

**VIVIANE JUREMA LOPES BORGES RODRIGUES**

**EPIDEMIOLOGIA DA ALTERNARIOSE E  
RESISTÊNCIA DE CULTIVARES EM  
BRÁSSICAS SOB DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

**RECIFE -PE**

**FEVEREIRO – 2003**

**VIVIANE JUREMA LOPES BORGES RODRIGUES**

**EPIDEMIOLOGIA DA ALTERNARIOSE E RESISTÊNCIA  
DE CULTIVARES EM BRÁSSICAS SOB DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

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

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2003**

**EPIDEMIOLOGIA DA ALTERNARIOSE E RESISTÊNCIA  
DE CULTIVARES EM BRÁSSICAS SOB DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

**VIVIANE JUREMA LOPES BORGES RODRIGUES**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

**Prof. Dr. Sami Jorge Michereff - Orientador**

**Prof. Dr. Dimas Menezes – Co-orientador**

**Prof. Dr. Gustavo Pereira Duda – Co-orientador**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2003**

**EPIDEMIOLOGIA DA ALTERNARIOSE E RESISTÊNCIA DE  
CULTIVARES EM BRÁSSICAS SOB DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

**VIVIANE JUREMA LOPES BORGES RODRIGUES**

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 13/03/2003

**ORIENTADOR:**

---

**Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE)**

**EXAMINADORES:**

---

**Dr. Ailton Reis (CNPQ-EMBRAPA)**

---

**Dr. Egberto Araújo (UFPB)**

---

**Dra. Marleide Magalhães de Andrade Lima (IPA)**

---

**Dra. Luciane Vilela Resende (UFRPE)**

---

**PhD. Elvira Maria Régis Pedrosa (UFRPE)**

**RECIFE - PE**

**FEVEREIRO - 2003**

*A Deus pelo dom da vida, pela alegria  
de viver e pelo desafio de tornar-me  
uma pessoa melhor a cada dia*

## **AGRADEÇO**

*Aos meus pais Adalberto e Salete,  
irmãos Júnior, Liliane, Luciana, Ticiane e Alberto,  
sogros Waldemar e Lúcia, e  
sobrinhos Marco, Pablo, Bruna, Iran, Mariana, Waldemar e Gabriel,  
com carinho*

## **OFEREÇO**

*Ao meu querido esposo **Renato**  
pelo apoio, companheirismo,  
compreensão, e amor*

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelas oportunidades oferecidas ao longo da minha formação profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Dr. Sami Jorge Michereff pela oportunidade de atuar na epidemiologia de doenças de plantas, amizade, confiança, estímulo e dedicação na orientação deste trabalho;

À professora Dra. Rosa de Lima Ramos Mariano pelo carinho, amizade, atenção e paciência em momentos especiais de minha vida ;

Aos professores do Curso de Doutorado em Fitopatologia pelos conhecimentos partilhados;

À Coordenação, professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, pelos ensinamentos e préstimos recebidos;

Ao Sr Gerson, pela valorosa disponibilidade para as viagens e Darci pelo alegre convívio;

Às amigas Andréa Maria André Gomes e Elineide Barbosa da Silveira simplesmente por existirem e serem minhas eternas amigas;

A todos os colegas do Doutorado em Fitopatologia pela boa convivência;

Ao Sr. Júlio Correia Alves, pelo apoio incondicional e irrestrito para realização deste trabalho em sua propriedade;

Ao pessoal do Laboratório de Epidemiologia de Plantas, Otacílio, Henrique, Jearbes, Gustavo, Christiana, Pollyana, Michele, Arlinda, Iraíldes, André, Carol, Domingos, Peruch, bem como à Ivanise, pela boa convivência durante este período;

Aos colegas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Dr. Pedro, Carlos, Ana e Silvana, pelo apoio, compreensão, confiança e estímulo;

E, por fim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	vi
<b>SUMÁRIO.....</b>	vii
<b>RESUMO.....</b>	ix
<b>ABSTRACT.....</b>	xi
<b>CAPÍTULO 1 – Introdução Geral.....</b>	13
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	22
<b>CAPÍTULO II – Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e práticas de cultivo.....</b>	29
<b>Resumo.....</b>	30
<b>Abstract.....</b>	31
<b>Material e Métodos.....</b>	34
<b>Resultados e Discussão.....</b>	39
<b>Agradecimentos.....</b>	45
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	45
<b>CAPÍTULO III – Epidemiologia comparativa da alternariose em cultivares de brássicas sob cultivo convencional e orgânico.....</b>	57
<b>Resumo.....</b>	58
<b>Abstract.....</b>	59
<b>Material e Métodos.....</b>	62
<b>Resultados.....</b>	64

<b>Discussão.....</b>	<b>68</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>71</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## RESUMO

O cultivo de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), couve-chinesa (*Brassica pekinnensis*) e brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) têm grande expressão econômica na região Agreste do Estado de Pernambuco. No entanto, a ocorrência de doenças foliares como a alternariose, causada por *Alternaria brassicicola*, representa grande preocupação ao sistema de produção das áreas de plantio. Neste contexto, este trabalho teve como objetivos analisar a epidemiologia da alternariose em couve-chinesa, cv. Taiby, em diferentes sistemas de cultivo (convencional, orgânico e protegido), em quatro épocas de plantio e dois sistemas de irrigação no cultivo orgânico, em três espaçamentos de plantio no cultivo convencional, bem como analisar a epidemiologia comparativa da alternariose em 22 cultivares de brássicas, sendo nove de brócolis, cinco de couve-chinesa, quatro de couve-flor e quatro de repolho, nos sistemas de produção convencional e orgânico. Foram avaliados o início do aparecimento dos sintomas (IAS) da alternariose e a severidade da doença em todas as folhas de 10 plantas por parcela. Curvas de progresso da doença foram plotadas e as epidemias comparadas em relação ao IAS, severidade máxima ( $y_{max}$ ), taxa estimada de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em todos os experimentos. Na comparação entre os três sistemas de cultivo, no orgânico foram observados os maiores valores de  $y_{max}$ , TPD e AACPD, indicando que este sistema propiciou condições mais favoráveis para a alternariose. O transplântio em outubro de 2000 foi o mais propício para a alternariose da couve-chinesa no cultivo orgânico, enquanto o realizado em julho de 2001 foi desfavorável ao desenvolvimento da doença, pois os sintomas apareceram mais tardiamente e os valores de  $y_{max}$  e TPD foram menores que nos outros períodos. No cultivo irrigado por gotejamento ocorreu menor desenvolvimento da alternariose do que no irrigado por microaspersão, representado pelos valores inferiores de  $y_{max}$ , TPD e

AACPD. Com relação ao espaçamento, na combinação 0,33 x 0,50 m foram registrados os menores valores de  $y_{\max}$  e AACPD. Todas as cultivares de brássicas avaliadas foram suscetíveis a *A. brassicicola*, embora na maioria das situações tenha sido detectada diferença significativa entre as cultivares dentro de um mesmo sistema de cultivo. Em geral, foram constatados maiores níveis de intensidade da alternariose no sistema orgânico que no convencional. As cultivares de couve-chinesa Tropical Pride e Tropical Delight, de couve-flor Arfak e de repolho Fuyutoyo e Rubro merecem destaque pelos menores níveis de alternariose apresentados nos dois sistemas de cultivo. Em todas as situações analisadas foram constatadas correlações significativas entre a severidade da alternariose e as médias da temperatura e da umidade relativa do ar nos 14 dias que antecederam a avaliação da doença.

## ABSTRACT

Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* ), cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), Chinese cabbage (*Brassica pekinnensis*) and broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) have high economic expression in the Agreste region in the State of Pernambuco, Brazil. However, the occurrence of foliar diseases such as Alternaria black spot, caused by *Alternaria brassicicola*, represent great worry in farming systems areas. Thus, this research aimed to analyze the epidemiology of Alternaria black spot on Taibyó cultivar of Chinese cabbage in different farming systems (conventional, organic and protected); at four transplant seasons and two irrigation systems under organic farming; at three transplant spacing under conventional farming; as well as analyze the comparative epidemiology of Alternaria black spot in 22 brassica cultivars being nine broccoli, five Chinese cabbage, four cauliflower and four cabbage, under conventional and organic farming systems. Evaluations of the beginning of initial symptoms (BIS) and severity of the disease on every leaf of 10 plants were made. Disease progress curves were plotted, and epidemiology were compared through by BIS, maximum disease severity ( $y_{max}$ ), disease progress rate (DPR), and the area under disease progress curves (AUDPC) in all experiments. The October 2000 transplant season was the most propitious to Alternaria black spot, while the July 2001 transplant season was unfavorable to disease development, since it took longer for the symptoms to show, and the values of  $y_{max}$  and DPR were lower than in other periods. Comparing the three farming systems, the highest values of  $y_{max}$ , DPR and AUDPC were observed in organic farming, indicating that this condition was the most favorable to Alternaria black spot. Trickle irrigation compared to the sprinkle system showed lower development of Alternaria black spot, represented by lower values of  $y_{max}$ , DPR and AUDPC. As far as spacing is concerned, the combination 0.33 x 0.50 m showed the lowest values of  $y_{max}$  and AUDPC. All brassica

cultivars evaluated were susceptible to *A. brassicicola*. In most situations, significant difference was detected among cultivars grown in the same farming system. Higher disease intensity was observed in organic farming system. Chinese cabbage (Tropical Pride and Tropical Delight), cauliflower (Arfak), and cabbage (Fuyutoyo and Rubro) had the lowest disease levels. . On all situations, significant correlations were noted among the severity of *Alternaria* black spot disease and both the highest temperature average and the relative air humidity in the 14 days prior to the disease evaluation.

# Capítulo I

---

---

## Introdução Geral

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. Brassicaceae: importância e principais espécies cultivadas

A família Brassicaceae é composta, dentre outras espécies, de *Brassica oleraceae* var. *capitata* L. (repolho), *Brassica oleraceae* var. *botrytis* L. (couve-flor), *Brassica pekinnensis* L. (couve-chinesa) e *Brassica oleraceae* var. *italica* L. (brócolis) (Maroto-Borrego, 1995).

O repolho é a olerícola mais importante da família Brassicácea devido à ampla distribuição, facilidade de produção e grande consumo, bem como por possuir alta taxa de crescimento e elevado conteúdo de nutrientes de valor alimentar (Silva Júnior, 1989). A planta, herbácea, apresenta folhas arredondadas e cerosas, havendo superposição das folhas centrais, formando uma cabeça compacta (Filgueira, 2000). Mundialmente, a área colhida com repolho em 1999 foi de 2.292.097 ha, com produção total de 49.205.018 t e produtividade média de 21,4 t/ha (FAO, 2000). No Brasil, a produção em 1996 atingiu 501.110 t, enquanto na região Nordeste foi de 45.764 t, das quais o Estado de Pernambuco contribuiu com 27,0 %, ficando em terceiro lugar entre os produtores, tendo os Estados da Bahia e Ceará como primeiro e segundo lugares, com 38,9 e 28,3%, respectivamente. Em Pernambuco, no mesmo ano, os municípios detentores das maiores produções foram Bezerros (2.520 t) e Camocim de São Félix (1.618 t) (IBGE, 1996). De acordo com dados da CEASA-PE (1997), a comercialização média mensal dessa cultura, no período de 1987 a 1997, foi de 762 t, proveniente dos municípios de Camocim de São Félix, São Joaquim do Monte e Gravatá. A tendência atual é a criação ou introdução de híbridos que apresentam larga adaptação termoclimática, possibilitando o plantio ao longo do ano, tendo a cultivar Fuyutoyo como um bom exemplo (Filgueira, 2000).

A couve-flor apresenta folhas alongadas, com limbo elítico. A parte comestível é uma inflorescência imatura, constituindo uma cabeça de coloração branca ou creme, que se

desenvolve sobre um caule curto. Atualmente, a cultivar mais plantada é Piracicaba Precoce, embora a cultivar Verona também se destaque (Filgueira, 2000). A produção brasileira em 1996 foi de 95.866 t, enquanto Pernambuco produziu 976 t (IBGE, 1996). De acordo com dados da CEASA-PE (1997), a comercialização média mensal dessa cultura, no período de 1987 a 1997, foi de 59 t, oriunda dos municípios de Garanhuns, Chã Grande, Belo Jardim e Vitória de Santo Antão.

A couve-chinesa é uma planta anual que apresenta folhas de coloração branca, espessas, com a nervura central destacada, que se fecham formando uma cabeça compacta, globular-alongada. É uma planta oriunda do Extremo Oriente, sendo cultivada na China há mais de 1.500 anos, chegando ao Japão ao final do século XIX; atualmente é cultivada em todos os continentes. Em alguns países do Extremo Oriente, é a hortaliça que contribui com maior quantidade de vitaminas na dieta alimentar. É sensível ao frio e temperaturas inferiores a 12°C induzem a floração prematura, bem como fotoperíodos longos (Maroto-Borrego, 1995). A maioria das cultivares produz melhor sob temperaturas amenas, ou seja, quando semeadas no outono-inverno. Entretanto, híbridos como Komachi estão sendo introduzidos por serem mais tolerantes ao calor (Filgueira, 2000). A produção brasileira em 1996 atingiu 265.000 t, enquanto Pernambuco atingiu 8.807 t (IBGE, 1996). De acordo com dados da CEASA-PE (1997), a comercialização média mensal dessa cultura, no período de 1987 a 1997, foi de 34 t, proveniente dos municípios de Camocim de São Félix e Chã Grande.

O brócolis é uma variedade botânica da mesma espécie e morfologicamente semelhante à couve-flor. Durante a fase vegetativa assemelha-se à couve-flor, diferenciando-se por produzir uma inflorescência central de coloração verde, compacta (tipo cabeça) ou então inflorescências laterais (tipo ramoso) que são formadas por pequenos botões florais, ainda fechados, e pedúnculos tenros (parte comestível). Há cultivares como Piracicaba, de primavera-verão, e

Flórida, de ampla adaptabilidade. A cultura do tipo cabeça vem sendo expandida com o híbrido Legacy, que pode ser plantado do final do verão até meados do inverno. O brócolis não tem a expressão econômica da couve-flor, porém é mais rica nutricionalmente e mais saborosa (Filgueira, 2000). A produção brasileira em 1996 atingiu 21.725 t, enquanto Pernambuco foi de 179 t (IBGE, 1996).

## **2. A alternariose das brássicas: epidemiologia e controle**

Várias espécies da família Brassicaceae são cultivadas e possuem importância comercial em Pernambuco e em outros Estados brasileiros. Apesar da grande adaptação às condições edafoclimáticas, as brássicas, em Pernambuco, apresentam uma baixa produtividade, atribuídas, dentre outros fatores, à ocorrência de doenças (IPA/CEAGEPE/EMATER-PE, 1997), como a alternariose. Comumente, são encontradas várias espécies sendo cultivadas numa mesma propriedade ou em áreas vizinhas (IPA/CEAGEPE/EMATER-PE, 1997) o que possibilita constante suprimento de inóculo para o desenvolvimento de epidemias de alternariose.

A alternariose é considerada a doença fúngica mais comum e destrutiva em brássicas. Quatro espécies de *Alternaria* ocorrem associadas à doença; dessas *A. brassicicola* (Schwn.) Wilt. e *A. brassicae* (Berk.) Sacc. são as espécies mais frequentes em diversos países do mundo (Verma e Saharan, 1994), e também no Brasil (Reifschneider *et al.*, 1983).

Os sintomas da alternariose podem ocorrer tanto na fase de sementeira quanto nas plantas adultas. Plântulas apresentam necrose de cotilédones e hipocótilo, podendo levar ao tombamento e morte, principalmente quando a infecção for sistêmica via sementes (Zambolim *et al.*, 2000). Quando as plântulas sobrevivem, apresentam nanismo ou enfezamento (Maringoni, 1997). Em plantas adultas, os sintomas iniciais ocorrem nas folhas mais externas e, posteriormente, em todas as folhas. As lesões causadas por *A. brassicae* são marrom-oliváceas, inicialmente pequenas,

arredondadas, aumentando o diâmetro até atingirem 2 cm, apresentando anéis concêntricos e halo clorótico. Estas lesões podem ainda coalescer e em ataques mais severos, verificando-se o amarelecimento e secamento das folhas. As lesões causadas por *A. brassicicola* são menores e mais escuras. Sobre as lesões da alternariose encontra-se uma massa pulverulenta escura formada por conídios e conidióforos dos fungos. As sementes infectadas, quando jovens, são destruídas ou ficam chochas, enquanto as sementes maduras ao serem infestadas e/ou infectadas contém o micélio dormente (Maringoni, 1997).

As principais fontes de inóculo da alternariose são sementes contaminadas, restos de cultura infectados, plantas daninhas e hospedeiras espontâneas (Maringoni, 1997), além da vasta gama de hospedeiras com sintomas (Tokeshi e Salgado, 1980). A disseminação ocorre principalmente pelas sementes, mudas infectadas e pelo vento (Tokeshi e Salgado, 1980; Maringoni, 1997). O conídio germina em presença de água e a penetração, em geral, ocorre diretamente, através da cutícula intacta, embora *A. brassicae* também possa penetrar pelos estômatos (Verma e Saharan, 1994).

As epidemias de alternariose, causadas por ambos os patógenos *A. brassicicola* e *A. brassicae*, ocorrem sob condições de umidade relativa superior a 87% (Humpherson-Jones e Phelps, 1989). O processo de infecção é iniciado se existe 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 e Hocart, 1983). *Alternaria brassicicola* causa infecção a 25°C e produz esporos na faixa de temperatura entre 20 a 30°C, enquanto *A. brassicae* causa infecção a 15°C e requer temperaturas entre 18 a 24°C para esporulação (Humpherson-Jones e Hocart, 1983; Humpherson-Jones e Phelps, 1989). Em temperaturas ótimas para a esporulação, ambas as espécies produzem conídios dentro de 12 a 14 horas (Humpherson-

Jones e Phelps, 1989). Para *A. brassicicola*, a liberação de conídios é estimulada por uma queda na umidade relativa, sendo inibida por umidade relativa alta constante, resultando em um ciclo diário de concentração de esporos no ar, mínima no início da manhã e máxima no início da tarde (Humpherson-Jones e Maude, 1982).

O controle da alternariose praticado pelos produtores baseia-se, principalmente, na utilização de sementes de alta qualidade, tratadas com fungicidas como thiram, pentacloronitrobenzeno ou iprodione. Sementes sadias podem ser produzidas em plantas pulverizadas na parte aérea com fungicidas como chlorothalonil, iprodione ou mancozeb, em diferentes concentrações e frequências de aplicações são eficientes (Azevêdo *et al.*, 2000). Também o tratamento térmico de sementes à 50°C por 30min, a eliminação dos restos de culturas infectados e a rotação de culturas durante dois a três anos são medidas eficientes (Silva Júnior, 1989; Verma e Saharam, 1994; IPA/CEAGEPE/EMATER-PE, 1997; Maringoni, 1997).

### **3. Comparação de epidemias: curvas de progresso**

A curva de progresso da doença expressa pela plotagem da proporção de doença versus tempo, constitui uma representação temporal de uma epidemia. Através da curva de progresso, interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente podem ser caracterizadas, estratégias de controle avaliadas, níveis futuros de doença previstos e simuladores verificados. Curvas de progresso podem ser construídas para qualquer patossistema. Independentemente da situação considerada, as variáveis mais importantes da curva de progresso da doença, tais como, época do início da epidemia (IAS), quantidade máxima da doença ( $y_{max}$ ), taxa de progresso da doença (TPD) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), podem ser caracterizadas (Bergamin Filho, 1995).

Inexistem estudos comparando epidemias de doenças foliares em cultivos tropicais sob diferentes sistemas de produção. A comparação de epidemias é um instrumento de pesquisa que, além de indicar semelhanças e diferenças existentes entre epidemias, permite definir princípios gerais para os fenômenos epidemiológicos, servindo para aferir hipóteses e teorias, sustentando-as ou refutando-as, em função dos resultados obtidos (Kranz, 1988).

#### **4. Controle de doenças e sistemas de cultivo**

A resistência é considerada uma das melhores alternativas no controle de doenças de plantas devido a facilidade de emprego, economicidade e menor impacto ambiental. Por estes motivos, a resistência tem sido estudada em diversos níveis, destacando-se o molecular e o epidemiológico. Este último tem sentido mais prático, pois permite diferenciar as cultivares quanto a suscetibilidade nas diversas fases de desenvolvimento das epidemias, pela comparação dos componentes epidemiológicos IAS,  $y_{max}$ , TPD e AACPD (Parlevliet, 1979; Chakraborty *et al.*, 1990; Habtu e Zadoks, 1995).

O controle cultural deve se basear, preferencialmente, em práticas que propiciem o escape da cultura ao ataque do patógeno e evitar condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, o crescimento da planta com menor suscetibilidade ao patógeno e às mudanças do ambiente, tornando-o desfavorável ao ataque do patógeno e desenvolvimento da doença (Palti, 1981; Rush *et al.*, 1997). Dentre as práticas culturais com potencial de utilização no controle de doenças, merecem destaque escolha da época de plantio, utilização de densidade de plantio adequada e seleção do sistema de irrigação. A escolha da época de plantio visa reduzir o período no qual a planta hospedeira está mais suscetível ao patógeno, permitindo escape à doença (Palti 1981). A densidade de plantas é um fator que influencia a taxa de progresso da doença, pois em altas densidades de plantio aumenta a possibilidade da disseminação da doença entre plantas, além

disso o adensamento pode induzir a maturação da cultura, aumentando a suscetibilidade a vários patógenos (Palti, 1981; Burdon 1987). Em vários estudos têm sido constatada a influência da irrigação na intensidade de doenças foliares. Na maioria das vezes, a irrigação por aspersão aumenta a severidade das doenças devido ao aumento do período de molhamento e da umidade do ar na copa, afetando a produção de esporos nos corpos de frutificação na planta, como também pelo aumento da dispersão do inóculo por respingos. Por outro lado, na irrigação por gotejamento as folhas não são molhadas diretamente, sendo reduzido o período de molhamento foliar, o que resulta no menor desenvolvimento de patógenos com afinidade por água livre, além de não propiciar disseminação do inóculo por respingos (Rotem e Palti, 1969; Palti, 1981; Palti e Shoham, 1983; Lomas, 1991).

O sistema de produção convencional é o mais adotado atualmente, baseando-se, dentre outros fatores, no uso intensivo de fertilizantes inorgânicos e de produtos químicos para controle de doenças e pragas. O termo agricultura orgânica é empregado para designar modelos não convencionais de agricultura que adotam certos princípios básicos de manejo dos recursos naturais, do solo, da nutrição vegetal e da proteção das plantas (Penteado, 2000), que emergem como alternativa para equilibrar os exageros da agricultura química (Harkaly, 1998). A agricultura orgânica tem-se destacado como uma das atividades que mais se desenvolve em todo o mundo, visto que a produção orgânica de alimentos cresce a uma taxa anual de 10% no Brasil, 20% nos Estados Unidos e 25% na Europa (Souza, 1998). De acordo com levantamentos realizados em diferentes organizações de agricultura orgânica (Saminêz, 1999), em 1999 existia cerca de 10.000 produtores certificados em diferentes países, sendo 4.000 na Europa, 4.000 nos EUA e 2.000 nos demais países. No Brasil, estima-se cerca de 1.800 produtores organizados em associações, cooperativas ou trabalhando isoladamente. A agricultura orgânica favorece maior independência dos agricultores quanto aos fatores de produção, além de conferir aos mesmos

uma estabilidade financeira pela diversificação da produção, deixando-os menos vulneráveis às variações de preços de mercado e mais competitivos (Costa e Campanhola 1997).

O desenvolvimento de sistemas orgânicos de produção, alternativos à utilização intensiva de pesticidas, insumos inorgânicos e práticas com baixa sustentabilidade, vem despertando cada vez mais interesse no cenário agrícola mundial. No entanto, existe pouco conhecimento institucionalizado sobre esses sistemas, incluindo os aspectos relacionados às doenças de plantas (Van Bruggen, 2001). Como exemplo, o cultivo orgânico de espécies depende muito da resistência das cultivares às doenças para obtenção de melhores produtividades. No entanto, o melhoramento genético que vem sendo realizado, há anos, no mundo inteiro, não tem priorizado a geração de materiais com maior rusticidade e resistência a patógenos nesse sistema de cultivo (Souza, 1998).

O cultivo protegido caracteriza-se por favorecer a potencialidade produtiva e econômica da cultura, protegendo-a de alguns fatores adversos, que possam ser limitantes ao pleno desenvolvimento (Martins, 2000). Maior precocidade, maior tempo de colheita, maior produtividade e melhor qualidade das hortaliças em sistemas protegidos são, basicamente, as vantagens comparativas deste sistema em relação ao convencional. Essas características técnicas, aliadas a outras de segurança, tais como proteção contra granizo, geadas, chuvas e vento, fazem com que o cultivo protegido esteja aumentando no país (Zambolim *et al.*, 2000). Algumas doenças em cultivo protegido têm apresentado padrão epidemiológico diferente do cultivo convencional (Vida *et al.*, 1998). Normalmente, o interior da estufa é mais quente que o ambiente externo (Araújo e Castelani, 1991), desta forma, as doenças em cultivos protegidos tendem a tornar-se mais severas em função de uma maior população de plantas, em comparação aos cultivos convencionais. Em cultivos muito adensados, como acontece nas estufas, o ambiente torna-se muito mais favorável à disseminação e infecção por fitopatógenos da parte aérea das

plantas, pois o número de horas em que a superfície foliar permanece molhada é maior (Zambolim *et al.*, 2000).

## **5. Justificativa e objetivos do trabalho**

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). Nesse sentido, cultivares resistentes e algumas práticas culturais têm grande potencial de utilização no manejo da alternariose das brássicas, principalmente em sistemas de produção que não permitam a utilização do controle químico, como o cultivo orgânico.

Poucos estudos têm sido realizados mundialmente sobre a influência de sistemas de cultivo e práticas culturais na intensidade da alternariose em brássicas, apesar da importância para manejo da doença (Palti, 1981; Rotem, 1994; Verma e Saharan, 1994). Além disso, inexistem estudos brasileiros sobre doenças das brássicas em cultivo orgânico, bem como sobre a epidemiologia da alternariose em brócolis, couve-chinesa e couve-flor. As poucas informações existentes em relação à epidemiologia da alternariose no Brasil foram determinadas em repolho, durante as safras 1997 e 1998, em Pernambuco (Azevêdo *et al.*, 2002), havendo necessidade de aprofundar a investigação em diferentes sistemas de produção, épocas de cultivo e práticas culturais, para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo integrado da doença.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos analisar a epidemiologia da alternariose em couve-chinesa em diferentes sistemas de cultivo (convencional, orgânico e protegido), épocas de transplântio e sistemas de irrigação no cultivo orgânico, e espaçamentos de transplântio no sistema convencional, bem como em cultivares de brócolis, couve-chinesa, couve-flor e repolho, nos sistemas de produção convencional e orgânico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. A. C.; CASTELLANI, P. D. (Eds.). **Plasticultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 186 p.

AZEVEDO, S. S.; MARIANO, R. L. R.; MICHEREFF, S. J. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 17-26, 2002.

AZEVEDO, S. S.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R. 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.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1. p. 602-626.

BURDON, J. J. **Diseases and plant population biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 208 p.

CEASA-PE. **Calendário de comercialização e outras informações de hortigranjeiros CEASA-PE**. Recife: Secretaria de Agricultura, 1997. 8 p.

CHAKRABORTY, S.; PETTITT, A. N.; BOLAND, R. M.; CAMERON, D. F. Field evaluation of quantitative resistance to anthracnose in *Stylosanthes scabra*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 80, n. 1, p. 1147-1154, 1990.

COSTA, M. B. B.; CAMPANHOLA, C. **A agricultura alternativa no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997. 63 p. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 7).

FAO. **FAOSFAT** - Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Centre, 2000. Disponível em: <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl>. Acesso em: 02 jan. 2000.

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

HABTU, A.; ZADOKS, J. C. Components of partial resistance in phaseolus beans against an Ethiopian isolate of bean rust. **Euphytica**, Dordrecht, v. 83, p. 95-102, 1995.

HARKALY, A. Perspectivas da agricultura orgânica no mercado internacional. In: SOUZA, J. L.; CARMO, C. A. S. (Coord.). **Encontro nacional sobre produção orgânica de hortaliças - Palestras e trabalhos técnicos**. Vitória: EMCAPA, 1998. p. 57-66.

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.

IBGE. **SIDRA 96 - Sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1996. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2001.

IPA/CEAGEPE/EMATER-PE. **Sistema integrado de produção de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) para o Estado de Pernambuco**. Vitória de Santo Antão: IPA, 1997. 41 p. (Sistema Integrado de Produção, 5).

KRANZ, J. The methodology of comparative epidemiology. In: KRANZ, J.; ROTEM, J., (Eds.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p. 279-290.

LOMAS, J. Sprinkler irrigation and plant disease under semi-arid climatic conditions. **EPPO Bulletin**, Paris, v. 21, n. 4, p. 365-370, 1991.

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas (brócolis, couve, couve-chinesa, couve-flor, rabanete, repolho e rúcula). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.) **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. p.315-324.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. p. 135-153

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

PALTI, J. Cultural practices and infectious crop diseases. Berlin: Springer-Verlag, 1981. 243 p.

PALTI, J.; SHOHAM, H. Trickle irrigation and crop disease management. **Plant Disease**, St. Paul, v. 67, n. 6, p. 703-705, 1983.

PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 203-222, 1979.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.

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

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

ROTEM, J.; PALTÍ, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 7, p. 267-288, 1969.

RUSH, C. H.; HARVESON, R. M.; PICCINNI, G. Agronomic measures. In: RECHCIGL, N.A.; RECHCIGL, J.E. (Eds.) **Environmentally safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1997. p. 243-282.

SAMINÊZ, T. C. O. Produção orgânica de alimentos. **Horticultura Brasileira**, Brasileira, v. 17, n. 3, contracapa, 1999.

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

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998. 176 p.

TOKESHI, H.; SALGADO, H. Doenças das crucíferas (brócolis, couve-flor, rabanete e repolho). In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2. p. 236-250.

VAN BRUGGEN, A. Switching over to organic farming systems: consequences for plant pathological research. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 145, 2001.

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

VIDA, J. B.; KUROZAWA, C.; ESTRADA, K. R. F.; SANTOS, H. S. Manejo fitossanitário em cultivo protegido. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Eds.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 53-104.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; LOPES, C. A.; VALE, F. X. R. 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**

---

---

### **Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e práticas de cultivo**

## **Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e práticas de cultivo**

Viviane J.L.B. Rodrigues<sup>1</sup>, Sami J. Michereff<sup>2\*</sup>, Andréa M.A. Gomes<sup>2</sup>, Otacílio M. Rocha Jr.<sup>2</sup>, Júlio C.P. Mesquita<sup>3</sup>, Dimas Menezes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Delegacia Federal de Agricultura de Pernambuco, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 50630-060, Recife-PE, Brasil. E-mail: vivianej@agricultura.gov.br

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Área de Fitossanidade e <sup>3</sup>Área de Fitotecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: sami@ufrpe.br

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsista da CAPES.

\*Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

Aceito para publicação em:

---

### **RESUMO**

Rodrigues, V.J.L.B.; Michereff, S.J.; Gomes, A.M.A., Rocha Jr., O.M.; Mesquita, J.C.P.; Menezes, D. Epidemiologia da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas e práticas de cultivo. *Summa Phytopathologica*

A alternariose, causada por *Alternaria brassicicola*, tem grande importância para as áreas produtoras de couve-chinesa no Estado de Pernambuco. Foi investigada a epidemiologia da alternariose em couve-chinesa nos sistemas de cultivo convencional, orgânico e protegido, em quatro épocas de transplante e dois sistemas de irrigação no cultivo orgânico, bem como em três espaçamentos de plantio no cultivo convencional. Foram avaliados o início do aparecimento dos sintomas (IAS) da alternariose e a severidade da doença em todas as folhas

de 10 plantas por parcela. Curvas de progresso da doença foram plotadas e as epidemias comparadas em relação ao IAS, severidade máxima ( $y_{max}$ ), taxa estimada de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em todos os experimentos. O transplante em outubro de 2000 foi o mais propício para a alternariose, enquanto o realizado em julho de 2001 foi desfavorável para o desenvolvimento da doença, pois os sintomas apareceram mais tardiamente e os valores de  $y_{max}$  e TPD foram menores que nos outros períodos. Na comparação entre os três sistemas de cultivo, no orgânico foram observados os maiores valores de  $y_{max}$ , TPD e AACPD, indicando ter propiciado condições mais favoráveis para a alternariose. No cultivo irrigado por gotejamento ocorreu menor desenvolvimento da alternariose que no irrigado por microaspersão, representado pelos valores inferiores de  $y_{max}$ , TPD e AACPD. Com relação ao espaçamento, na combinação 0,33 x 0,50 m foram registrados os menores valores de  $y_{max}$  e AACPD.

Palavras-chave adicionais: *Brassica pekinnensis*, *Alternaria brassicicola*, cultivo convencional, orgânico, ambiente protegido, época de transplante, irrigação, espaçamento.

---

#### ABSTRACT

Rodrigues, V.J.L.B.; Michereff, S.J.; Gomes, A.M.A., Rocha Jr., O.M.; Mesquita, J.C.P.; Menezes, D. Epidemiology of *Alternaria* black spot on Chinese cabbage under different farming systems and cultural practices. *Summa Phytopathologica*

The *Alternaria* black spot caused by *Alternaria brassicicola* has great importance to producing areas of Chinese cabbage in the State of Pernambuco, Brazil. The development of *Alternaria* black spot on this brassica was investigated under the conventional, organic and protected farming systems, in four transplant seasons and two irrigation systems under organic farming, and in three transplant spacing (0.30 x 0.30 m, 0.33 x 0.33 m and 0.33 x 0.50 m) under conventional farming. Evaluations of the beginning of initial symptoms (BIS) and

severity of the disease on every leaf of 10 plants were made. Disease progress curves were plotted, and were compared through BIS, maximum disease severity ( $y_{\max}$ ), disease progress rate (DPR), and area under disease progress curves (AUDPC) in all experiments. The October 2000 transplant season was the most propitious to *Alternaria* black spot, while the July 2001 transplant season was unfavorable to disease development, since the symptoms showed up more lately and  $y_{\max}$  and DPR were lower than in other periods. Comparing the three farming systems, the highest values of  $y_{\max}$ , DPR and AUDPC were observed in organic farming, indicating that this condition was the most favorable to disease. In trickle irrigation system occurred less development of *Alternaria* black spot than in sprinkle system, according to lower values of  $y_{\max}$ , DPR and AUDPC. In relation to spacing, the combination 0.33 x 0.50 m showed the lowest values of  $y_{\max}$  and AUDPC.

Additional keywords: *Brassica pekinnensis*, *Alternaria brassicicola*, conventional, organic, protected farming systems, transplant time, irrigation, transplant spacing.

---

Na região Agreste do Estado de Pernambuco, a couve-chinesa (*Brassica pekinnensis* L.) é intensamente cultivada sob sistema convencional e em menor escala nos sistemas orgânico e de ambiente protegido. Apesar de sua boa adaptação às condições edafo-climáticas predominantes na região, inúmeros fatores têm contribuído para a queda da produtividade dessa brássica, destacando-se a ocorrência de doenças foliares como a alternariose, e de doenças radiculares.

A alternariose, causada por *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. e *A. brassicicola* (Schwn.) Wilt., é considerada mundialmente a doença mais comum e destrutiva da couve-chinesa (19). Os seus sintomas podem ser verificados tanto na fase de sementeira quanto nas plantas adultas. As plântulas apresentam necrose de cotilédones e hipocótilo, podendo levar ao tombamento e morte. Em plantas adultas, os sintomas iniciais ocorrem nas folhas mais

externas e, posteriormente, nas demais. As sementes infectadas, antes da maturação, são destruídas ou ficam chochas, enquanto as sementes maduras podem ser infestadas e infectadas, contendo o micélio dormente do fungo (11). As principais fontes de inóculo da alternariose são sementes contaminadas, restos de cultura infectados, plantas daninhas e hospedeiras espontâneas, além da vasta gama de hospedeiras cultivadas com sintomas. A disseminação ocorre principalmente pelas sementes, respingos de chuva, mudas infectadas e pelo vento (11, 19). O controle da alternariose baseia-se, principalmente, na utilização de sementes de alta qualidade, tratamento por termoterapia a 50°C por 30min ou químico com thiram, PCNB e iprodione, eliminação dos restos de culturas infectados e rotação de culturas durante dois a três anos (11).

O desenvolvimento de sistemas orgânicos de produção, alternativos à utilização intensiva de pesticidas, insumos inorgânicos e práticas com baixa sustentabilidade, vêm despertando cada vez mais interesse no cenário agrícola mundial, embora exista pouco conhecimento institucional sobre esses sistemas, incluindo os aspectos relacionados às doenças de plantas (18). Nesse contexto, apesar do cultivo orgânico de couve-chinesa estar em franca expansão em Pernambuco, existe grande deficiência de informações sobre o manejo de doenças nesse sistema de produção.

Considerando as limitações impostas pelo sistema de produção orgânico, o controle cultural de doenças tem grande potencial de utilização, principalmente se baseado em práticas que propiciem o escape da cultura ao ataque do patógeno e às condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, o crescimento da planta com menor suscetibilidade ao patógeno e mudanças no ambiente tornando-o desfavorável ao ataque do patógeno e ao desenvolvimento da doença (12, 16). Apesar da importância, poucos estudos têm sido realizados sobre a influência de sistemas de cultivo e práticas culturais na intensidade da alternariose em brássicas (12, 14, 19).

Os objetivos deste trabalho foram estudar a epidemiologia da alternariose em couve-chinesa em diferentes sistemas de cultivo (convencional, orgânico e protegido), épocas de transplântio e sistemas de irrigação no cultivo orgânico, e espaçamentos de plantio no sistema convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados em duas áreas de produção de couve-chinesa, distanciadas de 1,5 km entre si, localizadas no município de Chã Grande (8° 15' 28,0'' S; 35° 29' 57,6'' W; altitude: 500 m), Agreste de Pernambuco. As áreas foram anteriormente cultivadas com brássicas, existindo na época de implantação das parcelas experimentais, plantas de brássicas e restos culturais infectados próximos às áreas de plantio, constituindo fonte de inóculo para as epidemias desenvolvidas naturalmente. Em todos os experimentos foram utilizadas mudas de couve-chinesa, cv. Taiby, com 21 dias de idade, produzidas fora da propriedade, em bandejas de poliestireno expandido contendo substrato de húmus de minhoca + Plantmax®.

Para verificação da espécie predominante de *Alternaria* causadora da alternariose, em todos os experimentos, foram efetuadas coletas de folhas com sintomas. Em laboratório, fragmentos de lesões foram retirados das folhas e mantidos em câmara úmida por 72 horas. Posteriormente, foram preparadas lâminas e observadas ao microscópio ótico, sendo efetuadas as identificações (4).

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar, bem como precipitação pluvial total foram obtidos diariamente em estação meteorológica situada no máximo a 2,0 km das áreas de plantio e estão apresentados no Quadro 2.

### **Progresso da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas de cultivo**

O experimento foi realizado em áreas de produção orgânica e convencional, no período de novembro a dezembro de 2001. Foram efetuados cultivos de couve-chinesa nos sistemas orgânico, convencional e protegido, sendo estabelecido em cada um destes quatro parcelas, cada uma com 150 plantas que foram distribuídas em três fileiras de 50 plantas, com espaçamento de 0,33 m entre plantas e entre fileiras.

No sistema de cultivo orgânico, as mudas foram transplantadas para canteiros que haviam recebido adubação de fundação com fosfato natural na dosagem de 1 kg/m<sup>2</sup> e composto orgânico, na dosagem de 10 kg/m<sup>2</sup>, constituído de esterco bovino curtido, palhada e restos de colheita; a adubação de cobertura foi efetuada com torta de mamona, na dosagem 0,5 kg/m<sup>2</sup>. No sistema de cultivo convencional, as mudas foram transplantadas para canteiros que haviam recebido adubação de fundação com 500 kg/ha de NPK (06-24-12) e esterco bovino curtido, na dosagem 10 kg/m<sup>2</sup> de canteiro; a adubação de cobertura foi efetuada com 0,5 kg/m<sup>2</sup> de NPK (20-10-20). No sistema de cultivo protegido, as mudas foram transplantadas para canteiros confeccionados dentro de estufa com cobertura plástica, tipo capela, localizada na área de plantio convencional. Os canteiros receberam adubação conforme o plantio convencional. Durante todo o ciclo da cultura, nos diferentes sistemas, a irrigação foi realizada por gotejamento e os demais tratos culturais efetuados conforme os procedimentos preconizados na propriedade. Nos sistemas convencional e protegido não foram efetuadas aplicações de fungicidas em virtude de terem sido consideradas desnecessárias pelos procedimentos adotados na propriedade. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma parcela.

O início do aparecimento dos sintomas e a severidade da alternariose em todas as folhas de 10 plantas por parcela foram avaliados, semanalmente, até 35 dias após o transplântio (DAT). A severidade foi estimada com o auxílio de escala diagramática (3).

Curvas de progresso da doença foram plotadas, utilizando-se os valores de severidade no tempo. Os dados de severidade da doença em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ] (2), foram ajustados ao modelo de regressão linear simples, tendo tempo (DAT) como variável independente. A transformação logística foi executada porque propiciou o melhor ajuste dos dados de progresso na maioria das situações. A taxa de progresso da doença (TPD) foi estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão. Adicionalmente, com os dados da severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença padronizada (AACPD) (2). Considerando as curvas de progresso, as epidemias foram comparadas em relação ao início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima da doença ( $y_{\max}$ ), taxa estimada de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

### **Progresso da alternariose da couve-chinesa no cultivo orgânico em diferentes épocas de transplântio**

O experimento foi realizado na área de produção orgânica, sendo testadas quatro épocas de transplântio das mudas: outubro de 2000, março de 2001, julho de 2001 e fevereiro de 2002. As mudas foram transplantadas para canteiros que haviam recebido adubação de fundação com fosfato natural na dosagem de  $1 \text{ kg/m}^2$  e composto na dosagem de  $10 \text{ kg/m}^2$ , constituído de palhada, resíduo de colheita e esterco bovino curtido, produzido na propriedade. Em cada época, foram estabelecidas quatro parcelas com 210 plantas por parcela, distribuídas em três fileiras de 70 plantas, com espaçamento de 0,33 m entre plantas e entre fileiras. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições,

sendo cada repetição constituída de uma parcela. Durante todo o ciclo da cultura a irrigação foi realizada por gotejamento e os demais tratos culturais efetuados conforme os procedimentos preconizados na propriedade. A adubação de cobertura foi efetuada com torta de mamona, na dosagem  $0,5 \text{ kg/m}^2$ .

O início do aparecimento dos sintomas e a severidade da alternariose em todas as folhas de 10 plantas marcadas por parcela foram avaliados, semanalmente, até 53 DAT. Foram plotadas curvas de progresso da doença e as epidemias foram comparadas pelo IAS,  $y_{\max}$ , TPD e AACPD. Os dados foram submetidos à análise de variância e a separação de médias efetuada pelo teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%. Foi efetuada a análise de correlação Pearson ( $P=0,05$ ) da severidade da doença com as variáveis ambientais, considerando intervalos de sete e 14 dias antes da avaliação da doença.

### **Influência do sistema de irrigação no progresso da alternariose da couve-chinesa em cultivo orgânico**

O experimento foi realizado na área de produção orgânica, no período de janeiro a março de 2001. As mudas foram transplantadas para canteiros que haviam recebido adubação de fundação com fosfato natural na dosagem de  $1 \text{ kg/m}^2$  e esterco bovino curtido, na dosagem de  $10 \text{ kg/m}^2$ . Foram estabelecidas oito parcelas com 210 plantas por parcela, distribuídas em três fileiras de 70 plantas, com espaçamento de 0,33 m entre plantas e entre fileiras. Foram testados dois sistemas de irrigação: (a) gotejamento: três linhas laterais de gotejadores de fluxo turbulento por canteiro, espaçados de 0,33 m e com vazão de 1,5 L/h; (b) microaspersão: aspersores instalados a 0,30 m acima da superfície do solo, distanciados de 3,0 m, com fornecimento de 43 L/h e sobreposição da superfície irrigada de 20%. Nos dois sistemas, as irrigações foram diárias, com duração de 60 min, distribuídos em dois turnos de 30 min.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com dois tratamentos representados pelos sistemas de irrigação, e quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma parcela com 210 plantas. Os tratos culturais foram efetuados conforme os procedimentos preconizados na propriedade, sendo realizada adubação de cobertura com torta de mamona, na dosagem  $0,5 \text{ kg/m}^2$ .

O início do aparecimento dos sintomas e a severidade da doença foram avaliados, semanalmente, até 43 DAT. Foram plotadas curvas de progresso da doença e as epidemias comparadas pelo IAS,  $y_{\max}$ , TPD e AACPD. Os dados foram comparados pelo teste  $t$  para amostras independentes, ao nível de 5% de probabilidade.

### **Influência do espaçamento de plantio da couve-chinesa no progresso da alternariose em cultivo convencional**

O experimento foi realizado na área de produção convencional, no período de outubro a dezembro de 2000. As mudas foram transplantadas para canteiros que haviam recebido adubação de fundação com 500 kg/ha de NPK (06-24-12) e esterco bovino curtido, na dosagem  $10 \text{ kg/m}^2$  de canteiro.

As mudas foram transplantadas para parcelas compostas de três fileiras de 70 plantas, sendo os tratamentos constituídos de três combinações de espaçamento entre plantas x fileiras:  $0,30 \times 0,30 \text{ m}$ ;  $0,33 \times 0,33 \text{ m}$  e  $0,33 \times 0,50 \text{ m}$ . O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três tratamentos representados pelas combinações de espaçamento de plantio, e quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma parcela com 210 plantas. Durante todo o ciclo da cultura a irrigação foi realizada por gotejamento e os demais tratos culturais efetuados conforme os procedimentos preconizados na propriedade, sendo realizada adubação de cobertura com  $0,5 \text{ kg/m}^2$  de NPK (20-10-20). Não foram realizadas aplicações

de fungicidas em virtude de terem sido consideradas desnecessárias pelos procedimentos adotados na propriedade.

O início do aparecimento dos sintomas e a severidade da doença foram avaliados, semanalmente, até 53 DAT. Foram plotadas curvas de progresso da doença e as epidemias foram comparadas pelo IAS,  $y_{\max}$ , TPD e AACPD. Os dados foram submetidos à análise de variância e a separação das médias efetuada pelo teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A única espécie de *Alternaria* detectada nas amostras de folhas de couve-chinesa coletadas nas áreas de plantio foi *A. brassicicola*, provavelmente, devido às condições de temperatura, uma vez que essa espécie predomina em brássicas em temperaturas próximas a 25°C, enquanto *A. brassicae* é adaptada a climas mais amenos, requerendo temperaturas em torno de 15°C para causar infecção (6).

### **Progresso da alternariose da couve-chinesa em diferentes sistemas de cultivo**

As curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa, nos sistemas de cultivo convencional, orgânico e protegido, encontram-se representadas na Figura 1. Não foram constatadas diferenças entre os sistemas de cultivo convencional e protegido em relação ao IAS,  $y_{\max}$ , TPD e AACPD (Quadro 1). No cultivo orgânico foram observados os maiores valores de  $y_{\max}$ , TPD e AACPD, indicando ter propiciado condições mais favoráveis para o desenvolvimento da alternariose, embora o tempo de início do aparecimento dos sintomas não tenha diferido do registrado no cultivo convencional.

A similaridade entre a epidemiologia da alternariose da couve-chinesa nos sistemas de cultivo convencional e protegido diverge de alguns autores que relataram a existência de doenças com padrões epidemiológicos diferentes nos dois sistemas (7, 20). As doenças em cultivos protegidos tendem a tornar-se mais severas quando utilizada uma maior população de plantas que nos cultivos convencionais, o que não ocorreu no presente estudo, pois em cultivos muito adensados o ambiente torna-se muito mais favorável à disseminação e infecção de patógenos aéreos, devido ao maior número de horas em que a superfície foliar permanece molhada (21).

A maior severidade da alternariose no plantio orgânico pode estar associada ao estresse nutricional a que as plantas foram submetidas, tendo em vista que a cultivar Taiby, utilizada neste estudo, foi selecionada originalmente para produção em sistema convencional, onde são utilizados principalmente fertilizantes minerais solúveis com imediata disponibilidade de nutrientes para as plantas, diferentemente do que não acontece no sistema orgânico, onde os fertilizantes orgânicos apresentam lenta liberação de nutrientes para absorção vegetal (9).

### **Progresso da alternariose da couve-chinesa no cultivo orgânico em diferentes épocas de transplântio**

Verifica-se que nas curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa, representadas na Figura 2, ocorreram aclives acentuados nas diferentes épocas de transplântio. No transplântio de outubro 2000, o aclave aconteceu a partir dos 32 DAT, no de março de 2001 a partir de 39 DAT, enquanto nos transplântios de julho de 2001 e fevereiro de 2002 a partir de 46 DAT. O aumento acentuado da severidade da alternariose a partir de 30 DAT, como observado na maioria dos ciclos de cultivo, pode estar associado ao aumento na

suscetibilidade das plantas de couve-chinesa com a idade (14), principalmente quando se aproximam da maturação (19).

Como se verifica no Quadro 2, durante o ciclo de cultivo iniciado em outubro de 2000, a temperatura do ar atingiu valores mais elevados do que os observados nos demais períodos, bem como reduzida precipitação pluviométrica. Por outro lado, durante o ciclo de cultivo iniciado em julho de 2001, foram registrados os menores valores de temperatura e os maiores valores de umidade relativa e precipitação pluviométrica, sendo esta última elevadíssima comparada aos outros períodos.

Foram constatadas diferenças significativas entre as épocas de transplântio em relação ao início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Quadro 2). Os sintomas da doença apareceram mais cedo no transplântio de fevereiro de 2002, no entanto, os maiores valores de  $y_{\max}$  e AACPD foram registrados no transplântio de outubro de 2000, que não diferiu do plantio de março de 2001 em relação a TPD. Portanto, entende-se que o transplântio em outubro de 2000 foi o mais favorável para o desenvolvimento da alternariose, enquanto o transplântio em julho de 2001 foi o mais desfavorável, para o desenvolvimento da doença, pois, para este último, os primeiros sintomas apareceram mais tardiamente e os valores de  $y_{\max}$  e TPD foram menores que os registrados nos outros períodos, embora a AACPD não tenha diferido significativamente do transplântio de fevereiro de 2002. Em todas as épocas de transplântio foram constatadas correlações positivas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a severidade da alternariose e as médias da temperatura ( $r \geq 0,88$ ) nos 14 dias que antecederam a avaliação da doença, enquanto a temperatura nos sete dias antes das avaliações correlacionou-se ( $P \leq 0,05$ ) com a severidade somente no transplântio de julho de 2001. Não foram constatadas correlações significativas da severidade da alternariose com a umidade relativa média e a precipitação pluviométrica nos sete e 14 dias antes da avaliação.

A época de transplântio influenciou o início dos sintomas e a intensidade da alternariose em couve-chinesa cultivada no sistema orgânico, confirmando as observações de PALTI (12) sobre a importância de selecionar épocas de plantio para reduzir ao mínimo o período de exposição da planta hospedeira às condições ideais para o início e o progresso das doenças. O transplântio realizado em julho de 2001 funcionou como uma efetiva medida de escape à doença, determinada pela temperatura do ar durante o ciclo de cultivo, que atingiu uma média (23,1°C), bem inferior às registradas nos outros períodos. O início do aparecimento dos sintomas tem relação direta com o sucesso no processo de infecção, que é muito influenciado pelas condições ambientais. No caso da infecção de brássicas por *A. brassicicola*, as temperaturas ideais situam-se entre 25 e 31°C, associadas com 5 a 8 horas de molhamento foliar (6). Portanto, as temperaturas predominantes durante o ciclo de cultivo iniciado em julho de 2001 foram subótimas para a infecção por *A. brassicicola*, bem como para a produção de esporos e desenvolvimento da doença, consideradas ideais acima de 27°C (6).

A umidade relativa do ar e a precipitação total não influenciaram no início dos sintomas e no progresso da alternariose na couve-chinesa, embora elevada umidade e chuva, na maioria das vezes, estejam correlacionadas com aumento na severidade da alternariose em brássicas (19), uma vez que a chuva favorece as epidemias ao proporcionar água livre nas folhas, diminuir a quantidade de radiação nociva e contribuir para a dispersão dos esporos (14).

A escolha da época de plantio é influenciada por fatores biológicos, ambientais e econômicos (17). No caso do cultivo da couve-chinesa no sistema orgânico, no Agreste de Pernambuco, o transplântio em julho não tem limitações relacionadas a esses fatores, tendo em vista que as plantas se desenvolvem com pleno vigor e o produto tem comercialização assegurada e com excelente remuneração.

### **Influência do sistema de irrigação no progresso da alternariose da couve-chinesa em cultivo orgânico**

As curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa em cultivo orgânico, sob os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento, encontram-se representadas na Figura 3. No cultivo em que as plantas foram irrigadas por gotejamento, os sintomas da alternariose iniciaram-se mais tardiamente, verificando-se também nesse sistema os menores valores de  $y_{max}$ , TPD e AACPD (Quadro 3), constatando-se assim a mesma tendência verificada em outros estudos que analisaram a influência de sistemas de irrigação na intensidade de doenças foliares (10, 12, 13) e confirma a observação de que a irrigação por aspersão favorece aqueles patógenos que preferem atacar folhas baixas mais velhas (15).

A irrigação por aspersão aumenta a severidade das doenças foliares devido ao aumento do período de molhamento e da umidade do ar na copa, afetando a produção de esporos nos corpos de frutificação na planta, como também pelo aumento da dispersão do inóculo por respingos. Por outro lado, na irrigação por gotejamento as folhas não são molhadas diretamente, sendo reduzido o período de molhamento foliar, o que resulta no menor desenvolvimento de patógenos com afinidade por água livre, além de não propiciar a disseminação do inóculo por respingos (10, 15). Em relação a *A. brassicicola*, para que ocorra a germinação dos esporos e penetração no hospedeiro, é necessário no mínimo seis horas de molhamento foliar (5), o que pode ter sido facilmente propiciado pela irrigação por microaspersão, resultando na maior intensidade da alternariose. Esse sistema de irrigação pode também ter auxiliado na disseminação do inóculo planta a planta, tendo em vista que os esporos do patógeno também são disseminados por respingos de água, embora mais facilmente pelo vento (19).

Além do tipo de irrigação, outros fatores como quantidade de água utilizada, intervalos entre irrigações sucessivas e hora de irrigação, podem ter um efeito pronunciado sobre o

patógeno e a doença. Portanto, a influência da irrigação no progresso de doenças de plantas é resultante da interação entre as condições criadas pela irrigação, os fatores ambientais e a natureza específica do patógeno e do cultivo (15).

### **Influência do espaçamento de plantio da couve-chinesa no progresso da alternariose em cultivo convencional**

As curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa no sistema convencional, nas diferentes combinações de espaçamento, encontram-se representadas na Figura 4. Não foram constatadas diferenças significativas entre os espaçamentos em relação ao IAS e TPD (Quadro 4). No espaçamento de 0,33 x 0,50 m foram registrados os menores valores de  $y_{\max}$  e AACPD, enquanto os espaçamentos de 0,30 x 0,30 m e 0,33 x 0,33 m não diferiram em relação a essas variáveis.

Os níveis de severidade da alternariose da couve-chinesa podem ser efetivamente reduzidos pela utilização de maiores espaçamentos de plantio. Os maiores níveis de severidade da alternariose nos menores espaçamentos entre plantas e fileiras de couve-chinesa assemelham-se aos constatados em mostarda na Índia (8) e podem estar associados à criação de ambiente mais favorável à disseminação e infecção por *A. brassicicola*, como registrado em outras brássicas (19). O adensamento facilita a disseminação do inóculo planta a planta, bem como cria dentro do cultivo um microclima mais úmido, com reduzida insolação e aeração, condutivo para a germinação dos esporos, início da infecção e desenvolvimento da doença. Além disso, plantios adensados dificultam a realização de tratos culturais e, no caso do cultivo convencional, reduzem a eficiência dos fungicidas aplicados para o controle de doenças devido à menor cobertura de aplicação (1, 12).

Os principais efeitos fisiológicos mais frequentemente observados em cultivos adensados são estiolamento de plantas, atraso na maturação de tecidos jovens e senescência

prematura de órgãos individuais ou plantas inteiras (12), o que para as brássicas é sinônimo de aumento da suscetibilidade a *A. brassicola* e da severidade da alternariose (19). Portanto, o crescimento mais vigoroso das plantas verificado no espaçamento menos adensado pode ter reduzido o estresse fisiológico dessas e, conseqüentemente, a suscetibilidade ao patógeno, tendo em vista a comprovada relação entre estresse fisiológico e níveis de severidade da alternariose em várias culturas (14).

Considerando que 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 da doença (19), no Agreste de Pernambuco a alternariose da couve-chinesa poderá ser efetivamente manejada pelo transplântio das mudas no mês de julho, ou em outra época em que a temperatura média durante o ciclo da cultura seja inferior a 25°C, associado à utilização de espaçamento pouco adensado, preferencialmente de 0,33 x 0,50 m, e da irrigação por gotejamento.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores expressam seus agradecimentos ao Sr. Júlio Correia Alves, que permitiu a realização do estudo em sua propriedade e propiciou o apoio logístico necessário para o desenvolvimento das atividades; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE); e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BURDON, J.J. **Diseases and plant population biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 208p.
2. CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.
3. CONN, K.L.; TEWARI, J.P.; AWASTHI, R.P. A disease assessment key for *Alternaria* blackspot in rapeseed and mustard. **Canadian Plant Disease Survey**, Ottawa, v.70, n.1, p.19-22, 1990.
4. ELLIS, M.B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 512p.
5. 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.
6. HUMPHERSON-JONES, F.M.; PHELPS, K. Climatic factors influencing spore production in *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. **Annals of Applied Biology**, London, v.114, n.3, p.:449-459, 1989.
7. JARVIS, W.R. **Managing diseases in greenhouse crops**. St. Paul: APS Press, 1992. 288p.

8. KADIAN, A.K.; SAHARAN, G.S. Progress of *Alternaria* blight of mustard in relation to cultural practices. **Oil Crops Newsletter**, Haryana, v.5, p.22-23, 1988.
9. KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1993. 189p.
10. LOMAS, J. Sprinkler irrigation and plant disease under semi-arid climatic conditions. **EPPO Bulletin**, Paris, v.21, n.4, p.365-370, 1991.
11. MARINGONI, A.C. Doenças das crucíferas (brócolis, couve, couve-chinesa, couve-flor, rabanete, repolho e rúcula). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.315-324.
12. PALTÍ, J. **Cultural practices and infectious crop diseases**. Berlin: Springer-Verlag, 1981. 243p.
13. PALTÍ, J.; SHOHAM, H. Trickle irrigation and crop disease management. **Plant Disease**, St. Paul, 67, n.6, p.703-705, 1983.
14. ROTEM, J. **The genus *Alternaria***. St. Paul: APS Press, 1994. 326p.
15. ROTEM, J.; PALTÍ, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.7, p.267-288, 1969.

16. RUSH, C.H.; HARVESON, R.M.; PICCINNI, G. Agronomic measures. In: RECHCIGL, N.A.; RECHCIGL, J.E. (Eds.) **Environmentally safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1997. p.243-282.
17. THURSTON, H.D. **Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems**. Boulder: Westview, 1992. 263p.
18. VAN BRUGGEN, A. Switching over to organic farming systems: consequences for plant pathological research. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.145, 2001.
19. VERMA, P.R.; SAHARAN, G.S. **Monograph on Alternaria diseases of crucifers**. Saskatoon: Minister of Supply and Services Canada, 1994. 162p.
20. VIDA, J.B.; KUROZAWA, C.; ESTRADA, K.R.F.; SANTOS, H.S. Manejo fitossanitário em cultivo protegido. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Eds.) **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p.53-104.
21. ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; LOPES, C.A.; VALE, F.X.R. 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.

**Quadro 1.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso (AACPD) da alternariose em couve-chinesa sob diferentes sistemas de cultivos.

Sistemas de cultivo	IAS (dias)	$y_{\max}$ <sup>1</sup> (%)	TPD <sup>2</sup> (logit/dia)	AACPD <sup>3</sup>
Convencional	14,25	0,26	<0,001	0,12
Orgânico	12,00	5,00	0,107	1,87
Protegido	16,00	0,21	<0,001	0,05
CV (%)	9,39	11,39	13,67	6,41

<sup>1</sup>Estimada em todas as folhas, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (3).

<sup>2</sup>Estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples, tendo tempo em dias após o transplante como variável independente e os dados de severidade em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ], como variável dependente (2).

<sup>3</sup>Calculada e padronizada conforme CAMPBELL & MADDEN (2).

**Quadro 2.** Dados meteorológicos, início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso (AACPD) da alternariose em couve-chinesa no sistema de cultivo orgânico, em diferentes épocas de transplântio.

Época de transplântio	Temperatura (°C) <sup>1</sup>	Umidade relativa (%) <sup>1</sup>	Precipitação total (mm)	IAS (dias)	$y_{\max}$ <sup>2</sup> (%)	TPD <sup>2</sup> (logit/dia)	AACPD <sup>3</sup>
Outubro/2000	33,2 ± 2,4	67,1 ± 7,6	15,4	25,00c <sup>4</sup>	14,79a	0,143a	7,74a
Março/2001	27,3 ± 3,1	70,4 ± 6,3	112,3	33,75b	5,66b	0,126a	1,43b
Julho/2001	23,1 ± 1,7	78,8 ± 7,2	239,5	40,00a	1,86d	0,016c	0,47c
Fevereiro/2002	28,1 ± 2,5	69,8 ± 5,4	87,0	12,00d	2,27c	0,041b	0,79bc
CV(%)	-	-	-	4,67	6,59	4,62	6,25

<sup>1</sup>Média ± desvio padrão.

<sup>2</sup>Estimada em todas as folhas, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (3).

<sup>3</sup>Estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples, tendo tempo em dias após o transplântio como variável independente e os dados de severidade em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ], como variável dependente (2).

<sup>4</sup>Calculada e padronizada conforme CAMPBELL & MADDEN (2).

<sup>5</sup>Dados originais. Para efeito de análise estatística, os valores de  $y_{\max}$ , TPD e AACPD foram transformados para  $(x + 0,5)^{0,5}$ ,  $(x)^{0,5}$  e  $(x + 1,0)^{0,5}$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P=0,05).

**Quadro 3.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso (AACPD) da alternariose em couve-chinesa cultivada no sistema orgânico, sob irrigação por microaspersão e gojetamento.

Sistema de irrigação	IAS (dias)	$y_{\max}$ <sup>1</sup> (%)	TPD <sup>2</sup> (logit/dia)	AACPD <sup>3</sup>
Microaspersão	24,00 b <sup>4</sup>	8,17 a	0,161 a	2,49 a
Gojetamento	33,75 a	5,66 b	0,127 b	1,43 b
CV (%)	8,33	4,03	1,84	3,07

<sup>1</sup>Estimada em todas as folhas, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (3).

<sup>2</sup>Estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples, tendo tempo em dias após o transplântio como variável independente e os dados de severidade em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ], como variável dependente (2).

<sup>3</sup>Calculada e padronizada conforme CAMPBELL & MADDEN (2).

<sup>4</sup>Dados originais. Para efeito de análise estatística, os valores de  $y_{\max}$ , TPD e AACPD foram transformados para  $(x + 0,5)^{0,5}$ ,  $(x)^{0,5}$  e  $(x + 1,0)^{0,5}$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste  $t$  de amostras independentes (P=0,05).

**Quadro 4.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso (AACPD) da alternariose em couve-chinesa cultivada no sistema de cultivo convencional, em três diferentes espaçamentos de plantio.

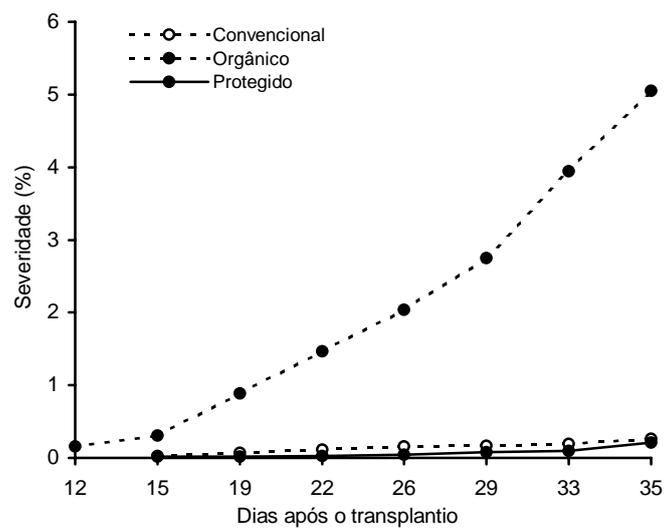
Espaçamento	IAS (dias)	$y_{\max}$ <sup>1</sup> (%)	TPD <sup>2</sup> (logit/dia)	AACPD <sup>3</sup>
0,30 x 0,30 m	25,00	12,71 a <sup>4</sup>	0,138 a	6,51 a
0,33 x 0,33 m	25,00	12,97 a	0,182 a	6,73 a
0,33 x 0,50 m	25,00	4,42 b	0,110 a	2,81 b
CV(%)	---	11,75	17,21	5,82

<sup>1</sup>Estimada em todas as folhas, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (3).

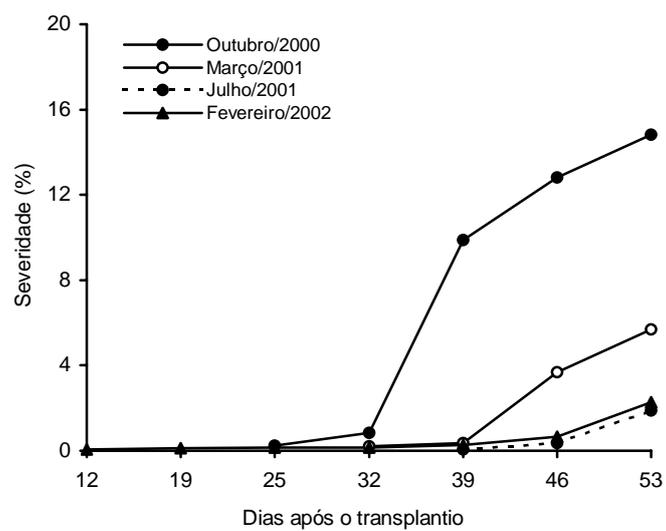
<sup>2</sup>Estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples, tendo tempo em dias após o transplântio como variável independente e os dados de severidade em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ], como variável dependente (2).

<sup>3</sup>Calculada e padronizada conforme CAMPBELL & MADDEN (2).

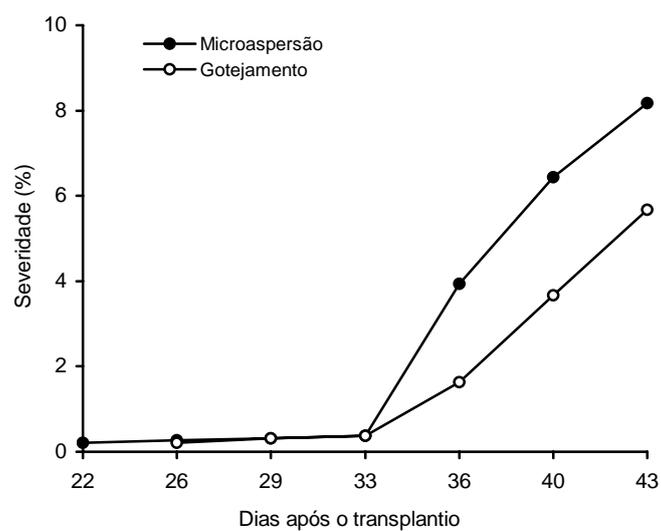
<sup>4</sup>Dados originais. Para efeito de análise estatística, os valores de  $y_{\max}$ , TPD e AACPD foram transformados para  $(x + 0,5)^{0,5}$ ,  $(x)^{0,5}$  e  $(x + 1,0)^{0,5}$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P=0,05).



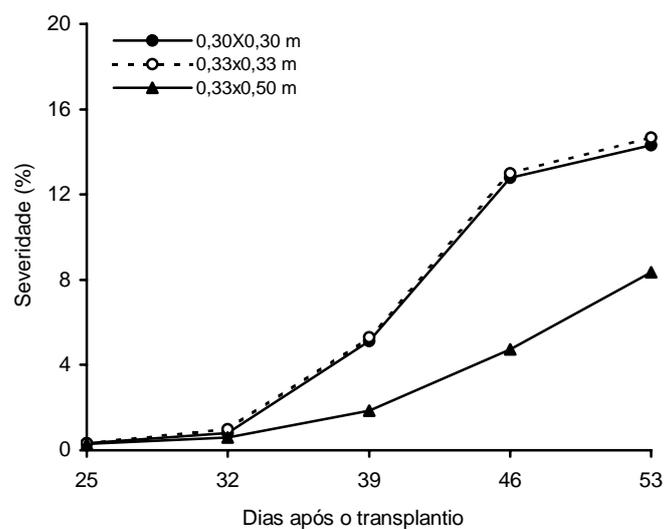
**Figura 1.** Curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa nos sistemas de cultivo convencional, orgânico e protegido, em Chã Grande - PE.



**Figura 2.** Curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa no sistema orgânico, com cultivos em quatro épocas de transplântio, em Chã Grande - PE.



**Figura 3.** Curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa cultivada no sistema orgânico, sob irrigação por microaspersão e gotejamento, em Chã Grande - PE.



**Figura 4.** Curvas de progresso da alternariose em couve-chinesa cultivada no sistema convencional, em três combinações de espaçamentos, em Chã Grande - PE.

## **Capítulo III**

---

---

**Epidemiologia comparativa da alternariose  
em cultivares de brássicas sob cultivo  
convencional e orgânico**

## **Epidemiologia comparativa da alternariose em cultivares de brássicas sob cultivo convencional e orgânico**

Viviane J.L.B. Rodrigues<sup>1</sup>, Sami J. Michereff<sup>2\*</sup>, Dimas Menezes<sup>3</sup>, Miguel R. Aguiar Filho<sup>3</sup>,  
Luis G.C. Silva<sup>2</sup> & Caroline M. Biondi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Delegacia Federal de Agricultura de Pernambuco, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 50630-060, Recife-PE, Brasil. E-mail: vivianej@agricultura.gov.br

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Área de Fitossanidade e <sup>3</sup>Área de Fitotecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: sami@ufrpe.br

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsista da CAPES.

\*Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

Aceito para publicação em:

---

### **RESUMO**

Rodrigues, V.J.L.B.; Michereff, S.J.; Menezes, D.; Aguiar Filho, M.R.; Silva, L.G.C. & Biondi, C.M. Epidemiologia comparativa da alternariose em cultivares de brássicas sob cultivo convencional e orgânico. *Summa Phytopathologica*

A alternariose, causada por *Alternaria brassicicola*, é uma importante doença em brássicas no Estado de Pernambuco. A epidemiologia comparativa da alternariose em 22 cultivares de brássicas, sendo nove de brócolis, cinco de couve-chinesa, quatro de couve-flor e quatro de repolho, foi investigada sob cultivo convencional e orgânico. Semanalmente, foram avaliados o início do aparecimento dos sintomas (IAS) da alternariose e a severidade da doença em todas as folhas de 10 plantas por parcela. Com os dados obtidos, foram plotadas

curvas de progresso da doença e as epidemias comparadas em relação ao IAS, quantidade máxima de severidade da doença ( $y_{max}$ ), taxa estimada de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Todas as cultivares avaliadas foram suscetíveis a *A. brassicicola*, embora na maioria das situações tenham sido detectadas diferenças significativas entre as cultivares dentro de um mesmo sistema de cultivo. Em geral, foram constatados maiores níveis de intensidade da doença no sistema orgânico que no convencional. Em todas as cultivares foram constatadas correlações significativas entre a severidade da alternariose e as médias da temperatura máxima e da umidade relativa do ar nos 14 dias que antecederam a avaliação da doença. Dentre as cultivares avaliadas, algumas merecem destaque pelos menores níveis de alternariose apresentados nos dois sistemas de cultivo, as cultivares de couve-chinesa Tropical Pride e Tropical Delight, a cultivar de couve-flor Arfak e as cultivares de repolho Fuyutoyo e Rubro.

Palavras-chave adicionais: *Brassica*, *Alternaria brassicicola*, resistência de plantas, sistemas de cultivo.

---

### ABSTRACT

Rodrigues, V.J.L.B.; Michereff, S.J.; Menezes, D.; Aguiar Filho, M.R.; Silva, L.G.C. & Biondi, C.M. Comparative epidemiology of *Alternaria* black spot of brassica cultivars under conventional and organic farming systems. *Summa Phytopathologica*

The *Alternaria* black spot caused by *Alternaria brassicicola* is an important disease in brassica species in the State of Pernambuco. The comparative epidemiology of *Alternaria* black spot on 22 cultivars of brassica species, of which nine were broccoli, five chinese cabbage, four cauliflower and four cabbage, was investigated under conventional and organic farming systems. Evaluations were carried out weekly, and the variables considered were the beginning of the initial symptoms (BIS) and the severity of the disease on every leaf of the

plant. The data obtained resulted in disease progress curves and comparison of the epidemiology in relation to BIS, maximum disease severity ( $y_{max}$ ), estimated disease progress rate (DPR), and the area under disease progress curves (AUDPC). All cultivars evaluated were susceptible to *A. brassicicola*. In most situations, significative differences were detected among cultivars grown in the same farming system. Higher disease intensity was noted in organic farming system. On all cultivars, significative correlations were noted between the Alternaria black spot disease and both the average of the highest temperature and the relative air humidity in the prior 14 days of the disease evaluations. Chinese cabbage (Tropical Pride and Tropical Delight), cauliflower (Arfak), and cabbage (Fuyutoyo and Rubro) had the lowest disease levels.

Additional keywords: *Brassica*, *Alternaria brassicicola*, plant resistance, farming systems.

---

A família Brassicaceae é composta, dentre outras espécies, de *Brassica oleraceae* var. *italica* L. (brócolis), *Brassica pekinensis* L. (couve-chinesa), *Brassica oleraceae* var. *botrytis* L. (couve-flor) e *Brassica oleraceae* var. *capitata* L. (repolho) (15). Em Pernambuco, apesar da grande adaptação às condições edafo-climáticas, as brássicas apresentam baixa produtividade, atribuída, dentre outros fatores, à ocorrência de doenças (11).

A alternariose, causada por espécies de *Alternaria*, é considerada a doença fúngica mais comum e destrutiva das brássicas no mundo, sendo capaz de atingir as plantas nos diversos estádios de desenvolvimento (14) e causar perdas de rendimento superiores a 50% (17). Em Pernambuco, AZEVÊDO *et al.* (1) constataram a ocorrência de alternariose em 95% dos plantios convencionais de repolho, sendo *A. brassicicola* (Schwn.) Wilt. a única espécie do patógeno encontrada nas áreas de plantio.

A produção orgânica de brássicas vem assumindo posição de destaque na olericultura pernambucana, embora exista deficiência de tecnologia e insumos adaptados a esse sistema de

produção. Pelos preceitos da agricultura orgânica, as doenças dos vegetais são problemas gerados pelo manejo equivocado dos agroecossistemas, sendo importante a adoção de medidas preventivas que recomponham ou preservem o equilíbrio biológico, evitando assim o surgimento ou agravamento dos problemas fitossanitários (5). Nenhuma medida isolada tem sido viável, estável, efetiva e econômica no controle da alternariose das brássicas, sendo indispensável a adoção de práticas integradas para o manejo efetivo da doença (21).

A utilização de cultivares resistentes às doenças é uma das alternativas tecnológicas com maior sustentabilidade e possibilidade de adoção pelos agricultores orgânicos. Além da análise da reação de cultivares sob condições naturais de epidemias no sistema orgânico, é importante a comparação com o sistema de cultivo convencional. A comparação de epidemias é um instrumento de pesquisa que, além de indicar semelhanças e diferenças existentes entre as mesmas, permite definir princípios gerais para os fenômenos epidemiológicos, servindo para aferir hipóteses e teorias, sustentando-as ou refutando-as, em função dos resultados obtidos (13).

Previamente, em Pernambuco foi realizado um estudo de epidemiologia da alternariose comparando dois anos de plantio (2), mas somente no sistema de plantio convencional e envolvendo uma espécie e cultivar de brássica. Além disso, até o momento, inexistem estudos no Estado sobre a reação de cultivares de brássicas a alternariose nos sistemas de plantio convencional e orgânico. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi comparar epidemias de alternariose entre cultivares de brócolis, couve-chinesa, couve-flor e repolho no campo, nos sistemas de produção convencional e orgânico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado, no período de outubro de 2002 a janeiro de 2003, em duas áreas produtoras de hortaliças, uma sob sistema de cultivo convencional e outra sob sistema de cultivo orgânico, distanciadas de 1,5 km e localizadas no município de Chã Grande (S 8° 15' 28,0''; W 35° 29' 57,6''; altitude: 500 m), Agreste de Pernambuco. As duas áreas tinham sido cultivadas com brássicas nos últimos três anos e, na época de implantação das parcelas, havia plantas de brássicas e restos culturais infectados próximos à área de plantio orgânico.

Os plantios foram realizados em canteiros que receberam adubação química e orgânica (sistema convencional) e apenas orgânica (sistema orgânico). Na área convencional, a adubação química foi realizada com 500 kg/ha de NPK (06-24-12) e a adubação orgânica com 10 kg/m<sup>2</sup> de canteiro com esterco bovino curtido, enquanto na área orgânica foram aplicados 10 kg/m<sup>2</sup> de composto orgânico, constituído de palhada, resíduo de colheita e esterco bovino curtido, produzido na propriedade.

Foram avaliadas 22 cultivares de quatro variedades de *Brassica*, distribuídas em nove cultivares de brócolis (Dinara, Flórida, Laguna, Legacy, Marathon, Montop, Piracicaba Precoce, Pirate e Sabre), cinco cultivares de couve-chinesa (Gramata, Komachi, Taiby, Tropical Delight e Tropical Pride), quatro cultivares de couve-flor (Arfak, Casa Blanca, Symphony e Verona) e quatro cultivares de repolho (Fuyutoyo, Matsukaze, Ombrios e Rubro). As mudas foram produzidas em estufa próxima à área de plantio orgânico, em bandejas de poliestireno expandido com substrato de fibra de coco + Plantmax® + composto orgânico. Aos 21 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para o local definitivo, em parcelas compostas de três fileiras de 10 plantas, com espaçamento de 0,50 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas. As parcelas foram dispostas no delineamento de blocos

casualizados, em arranjo fatorial (9x2), (5x2), (4x2) e (4x2) representados por nove, cinco, quatro e quatro cultivares para brócolis, couve-chinesa, couve-flor e repolho, respectivamente, em dois sistemas de cultivo, com quatro repetições, sendo cada uma constituída de 30 plantas/parcela/cultivar/área. Durante todo o ciclo das culturas a irrigação foi efetuada por microaspersão. Os demais tratos culturais do plantio convencional seguiram as recomendações oficiais, com exceção da aplicação de fungicidas, que não foi efetuada na área experimental, enquanto no plantio orgânico foram adotados os procedimentos preconizados na propriedade. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial total foram obtidos diariamente em estação meteorológica situada a cerca de 10 m do plantio orgânico e 1 km do plantio convencional.

Semanalmente, até 64 dias após o transplantio (DAT), foram avaliados o início do aparecimento dos sintomas (IAS) e a severidade da doença em todas as folhas de 10 plantas por parcela, sendo a última estimada com o auxílio de escala diagramática (4). Nas parcelas com couve-chinesa, a avaliação foi efetuada até 42 DAT devido à incidência de podridão mole, causada por *Pectobacterium carotovorum* (Jones) Waldee, que provocou a morte de todas as plantas.

Curvas de progresso foram plotadas, utilizando-se os valores de severidade no tempo. Foi efetuada a análise de correlação Pearson ( $P=0,05$ ) da severidade da doença com as variáveis ambientais, considerando intervalos de sete e 14 dias antes da avaliação da doença.

Os dados de severidade da alternariose em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ] (3), foram ajustados ao modelo de regressão linear simples, tendo tempo (DAT) como variável independente. A transformação logística foi executada porque propiciou o melhor ajuste dos dados de progresso na maioria das situações. A taxa de progresso da doença (TPD) foi estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão.

Adicionalmente, com os dados de severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença padronizada (AACPD) (3).

Considerando as curvas de progresso, as epidemias foram comparadas em relação ao tempo (dias) de início do aparecimento dos sintomas (IAS), quantidade máxima de severidade da doença ( $y_{max}$ ), taxa estimada de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo a separação de médias efetuada pelo teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%.

Para verificação da espécie predominante de *Alternaria* causadora da alternariose, foram efetuadas coletas de folhas com sintomas. Em laboratório, fragmentos de lesões foram retirados das folhas e mantidos em câmara úmida por 72 horas. Posteriormente, foram feitas preparações microscópicas e observadas ao microscópio ótico, sendo efetuadas as identificações (6).

## RESULTADOS

A única espécie de *Alternaria* detectada nas amostras de folhas coletadas nas áreas de plantio foi *A. brassicicola*.

As curvas de progresso da severidade da alternariose nas cultivares de brássicas, nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, encontram-se representadas na Figura 1. Na maioria das cultivares, ocorreu um aclave acentuado na curva de progresso da doença a partir dos 56 DAT.

Em brócolis, não foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares quanto ao IAS da alternariose dentro de um mesmo sistema de cultivo. Os sintomas apareceram inicialmente aos 26 DAT no sistema orgânico e aos 34 dias no convencional (Quadro 1). Os valores de  $y_{max}$  variaram significativamente entre as cultivares no sistema convencional, com

extremos de 1,41 e 5,11%, apresentados respectivamente pelas cultivares Laguna e Sabre, e no sistema orgânico, com extremos de 0,76 e 7,10%, apresentados pelas cultivares Marathon e Sabre, respectivamente. A TPD variou significativamente entre as cultivares de brócolis, nos dois sistemas de cultivo, com níveis extremos de 0,015 e 0,045 logit/dia, apresentados respectivamente pelas cultivares Laguna e Sabre no sistema convencional, e de 0,006 e 0,071 logit/dia, apresentados pelas cultivares Marathon e Sabre no sistema orgânico. As cultivares de brócolis apresentaram valores de AACPD significativamente diferentes somente no sistema orgânico, destacando-se as cultivares Marathon, Dinara e Montop com os menores valores.

Em couve-chinesa, o IAS diferiu entre as cultivares nos dois sistemas de cultivo. No sistema convencional esse período variou entre 26 e 42 DAT, nas cultivares Tropical Delight e Komachi, respectivamente, enquanto no sistema orgânico variou entre 21 (Tropical Delight e Taiby) e 26 DAT (Tropical Pride). Em relação a  $y_{max}$ , foram constatadas diferenças significativas entre os sistemas de cultivo. No sistema convencional os valores de  $y_{max}$  variaram de 1,39 a 4,04% para as cultivares Tropical Pride e Gramata, respectivamente, enquanto no sistema orgânico de 1,88 (Tropical Pride e Delight) a 4,02% (Komachi). A TPD variou significativamente entre as cultivares de couve-chinesa apenas no sistema convencional com valores extremos de 0,044 a 0,095 logit/dia para as cultivares Tropical Pride e Gramata, respectivamente. A TPD foi maior no sistema orgânico que no convencional em duas das cinco cultivares de couve-chinesa. A cultivar Gramata apresentou os maiores valores de AACPD nos dois sistemas de cultivo, diferindo das demais cultivares. Somente a cultivar Komachi apresentou comportamento diferente nos dois sistemas, com valor mais elevado de AACPD no sistema orgânico.

Em couve-flor, somente no sistema orgânico foram constatadas diferenças entre cultivares quanto ao IAS, com períodos de 28 a 36 DAT, para as cultivares Verona e Arfak,

respectivamente. Apenas a cultivar Verona se comportou de maneira diferente nos dois sistemas de cultivo, com os sintomas ocorrendo inicialmente no sistema orgânico. Foram observadas diferenças significativas entre as cultivares nos valores de  $y_{max}$  no sistema convencional com valores extremos de 1,24 e 6,35% representados pelas cultivares Arfak e Verona respectivamente, e no sistema orgânico com valores entre 3,75 a 8,74% para as cultivares Arfak e Casa Blanca, respectivamente. A TPD variou significativamente entre as cultivares de couve-flor nos dois sistemas de cultivo. No sistema convencional os valores extremos foram de 0,014 e 0,045 logit/dia, para as cultivares Arfak e Casa Blanca, respectivamente, enquanto no sistema orgânico de 0,043 e 0,070 logit/dia, para as cultivares Symphony e Casa Blanca, respectivamente. As cultivares de couve-flor apresentaram valores de AACPD significativamente diferentes no sistema orgânico, variando entre 1,10 e 2,26, para as cultivares Arfak e Casa Blanca, respectivamente.

Em repolho, foram constatadas diferenças significativas para o IAS entre cultivares nos dois sistemas de cultivo, com valores extremos de 34 (Fuyutoyo e Ombrios) e 42 DAT (Matsukaze) no sistema convencional e de 28 e 34 DAT para as cultivares Matsukaze e Fuyutoyo no sistema orgânico. As cultivares diferiram significativamente nos valores de  $y_{max}$  nos dois sistemas de cultivo. No sistema convencional os valores variaram de 0,59 a 3,39% para as cultivares Rubro e Matsukaze, respectivamente, enquanto no sistema orgânico de 1,37 a 5,06% para as mesmas cultivares. A TPD variou significativamente entre as cultivares de repolho nos dois sistemas de cultivo, destacando-se Rubro e Fuyutoyo com as menores taxas no sistema orgânico, enquanto no sistema convencional se destacou a cultivar Rubro. No sistema convencional, esses valores variaram de 0,16 a 1,00 para as cultivares Rubro e Ombrios, respectivamente, enquanto no orgânico de 0,56 a 1,86 para as cultivares Fuyutoyo e Matsukaze, respectivamente.

Os cursos diários da temperatura do ar média, precipitação pluviométrica total e umidade relativa do ar média, durante o período experimental, são apresentados na Figura 2. Considerando a média do período, os valores de temperatura e umidade relativa atingiram  $33,61 \pm 1,29^{\circ}\text{C}$  e  $71,38 \pm 4,93\%$ , respectivamente. A precipitação pluviométrica foi muito reduzida, atingindo apenas 40,11 mm durante todo o período. Em todas as cultivares foram constatadas correlações positivas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a severidade da alternariose e as médias da temperatura máxima ( $r \geq 0,89$ ) e da umidade relativa do ar ( $r \geq 0,87$ ) nos 14 dias que antecederam a avaliação da doença. As temperaturas mínimas nesse período correlacionaram-se ( $P \leq 0,05$ ) com os valores de severidade em 85% das cultivares, enquanto a temperatura máxima e mínima nos sete dias que antecederam as avaliações correlacionaram-se ( $P \leq 0,05$ ) com a severidade em 85 e 56% das cultivares, respectivamente. A umidade média nos sete dias que antecederam as avaliações correlacionaram-se ( $P \leq 0,05$ ) com a severidade em 47% das cultivares. Não foram constatadas correlações significativas entre severidade da alternariose e os níveis de precipitação pluviométrica aos sete e 14 dias antes da avaliação.

## DISCUSSÃO

A constatação de *A. brassicicola* como único agente da alternariose nas cultivares de brássicas, nas duas áreas de cultivo, confirma o observado previamente na cultura do repolho nas safras 1997 e 1998 (2). Esse fato deve-se, provavelmente, às condições de temperatura da região Agreste, uma vez que essa espécie predomina em brássicas em temperaturas próximas a  $25^{\circ}\text{C}$ , enquanto *A. brassicae* é adaptada a climas mais amenos, requerendo temperaturas em torno de  $15^{\circ}\text{C}$  para causar infecção (10).

A utilização de cultivares resistentes é considerada uma das melhores alternativas no controle de doenças de plantas, devido a facilidade de emprego, economicidade e menor

impacto ambiental. Nesse estudo, foram comparadas as reações de cultivares de brássicas a alternariose nos sistemas de plantio convencional e orgânico, considerando diferentes aspectos epidemiológicos.

As epidemias de alternariose nas cultivares de brássicas, na maioria das variáveis analisadas, apresentaram diferenças em relação aos sistemas de cultivo convencional e orgânico. A maior severidade da alternariose no plantio orgânico pode estar associada à presença de maior quantidade de inóculo na época de plantio ou chegada de inóculo externo durante o ciclo da cultura, uma vez que próximo à área de plantio havia plantas e restos culturais infectados, o que não ocorreu na área convencional. A alternariose é uma doença policíclica com grande capacidade de produção de inóculo secundário. Entretanto, a intensidade no campo está relacionada, dentre outros fatores, com o nível de inóculo em restos culturais doentes (9), com a permanência de propágulos do patógeno no solo sob forma de microesclerócios e clamidosporos, e com infecções em hospedeiros cultivados e ervas daninhas (21). Estudos sobre a disseminação da alternariose em repolho (2, 7), revelaram a necessidade de numerosos focos iniciais para que ocorressem epidemias severas da doença. Outro aspecto que pode ter contribuído para a maior severidade da doença no sistema orgânico é o estresse nutricional a que as cultivares foram submetidas, tendo em vista que as mesmas foram desenvolvidas originalmente para produção em sistema convencional, onde são utilizados principalmente fertilizantes minerais solúveis com imediata disponibilidade de nutrientes para as plantas, diferentemente do que acontece no sistema orgânico, onde predomina a utilização de fertilizantes orgânicos, que apresentam lenta liberação de nutrientes para absorção vegetal (12).

O aumento acentuado da severidade da alternariose a partir dos 56 DAT, na maioria das cultivares, coincidiu com o início da maturação das plantas e confirmou a observação de

VERMA & SAHARAN (21) sobre a elevação da intensidade da doença quando as brássicas se aproximam da maturação.

A severidade máxima da alternariose registrada nas brássicas em cultivo convencional foi inferior à constatada por AZEVÊDO *et al.* (2) na cultura do repolho em campo. Entretanto, no presente trabalho a severidade foi resultado da média de todas as folhas avaliadas por planta, diferente do adotado pelos autores acima, que avaliaram apenas as cinco folhas basais, terço da planta onde a alternariose se manifesta com maior severidade, podendo resultar em superestimativas dos níveis de intensidade da doença.

A classificação epidemiológica da resistência foi considerada por VANDERPLANK (20) como resistência vertical e resistência horizontal. O efeito epidemiológico da primeira é o de retardar o início da epidemia, através da redução da infecção inicial, enquanto que o da segunda é tornar mais lento o desenvolvimento da epidemia após o início, através da taxa de infecção. O início do aparecimento dos sintomas (IAS) é considerado um importante componente epidemiológico na comparação da resistência de cultivares (16), sendo que em brássicas têm sido verificado que nas cultivares altamente suscetíveis a alternariose ocorre mais cedo que em cultivares de menor suscetibilidade (21). Entretanto, no presente estudo esse componente não foi útil para a comparação de cultivares de brócolis nos dois sistemas de plantio e de couve-flor no sistema convencional, pois não foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares, embora essas tenham apresentado diferenças quando outros componentes foram considerados.

As taxas de progresso da alternariose (TPD) em repolho nos cultivos convencional e orgânico ( $0,004 \leq \text{TPD} \leq 0,062$  logit/dia) foram menores que as constatadas nas safras 1997 e 1998 em cultivo convencional ( $0,023 \leq \text{TPD} \leq 0,075$  logit/dia) (2). No entanto, as cultivares de couve-chinesa atingiram valores de TPD bastante elevados ( $0,044 \leq \text{TPD} \leq 0,102$  logit/dia)

quando comparados às cultivares das outras brássicas, assemelhando-se ao constatado em repolho na Flórida ( $0,060 \leq \text{TPD} \leq 0,113$ ), submetido à inoculação artificial em campo (7).

As elevadas taxas de progresso da alternariose nas cultivares de couve-chinesa podem estar relacionadas com os baixos teores de cera das folhas dessa brássica, tendo em vista que o aumento da quantidade de deposição de cera aumenta a resistência a *A. brassicicola* (8), devido a um efeito estritamente físico, no qual a cera gera uma camada hidrofóbica na superfície da folha e diminui a aderência dos esporos suspensos em água, não havendo efeito fungistático ou fungitóxico (18).

Embora as condições ambientais tenham sido desfavoráveis à ocorrência de epidemias de alternariose, principalmente devido à baixa pluviosidade, que na maioria das vezes é correlacionada com a reduzida severidade da doença (21), essa expectativa não se concretizou quando comparada aos níveis da doença verificados, indicando a grande adaptabilidade do patógeno às diferentes condições ambientais. A temperatura e a umidade do ar média nos 14 dias que antecederam a avaliação da alternariose foram determinantes dos níveis de severidade em todas as cultivares, assemelhando-se ao constatado em outro estudo realizado em Pernambuco sobre a epidemiologia da alternariose em repolho (2).

Todas as cultivares de brássicas avaliadas foram suscetíveis a *A. brassicicola*, embora algumas diferenças nos graus de suscetibilidade tenham ficado evidentes, confirmando as observações de TEWARI & MITHEN (19) de que todas as brássicas comerciais são essencialmente suscetíveis ao patógeno e sem altos graus de resistência. Dentre as cultivares de brássicas avaliadas nos sistemas de plantio convencional e orgânico, algumas merecem destaque pelos menores níveis de severidade da alternariose apresentados. A cultivar de brócolis Laguna apresentou baixo nível de severidade no sistema convencional, mas não repetiu o mesmo desempenho no sistema orgânico, onde a cultivar Marathon se destacou. As cultivares de couve-chinesa Tropical Pride e Tropical Delight apresentaram baixos níveis de

severidade nos dois sistemas de cultivo, o mesmo sendo observado em relação a cultivar couve-flor Arfak e às cultivares de repolho Fuyutoyo e Rubro.

Considerando a indisponibilidade de altos graus de resistência a *A. brassicicola* em brássicas cultivadas, como verificado nesse estudo, no manejo da alternariose em bases ecológicas, além da utilização de cultivares com os melhores níveis de resistência, torna-se fundamental a utilização de medidas que visem reduzir o inóculo do patógeno nas áreas de plantio e a taxa de progresso da doença nas plantas, destacando-se o uso de sementes saudáveis, tratamento térmico de sementes, produção de mudas saudáveis, eliminação de restos culturais e uso de adubação balanceada.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores expressam seus agradecimentos ao Sr. Júlio Correia Alves, que permitiu a realização do estudo em sua propriedade e propiciou o apoio logístico necessário para o desenvolvimento das atividades, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro, bem como às empresas Sakata, Seminis Vegetable Seeds, Syngenta Seeds e Topseed, pela cessão das sementes das cultivares testadas.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. 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.299-305, 2000.

2. AZEVÊDO, S.S.; MARIANO, R.L.R.; MICHEREFF, S.J. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.17-26, 2002.
3. CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.
4. CONN, K.L.; TEWARI, J.P.; AWASTHI, R.P. A disease assessment key for *Alternaria* blackspot in rapeseed and mustard. **Canadian Plant Disease Survey**, Ottawa, v.70, n.1, p.19-22, 1990.
5. COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C. **A agricultura alternativa no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997. 63p. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 7).
6. ELLIS, M.B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 512p.
7. FONTEM, D.A.; BERGER, R.D.; WEINGARTNER, D.P.; BARTZ, J.A. Progress and spread of dark leaf spot in cabbage. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.3, p.269-274, 1991.
8. GUPTA, S.K.; GUPTA, P.P.; YADAVA, T.P. Leaf surface constituents of mustard genotypes in relation to *alternaria* leaf blight disease. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, New Delhi, v.17, n.3, p.332-334, 1987.

9. 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.
10. HUMPHERSON-JONES, F.M.; PHELPS, K. Climatic factors influencing spore production in *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. **Annals of Applied Biology**, London, v.114, n.3, p.449-459, 1989.
11. IPA/CEAGEPE/EMATER-PE. **Sistema integrado de produção de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) para o Estado de Pernambuco**. Vitória de Santo Antão: IPA, 1997. 41p. (Sistema Integrado de Produção, 5).
12. KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1993. 189p.
13. KRANZ, J. The methodology of comparative epidemiology. In: KRANZ, J. & ROTEM, J., (Eds.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p.279-290.
14. MARINGONI, A.C. Doenças das crucíferas (brócolis, couve, couve-chinesa, couve-flor, rabanete, repolho e rúcula). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.315-324.

15. MAROTO-BORREGO, J.V.M. **Horticultura herbacea especial**. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 615p.
16. PARLEVLIT, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.202-222, 1979.
17. RAMSEY, G.B.; SMITH, M.A. **Market diseases of cabbage, cauliflower, turnips, cucumbers, melons and related crops**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1961. 35p.
18. TEWARI, J.P. Biochemical basis of resistance to *Alternaria brassicae* in crucifers. In: LODHA, M.L.; METHA, S.L.; RAMAGOPAL, S.; SRIVASTAVA, G.P. (eds.). **Advances in plant biotechnology and biochemistry**. Kanpur: Indian Society of Agricultural Biochemists, 1993. p.33-38.
19. TEWARI, J.P.; MITHEN, R.F. Diseases. In: GÓMEZ-CAMPO, C. (Ed.). **Biology of brassicas coenospecies**. Amsterdam: Elsevier, 1999. p.375-411.
20. VANDERPLANK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349 p.
21. VERMA, P.R.; SAHARAN, G.S. **Monograph on Alternaria diseases of crucifers**. Saskatoon: Minister of Supply and Services Canada, 1994. 162p.

**Quadro 1.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS), severidade máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de progresso (TPD) e área abaixo da curva de progresso (AACPD) da alternariose em cultivares de brássicas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em Chã Grande - PE.

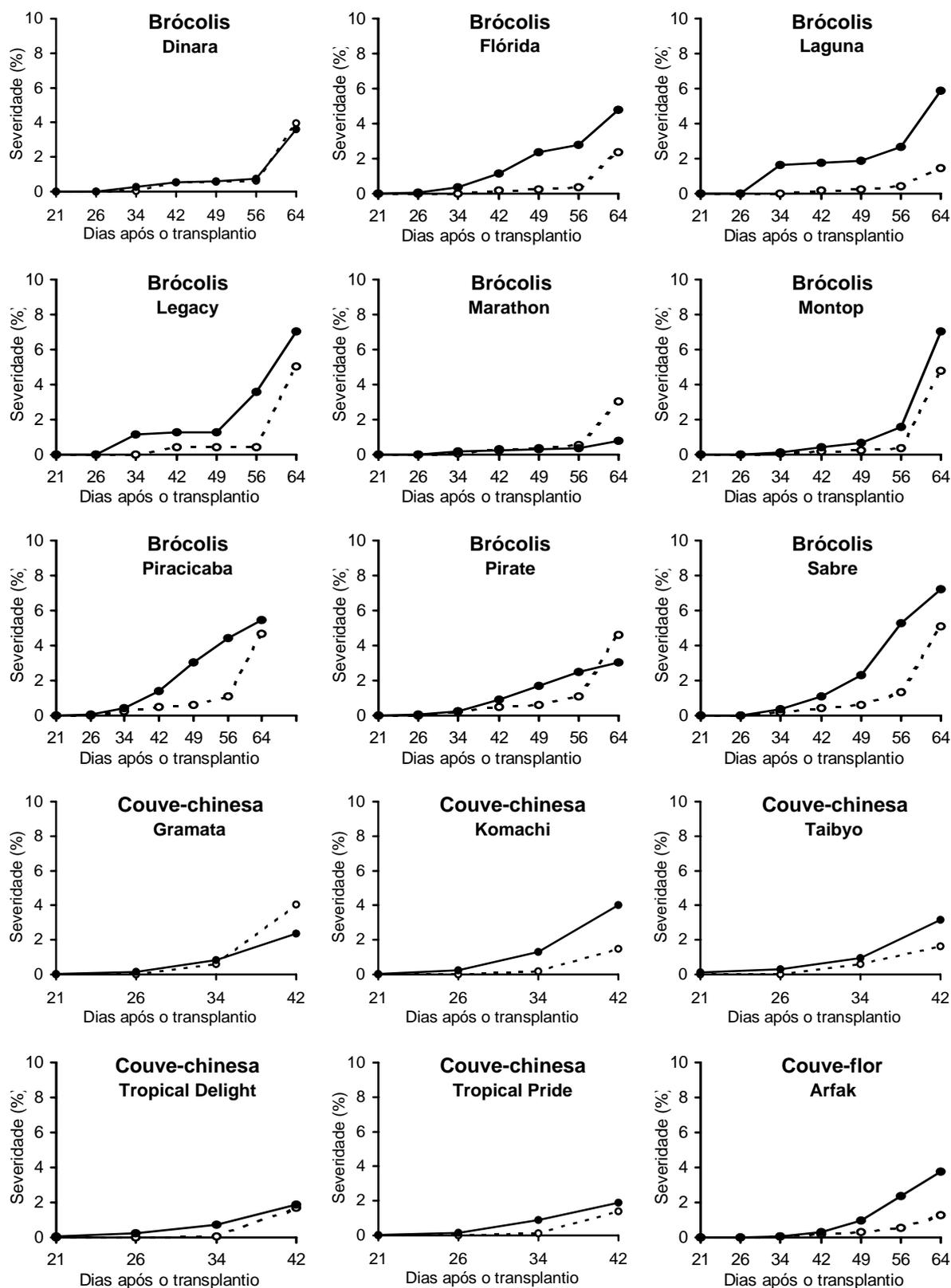
Brássica	Cultivar	IAS (dias)		$y_{\max}$ (%) <sup>1</sup>		TPD <sup>2</sup>		AACPD <sup>3</sup>	
		Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
Brócolis	Dinara	38,00 a <sup>4</sup>	32,00 a	3,87 ab	3,42 b	0,035 abc	0,032 b	0,67 a	0,80 cd
	Flórida	38,00 a	28,00 a	2,52 bc	4,62 ab	0,021 cd	0,056 a	0,46 a	1,80 abc
	Laguna	38,00 a	26,00 a	1,41 c	5,80 ab	0,015 d	0,054 ab	0,32 a	2,16 ab
	Legacy	38,00 a	30,00 a	4,97 ab	7,03 a	0,035 abc	0,059 a	0,68 a	2,17 ab
	Marathon	38,00 a	30,00 a	2,82 abc	0,76 c	0,026 bcd	0,006 c	0,55 a	0,29 d
	Montop	36,00 a	34,00 a	4,77 ab	6,95 a	0,034 abc	0,052 ab	0,67 a	1,28 bcd
	Piracicaba Precoce	34,00 a	30,00 a	4,54 ab	5,41 ab	0,041 ab	0,065 a	0,96 a	2,38 a
	Pirate	34,00 a	26,00 a	4,54 ab	3,03 b	0,041 ab	0,048 ab	0,46 a	1,37 bc
	Sabre	34,00 a	26,00 a	5,11 a	7,10 a	0,045 a	0,071 a	1,00 a	2,53 a
	CV (%)		11,77		13,91		11,88		20,22
Couve-chinesa	Gramata	34,00 b	22,25 b	4,04 a	2,37 ab	0,095 a	0,072 a	1,85 a	1,86 a
	Komachi	42,00 a	22,25 b	1,47 b	4,02 a	0,045 b	0,102 a	0,15 b	0,68 b
	Taibyó	34,00 b	21,00 b	1,44 b	3,16 ab	0,051 b	0,088 a	0,25 b	0,56 b
	Tropical Delight	26,00 c	21,00 b	1,64 b	1,88 b	0,049 b	0,064 a	0,14 b	0,38 b
	Tropical Pride	34,00 b	26,00 a	1,39 b	1,88 b	0,044 b	0,059 a	0,13 b	0,37 b
	CV(%)		3,73		14,33		8,32		28,17
Couve-flor	Arfak	36,00 a	36,00 a	1,24 c	3,75 b	0,014 c	0,049 bc	0,35 a	1,10 b
	Casa Blanca	34,00 a	30,00 ab	5,09 ab	8,74 a	0,045 a	0,070 a	0,94 a	2,26 a
	Symphony	34,00 a	34,00 ab	3,63 b	5,07 b	0,030 b	0,043 c	0,51 a	1,18 b
	Verona	36,00 a	28,00 b	6,35 a	5,24 b	0,040 ab	0,064 ab	0,85 a	1,52 ab
	CV(%)		12,08		8,28		13,60		15,33
Repolho	Fuyutoyo	34,00 b	34,00 a	1,11 b	2,14 b	0,016 bc	0,026 b	0,30 b	0,56 b
	Matsukaze	42,00 a	28,00 b	3,39 a	5,06 a	0,029 ab	0,062 a	0,45 b	1,86 a
	Ombrios	34,00 b	32,00 ab	3,04 a	4,65 a	0,042 a	0,057 a	1,00 a	1,54 a
	Rubro	38,00 ab	30,00 ab	0,59 b	1,37 b	0,004 c	0,021 b	0,16 b	0,68 b
	CV(%)		8,51		11,84		3,09		22,38

<sup>1</sup> Estimada em todas as folhas, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática (4).

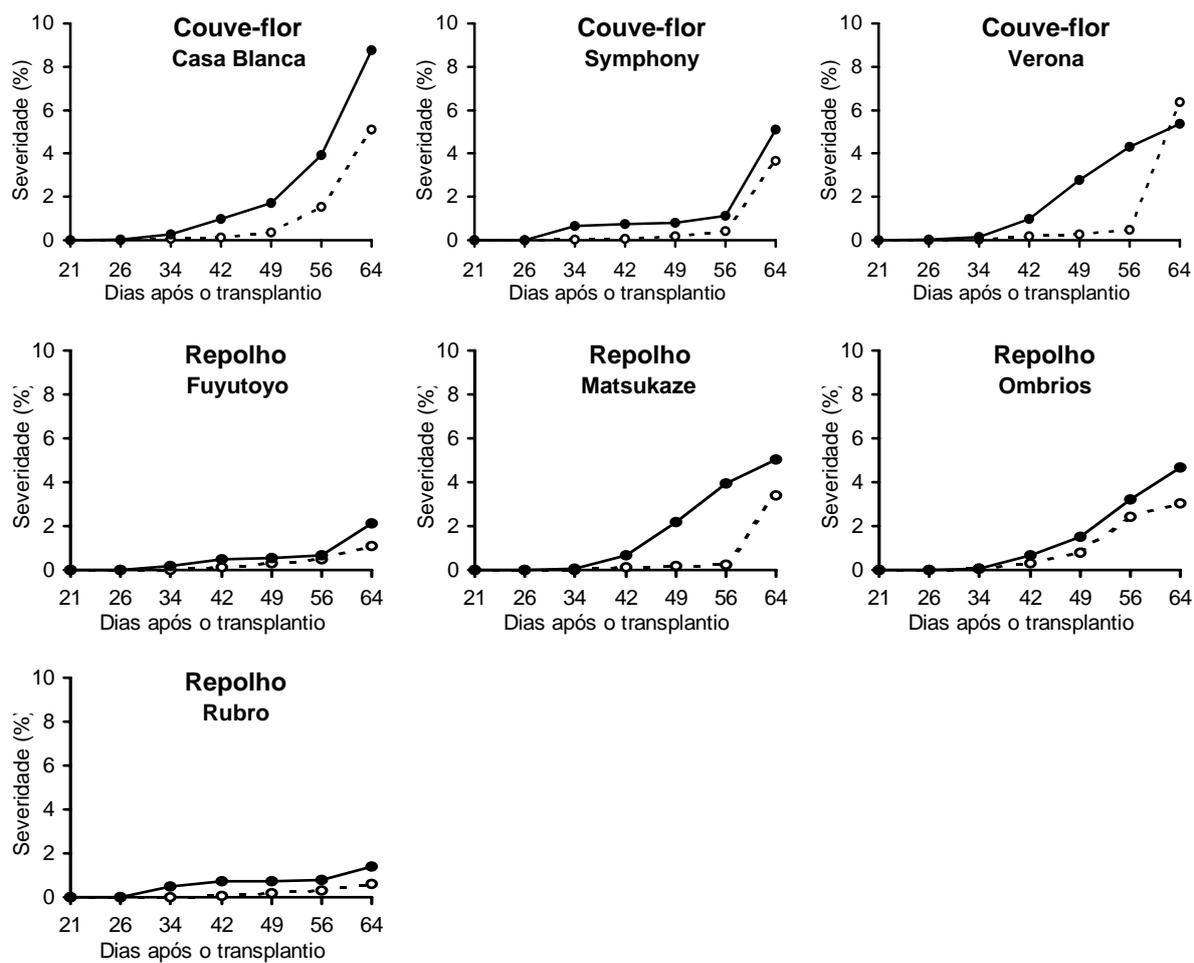
<sup>2</sup> Estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples, tendo tempo em dias após o transplantio como variável independente e os dados de severidade em proporção ( $y$ ), linearizados pela transformação logística [ $y = \ln[y/(1-y)]$ ], como variável dependente (3).

<sup>3</sup> Calculada e padronizada conforme Campbell & Madden (3).

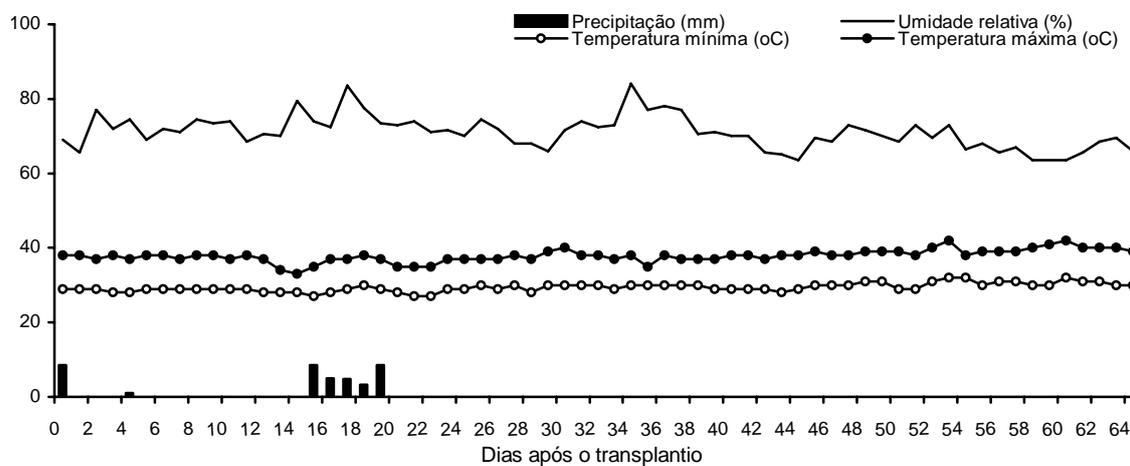
<sup>4</sup> Dados originais. Para efeito de análise estatística, os valores de  $y_{\max}$ , TPD e AACPD foram transformados para  $(x + 0,5)^{0,5}$ ,  $(x)^{0,5}$  e  $(x + 1,0)^{0,5}$ , respectivamente. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada cultivar e sistema de cultivo, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P=0,05$ ).



**Figura 1.** Curvas de progresso da severidade da alternariose em cultivares de brássicas nos sistemas de cultivo convencional (linhas tracejadas) e orgânico (linhas inteiras), em Chã Grande - PE.



**Figura 1.** Continuação ...



**Figura 2.** Curso diário da temperatura do ar média, umidade relativa do ar média e precipitação pluviométrica total em Chã Grande - PE, durante o período de execução do experimento.

## **Conclusões Gerais**

---

---

## CONCLUSÕES GERAIS

1. O cultivo orgânico de couve-chinesa propiciou condições mais favoráveis à epidemia da alternariose que os cultivos convencional e protegido;
2. O transplântio de mudas de couve-chinesa no mês de julho foi desfavorável à epidemia da alternariose;
3. Temperatura média abaixo de 25°C foi desfavorável ao desenvolvimento da alternariose da couve-chinesa;
4. A intensidade da alternariose em couve-chinesa foi menor no sistema de irrigação por gotejamento que por aspersão;
5. A utilização de espaçamentos de plantio de couve-chinesa mais adensados (0,30 x 0,30 e 0,33 x 0,33 m) favoreceu a epidemia da alternariose;
6. A única espécie de *Alternaria* detectada nas áreas de plantio foi *A. brassicicola*;
7. Dentre as brássicas, a couve-chinesa apresentou maior suscetibilidade a *A. brassicicola*;
8. As cultivares Marathon (brócolis), Tropical Pride e Tropical Delight (couve-chinesa), Arfak (couve-flor) e Matsukaze e Fuyutoyo (repolho) apresentaram maior resistência a alternariose;
9. A severidade da alternariose nas brássicas foi influenciada pela média da temperatura do ar nos 14 dias que antecederam a avaliação da doença;

10. A severidade da alternariose das brássicas não foi influenciada pela precipitação pluviométrica.