVMA) aos 10 dias após a inoculação, estimada com o auxílio de escala diagramática (Conn et al.,
 460 1990).

461 ^b Taxa de crescimento micelial (mm dia⁻¹) em meio BDA sob alternância luminosa, estimada pelo parâmetro “b”
 462 da equação de regressão linear simples, tendo o tempo (em dias) como variável independente e crescimento
 463 micelial (mm) como variável dependente.

464 ^c Esporulação (x10⁵ conídios ml⁻¹), avaliada aos 10 dias de incubação em meio BDA sob alternância luminosa.

465 ^d Inibição do crescimento micelial por iprodione (ICMIP) e tebuconazole (ICMTE), determinada pelo método
 466 do fungicida incorporado ao meio de cultura, considerando as concentrações de 5 mg l⁻¹ e 0,5 mg l⁻¹,
 467 respectivamente.

468 Para efeito de análise, os dados de SEVBR, SEVCH, SEVFL, SEVMA, TCM, ICMIP e ICMTE foram transformados em
 469 (x)^{1/2} e os dados de ESP em log (x).

470

471 **Tabela 4.** Análise de variância multivariada do efeito médio do hospedeiro de origem dos
 472 isolados de *Alternaria brassicicola* e dos isolados dentro dos sistemas de cultivo e dos
 473 hospedeiros de origem [isolados (sistema*hospedeiro)] sobre as variáveis epidemiológicas,
 474 (severidade da alternariose em brócolis, couve-chines, couve-flor e couve-manteiga),
 475 fisiológicas (taxa de crescimento micelial e esporulação em meio de cultural) e sensibilidade a
 476 fungicidas (inibição do crescimento micelial por iprodione e tebuconazole). Estatística =
 477 Lambda de Wilks.

478

Fonte de variação	GL Numerador/GL denominador	F	Prob>F
Hospedeiro	24/305,13	0,98	0,4993
Isolado(Sistema*Hospedeiro)	896/4146,2	20,70	<0,0001

479

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

- Houve variabilidade entre os isolados de *Alternaria brassicicola* oriundos dos sistemas de cultivo convencional e orgânico de brócolis, couve-chinesa, couve-comum e couve-flor da região Agreste de Pernambuco.
- Não houve diferenciação de populações de *A. brassicicola* baseadas nos sistemas de cultivo e/ou hospedeiro de origem.
- A maior parte da variabilidade foi resultante da diferença entre os isolados de *A. brassicicola* dentro dos sistemas de cultivo e dos hospedeiros de origem.
- As causas do surgimento da variabilidade entre os isolados de *A. brassicicola* oriundos de diferentes sistemas de cultivo e espécies de brássicas de Pernambuco permanecem desconhecidas