

LUIZ AUGUSTO MARTINS PERUCH

**LEVANTAMENTO DA INTENSIDADE DA ALTERNARIOSE E DA
PODRIDÃO NEGRA EM CULTIVOS ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS
E LONGEVIDADE DA ESPORULAÇÃO DE *Alternaria brassicicola*
EM RESTOS FOLIARES DE BRÓCOLIS**

**RECIFE – PE
MARÇO – 2004**

LUIZ AUGUSTO MARTINS PERUCH

**LEVANTAMENTO DA INTENSIDADE DA ALTERNARIOSE E DA
PODRIDÃO NEGRA EM CULTIVOS ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS
E LONGEVIDADE DA ESPORULAÇÃO DE *Alternaria brassicicola*
EM RESTOS FOLIARES DE BRÓCOLIS**

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
MARÇO – 2004**

**LEVANTAMENTO DA INTENSIDADE DA ALTERNARIOSE E DA
PODRIDÃO NEGRA EM CULTIVOS ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS
E LONGEVIDADE DA ESPORULAÇÃO DE *Alternaria brassicicola*
EM RESTOS FOLIARES DE BRÓCOLIS**

LUIZ AUGUSTO MARTINS PERUCH

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff – Orientador

Prof. Dr. Rildo Sartori Barbosa Coelho – Co-orientador

Prof. Dr. Dimas Menezes – Co-orientador

RECIFE – PE

MARÇO – 2004

**LEVANTAMENTO DA INTENSIDADE DA ALTERNARIOSE E DA
PODRIDÃO NEGRA EM CULTIVOS ORGÂNICOS DE BRÁSSICAS
E LONGEVIDADE DA ESPORULAÇÃO DE *Alternaria brassicicola*
EM RESTOS FOLIARES DE BRÓCOLIS**

LUIZ AUGUSTO MARTINS PERUCH

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: **18/03/2004**.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE)

EXAMINADORES:

Dr. Ailton Reis (Embrapa Hortaliças)

Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

Prof. Dr^a. Elineide Barbosa da Silveira (UFRPE)

Dr^a. Marleide Magalhães de Andrade Lima (IPA)

Prof. Dr. Rui Sales Junior (ESAM)

**RECIFE – PE
MARÇO – 2004**

AGRADEÇO

*A Deus pela saúde e serenidade que me concede nos
momentos de desafio e por ter permitido galgar
esse novo degrau*

OFEREÇO

*Aos meus pais Waldemiro e Therezinha,
irmãos Ademir, Christina, Mirian e Raquel,
sobrinhos Amabili, Beatriz, Guilherme, Sofia e
meu afilhado Bruno
com carinho*

*Para Juliana Machado Casali
pelo apoio, companheirismo,
e amor*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela formação oferecida através do Curso de Doutorado e à participação nos inúmeros eventos promovidos por esta notável instituição;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos e outros auxílios financeiros;

Ao Prof. Sami Jorge Michereff pela amizade, confiança e valiosos conhecimentos repassados durante a orientação deste trabalho;

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

À Coordenação e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Adriana, Darci e Ivanise, pelos préstimos e simpatia no dia-a-dia;

Às organizações de agricultores orgânicos, como a AMA-Gravatá, SERTA e AGRECO, pela contribuição na realização dos levantamentos;

À EPAGRI, pelo apoio no desenvolvimento da fase final do doutorado;

Ao motorista Sr. Gerson, pelo companheirismo durante as viagens;

Aos amigos Adelmo, Andréa Gomes, Andréa Baltar, André Menezes, Diógenes Batista, Erick Farias, Dario, Domingos Andrade, Fábio Aquino, Viviane Rodrigues, Lilian, Maria do Carmo, Marcelo e Regina Ceres, pelos excelentes momentos que dividimos;

Aos demais colegas do curso de Doutorado em Fitopatologia, pela confiança depositada em mim durante a representação estudantil;

Ao pessoal do Laboratório de Epidemiologia de Doenças de Plantas, Arlinda, Carol, Christiana, Iraíldes, Isaac, Jearbes, Gustavo, Henrique, Michelle, Otacílio e Pollyana, pela boa convivência durante este período;

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta durante meu Doutorado.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
SUMÁRIO	vii
RESUMO	vii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1 – Introdução Geral	12
Referências Bibliográficas	22
CAPÍTULO II – Levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina	26
Resumo	27
Abstract	28
Material e Métodos	30
Resultados e Discussão	31
Agradecimentos	39
Referências Bibliográficas	39
CAPÍTULO III – Longevidade da esporulação de <i>Alternaria brassicicola</i> em restos foliares de brócolis	42
Resumo	43
Abstract	44
Material e Métodos	46
Resultados	48
Discussão	52
Agradecimentos	55
Referências Bibliográficas	55
CONCLUSÕES GERAIS	58

RESUMO

O cultivo de brássicas tem destacada importância na olericultura brasileira. No entanto, a produção dessas olerícolas pode ser limitada pela ocorrência de doenças, dentre as quais se destacam a alternariose, causada por *Alternaria brassicicola* e/ou *Alternaria brassicae*, e a podridão negra, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos realizar o levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos Estados de Pernambuco e Santa Catarina, bem como avaliar a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis. Os levantamentos foram realizados no período de novembro de 2001 a fevereiro de 2002, num total de 103 cultivos orgânicos, incluindo brócolis, couve-chinesa, couve-flor, couve-manteiga e repolho. Foram registradas elevadas prevalências das doenças nos dois Estados, com exceção em couve-chinesa em Santa Catarina. A prevalência da alternariose foi de 100% nos cultivos de brócolis em Pernambuco, bem como em couve-flor nos dois Estados, enquanto a podridão negra atingiu esse nível nos cultivos de brócolis e couve-flor em Santa Catarina. Na média das diferentes espécies de brássicas, as doenças foram mais prevalentes em Pernambuco que Santa Catarina. Entretanto, quando consideradas as médias de severidade de cada doença no conjunto das brássicas, não foram constatadas diferenças significativas entre os dois Estados, embora as condições climáticas tenham sido nitidamente distintas. Os níveis de severidade das doenças foram baixos, tendo em vista que 98% dos cultivos apresentaram severidade inferior a 5%. A severidade da alternariose variou entre as espécies de brássicas em Pernambuco, com maior severidade registrada em couve-chinesa e menor em couve-manteiga, enquanto em Santa Catarina não foram constatadas diferenças significativas entre as brássicas. Em relação à podridão negra, somente em Santa Catarina houve diferença na severidade entre as brássicas, sendo registrados os menores níveis em couve-chinesa. Não foram constatadas correlações significativas entre os níveis de severidade da alternariose e da podridão negra, bem como da severidade destas com o número total de plantas e a idade das plantas nos cultivos. Foi também investigada a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis, considerando diferentes profundidades de incorporação dos restos, períodos do ano e sistemas de manejo do solo, em dois experimentos realizados em Urussanga - SC. Restos foliares de brócolis infectados pelo patógeno foram acondicionadas em sacolas de polietileno

perfuradas e distribuídos em parcelas no campo, na superfície do solo e nas profundidades de 5 e 10 cm. Nos dois experimentos foi verificada uma maior longevidade da esporulação nos restos foliares no período I, caracterizado por temperaturas mais amenas, maior umidade relativa do ar e menor precipitação pluvial que no período II. A profundidade de incorporação dos restos influenciou diretamente na esporulação de *A. brassicicola*, que foi inferior quando a incorporação foi efetuada a 10 cm de profundidade. Em relação aos sistemas de manejo, quando a fonte de inóculo foi depositada na superfície do solo não houve diferença na taxa de extinção da esporulação entre os solos sob manejo convencional e orgânico. No entanto, nas profundidades de 5 e 10 cm, essa taxa foi significativamente superior no solo sob manejo convencional. O manejo da alternariose em brócolis na região do estudo pode ser realizado pela combinação de vários métodos de controle, inclusive pela incorporação dos restos foliares infectados no solo, à profundidade mínima de 10 cm, combinado com rotação de culturas, visando um intervalo mínimo de 60 dias entre cultivos de brássicas.

ABSTRACT

The brassica cultivation has been of high importance in Brazil. However, the profitable crop production can be limited by occurrence of diseases such as Alternaria black spot, caused by *Alternaria brassicicola* and/or *Alternaria brassicae*, and black rot, caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. In that context, the present study had as objectives to evaluate the intensity of Alternaria black spot and of black rot diseases on brassica under organic cultivation in the states of Pernambuco and Santa Catarina, and the spore production longevity of *A. brassicicola* in leaf debris of broccolis. The intensity of the diseases was evaluated from November 2001 to February 2002, in 103 fields under organic farming systems, including broccoli, Chinese cabbage, cauliflower, kale and cabbage. High prevalence of the diseases was registered in both states, except on Chinese cabbage in Santa Catarina. Prevalence of Alternaria black spot was 100% on broccoli fields in Pernambuco, as well as on cauliflower in the two states, while the black rot reached that level on broccoli and cauliflower fields in Santa Catarina. In the average of the different brassica species, the diseases were more prevalent in Pernambuco than in Santa Catarina. However, when considered severity averages of each disease, no significant differences were verified between the two states, although the climatic conditions have been sharply different. The levels of disease severity were low, considering that 98% of the fields presented severity lower than 5%. The Alternaria black spot severity varied among the brassica species in Pernambuco, being higher on Chinese cabbage and lower on kale. In Santa Catarina no significant differences were verified among the brássicas species. In relation to the black rot, only in Santa Catarina there was difference in the disease severity among the brassicas, being registered the lowest level on Chinese cabbage. No significant correlations were verified between severity levels of Alternaria black spot and black rot, neither between disease severity and total number of plants or plant age. The spore production longevity of *A. brassicicola* was investigated in leaves debris of broccoli, considering different depths of debris incorporation, periods of the year, and systems of soil handling, in two experiments carried out in Urussanga city, State of Santa Catarina, Brazil. Infected leaves debris of broccoli were conditioned in bags of polyethylene and distributed in portions in the field, on the soil surface and at depths of 5 and 10 cm. Periodically, the debris in the bags were collected and conidia concentrations were quantified for longevity of spore production and

extinction rate. In both experiments there was higher spore production longevity in leaves debris in the period I, characterized by lighter temperatures, higher air relative humidity and lower pluvial precipitation than in the period II. Depth of debris incorporation influenced directly on *A. brassicicola* spores production, being lower when incorporation was made at 10 cm depth. In relation to soil handling systems, when the inoculum source was deposited on the soil surface there was not difference in the rate of spore production extinction between the soils under conventional and organic handling. However, at depths of 5 and 10 cm, the rate was significantly higher in the soil under conventional handling. The management of *Alternaria* black spot on broccoli at the area under study can be accomplished by integrated control, including the incorporation of infected leaves debris in the soil, at least 10 cm depth, along with crop rotation, for no less than a 60-day interval in subsequent brassica plantings.

Capítulo I

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

A família Brassicaceae é composta por várias espécies vegetais de destaque dentro da olericultura brasileira, como brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), couve-chinesa (*Brassica pekinnensis* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) (Filgueira, 2000).

A brócolis é uma variedade botânica da mesma espécie e morfologicamente semelhante à couve-flor, diferenciando-se desta por produzir uma inflorescência central de coloração verde, compacta (tipo cabeça) ou então inflorescências laterais (tipo ramoso). Essas inflorescências são formadas por pequenos botões florais ainda fechados e pedúnculos tenros. Existem cultivares de primavera-verão, como a Precoce de Piracicaba, e outros de ampla adaptabilidade termoclimática, como a Flórida. A cultura do tipo cabeça vem sendo expandida com o híbrido Legacy, que pode ser plantado no final do verão até meados do inverno nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A brócolis não tem a expressão econômica da couve-flor, porém é mais rica nutricionalmente (Filgueira, 2000). Em 1996, a produção brasileira de brócolis atingiu 36.307 t, da qual o estado de Pernambuco foi responsável por 212 t e o de Santa Catarina por 1.177 t. Pelo volume de produção, os municípios de Chã Grande e Caruaru destacaram-se como os principais produtores em Pernambuco, enquanto Anitápolis e Biguaçu, em Santa Catarina (IBGE, 1996).

A couve-chinesa é uma planta anual que apresenta folhas com a nervura central destacada e coloração branca. As folhas, espessas, se fecham formando uma cabeça compacta, globular-alongada. A maioria das cultivares produz melhor sob temperaturas amenas. Entretanto, híbridos como Komachi estão sendo introduzidos por serem mais tolerantes ao calor (Filgueira, 2000). A produção brasileira, em 1996, atingiu 265.000 t, dos quais 478 t foram produzidos em Pernambuco e 96 t em Santa Catarina. Em Pernambuco destacaram-se os municípios de Chã Grande e Camocim de São Félix. Em Santa Catarina, a couve-chinesa ainda é uma cultura de menor expressão, sendo os municípios de Anitápolis e Joinville responsáveis pela maior volume de produção (IBGE, 1996).

A couve-flor caracteriza-se por apresentar folhas alongadas com limbo elíptico. Semelhantemente as outras brássicas, a couve-flor apresenta quatro estádios de

desenvolvimento, diferenciando-se por sua parte comestível ser um meristema que dará origem aos primórdios florais. A cabeça é uma inflorescência imatura, de coloração branca ou creme, que se desenvolve sobre um caule curto. Atualmente, a cultivar mais plantada no Brasil é Piracicaba Precoce, embora a cultivar Verona também se destaca entre os produtores (Filgueira, 2000). Em 1996, a produção brasileira atingiu 139.134 t, sendo 1.357 e 20.564 t produzidas em Pernambuco e Santa Catarina, respectivamente. Em Pernambuco destacaram-se os municípios de Bezerros e Belo Jardim como os principais produtores, enquanto em Santa Catarina as maiores produções foram verificadas nos municípios de Águas Mornas e Anitápolis (IBGE, 1996).

A couve-manteiga apresenta um caule vertical, que sempre emite novas folhas, em seu ápice, bem como numerosos brotos laterais, que se originam nas axilas das folhas. As folhas constituem a parte comestível, apresentam um limbo muito desenvolvido e arredondado, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas (Filgueira, 2000). Na maioria das áreas de produção, a couve-manteiga é obtida de propagação vegetativa de clones tradicionais, não havendo aceitação pelos olericultores de cultivares, propagadas por sementes. Apesar da couve-manteiga obter menores valores de mercado que outras brássicas, tem expressão econômica pelo volume de produção e seu cultivo normalmente ocorrer juntamente com outras brássicas. A produção brasileira atingiu 96.915 t, em 1996. Os estados de Pernambuco e Santa Catarina contribuíram com 836 e 2.630 t, respectivamente. Para esta cultura, destacaram-se os municípios de Bom Jardim e Pombos em Pernambuco, bem como Biguaçu e Antônio Carlos em Santa Catarina (IBGE, 1996).

O repolho é uma planta herbácea, que apresenta folhas arredondadas e cerosas, havendo superposição das folhas centrais e formação de uma cabeça compacta. A tendência atual é a utilização de híbridos que apresentam larga adaptação termoclimática, possibilitando o plantio ao longo do ano, tendo a cultivar Fuyutoyo como um bom exemplo (Filgueira, 2000). O repolho é a olerícola mais importante da família Brassicaceae devido à ampla distribuição, facilidade de produção e grande consumo. Esta cultura também se destaca por possuir alta taxa de crescimento e elevado conteúdo de nutrientes de valor alimentar (Silva Júnior, 1989). No Brasil, a sua produção em 1996 atingiu 501.110 t, das quais Pernambuco contribuiu com 12.363 t e Santa Catarina com 51.305 t. Em Pernambuco, os municípios detentores das maiores produções foram Bezerros e Camocim de São Félix, enquanto que em Santa Catarina destacaram-se União do Oeste e Ituporanga (IBGE, 1996).

Apesar da grande adaptação às condições edafo-climáticas de Pernambuco e de Santa Catarina, as brássicas apresentam uma baixa produtividade, atribuídas, dentre outros fatores, à

ocorrência de doenças, destacando-se a alternariose e a podridão negra (Silva Júnior et al., 1987; IPA, 1997; Azevêdo et al., 2000; Azevêdo et al., 2002).

A alternariose é considerada a doença fúngica mais comum e destrutiva em brássicas, podendo ser causada por quatro espécies de *Alternaria*, sendo *A. brassicicola* (Schwn.) Wilt. e *A. brassicae* (Berk.) Sacc. as espécies mais frequentes em diversos países do mundo (Verma e Saharan, 1994), incluindo o Brasil (Reifschneider et al., 1983). Em Pernambuco, *A. brassicicola* tem sido a espécie predominante em plantios de brássicas com alternariose (Azevêdo et al., 2000; Azevêdo et al., 2002; Rodrigues et al., 2004a; Rodrigues et al., 2004b).

A espécie *A. brassicae* forma colônias profusas, cor pálida-olivácea, aveludada, sendo os conídios individuais facilmente visíveis sob 20 vezes de aumento no microscópio. O micélio é do tipo imerso. As hifas são septadas, ramificadas, hialinas, lisas e com largura de 4 a 8 μ . Os conidióforos crescem agrupados em grupos de 2 a 10 ou mais a partir da hifa, porém são usualmente solteiros, emergindo a partir dos estômatos. São eretos ou ascendentes, retos ou flexuosos, freqüentemente geniculados, mais ou menos cilíndricos e freqüentemente arredondados na base. Os conidiórios são septados, lisos, cor cinza pálido, comprimento de até 170 μ , 6 a 11 μ de espessura e apresentam uma ou várias pequenas cicatrizes. Os conídios são solitários ou ocasionalmente em cadeias de quatro, crescendo a partir de pequenos poros na parede do conidióforo. São retos ou levemente curvados, obtoclavados, rostrados, 16 a 19 (usualmente 11 a 15) septos transversos e 0 a 8 (usualmente 0 a 3) septos longitudinais ou oblíquos. A sua cor é pálida ou olivácea pálida ou ainda cinza-olivácea. As paredes são lisas ou inconspicuosamente verrugosas. O seu comprimento varia de 75 a 350 μ , sendo sua espessura na parte mais grossa é de 20 a 30 μ (algumas vezes até 40 μ), bico com 1/3 a 1/2 comprimento do conídio e 5 a 9 μ de espessura (Ellis, 1969a; Ellis, 1971; Holliday, 1980).

A espécie *A. brassicicola* se caracteriza por apresentar colônias profusas, marrom-oliváceas a marrom-escuras e aveludadas. O micélio é imerso, possui hifa ramificada, septada, cor marrom ou marrom-olivácea, inter e intracelular, lisa e com 1,5 a 7,5 μ de largura. Os conidióforos são solitários ou em grupos de 2 a 12 ou mais, porém usualmente são solteiros. São eretos ou ascendentes, ocasionalmente geniculados, mais ou menos cilíndricos, porém freqüentemente são arredondados na base. Os conidióforos são septados, cor pálida a marrom olivácea, liso com tamanho de até 70 μ de comprimento e 5 a 8 μ de espessura. Os conídios apresentam-se comumente em cadeias de 20 ou mais e algumas vezes ramificados. Estes são acropleurógenos, crescendo a partir de pequenos poros na parede do conidióforo, retos, quase cilíndricos, usualmente afinando suavemente até a ponta ou obtoclavado. A sua célula basal é

arredondada, bico quase não existente, célula apical sendo mais ou menos retangular ou parecendo um cone truncado, ocasionalmente melhor desenvolvido, mas sempre pequena e fina. O conídio apresenta de 1 a 11 septos, usualmente menos de seis, posicionados transversalmente, freqüentemente constrictos, e de cor pálida ou marrom oliváceo. A sua parede é lisa, tornando-se enrugada com a idade, tamanho de 18 a 130 μ de comprimento, 8 a 30 μ de espessura na parte mais larga, bico com 1/6 do comprimento do conídio e 6 a 8 μ de espessura (Ellis, 1969b; Ellis, 1971; Holliday, 1980).

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. Quando as plântulas sobrevivem, apresentam nanismo ou enfezamento. 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, as folhas amarelecem e secam. As lesões causadas por *A. brassicicola* são menores e mais escuras (Maringoni, 1997). Sobre as lesões da alternariose encontra-se uma massa pulverulenta escura formada por conídios e conidióforos dos fungos (Maringoni, 1997). As sementes infectadas, quando jovens, são destruídas ou ficam chochas, enquanto as sementes maduras podem ser infestadas e infectadas contendo o micélio dormente do fungo (Maringoni, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000).

Os danos provocados pela alternariose ocorrem devido à redução do *stand*, infestação das sementes, manchas nas folhas externas e nas cabeças das plantas, bem como podridões pós-colheita. Na sementeira, a doença pode ser bastante destrutiva, especialmente para as culturas de repolho e couve-flor. Quanto às sementes, são verificadas perdas quantitativas e qualitativas, principalmente em áreas de produção, onde plantas doentes apresentam menor produtividade, além de produzirem sementes de baixa qualidade sanitária (Wick e Hall, 1990). Na fase de pós-colheita ocorrem perdas por apodrecimento durante o transporte e armazenamento de partes doentes. Estas podem ser verificadas quando a doença provoca mancha ou apodrecimento das cabeças de couve-flor, repolho e brócolis (Sherf e Macnab, 1986). No campo, em períodos úmidos, quebras de produção maiores que 50% já foram registradas para as culturas de brócolis, couve-flor e repolho (Verma e Saharan, 1994).

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 sua disseminação

ocorre principalmente pelas sementes, mudas infectadas e pelo vento (Tokeshi e Salgado, 1980; Maringoni, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000). O conídio germina em presença de umidade e penetra, em geral, diretamente, através da cutícula intacta, embora *A. brassicae* também possa penetrar pelos estômatos (Verma e Saharan, 1994).

As fontes de inóculo primário de *A. brassicicola* são as sementes infectadas e os restos culturais que permanecem na lavoura após a colheita (Humpherson-Jones, 1992; Verma e Saharan, 1994; Carrijo e Rêgo, 2000). Nos restos culturais, *A. brassicicola* sobrevive saprofiticamente produzindo conídios, que constituem importante fonte de inóculo primário, principalmente em cultivos sucessivos (Humpherson-Jones, 1989; Humpherson-Jones, 1992; Strandberg, 1992; Verma e Saharan, 1994). Os conídios são os principais propágulos de disseminação do patógeno dentro da lavoura e entre áreas de plantio, tendo em vista serem facilmente disseminados pelo vento (Humpherson-Jones e Maude, 1982; Humpherson-Jones, 1992; Verma e Saharan, 1994; Chen et al., 2003). Sob prolongados períodos de condições favoráveis à doença, os conídios originados de poucas lesões podem produzir grande número de novas infecções e causar severos danos à cultura dentro de um tempo relativamente curto (Humpherson-Jones, 1992).

A longevidade da esporulação de *A. brassicicola* e *A. brassicae* em restos culturais de brássicas foi investigado na Inglaterra e na Índia. Na Inglaterra, em folhas de canola (*Brassica rapa* L.) e repolho distribuídas na superfície do solo em campo, lesões de *A. brassicicola* produziram esporos por até oito semanas em canola e 12 semanas em repolho, ambos no verão, sendo considerado um período de persistência adequado para propiciar sobrevivência do patógeno na ausência de cultivos na região (Humpherson-Jones, 1989). Na Índia, restos culturais de mostarda (*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss.) e canola, naturalmente infectados com *A. brassicae*, foram incorporado no solo a 10 cm de profundidade, sendo o patógeno recuperado mensalmente por até 12 meses, o tempo de duração do experimento (Ansari et al., 1989).

Para a ocorrência de epidemias de alternariose, tanto *A. brassicicola* quanto *A. brassicae* requerem umidade relativa superior a 87% (Humpherson-Jones e Phelps, 1989). O processo de infecção de ambos os patógenos somente é iniciado quando existe água livre na superfície do hospedeiro um período de 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, 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, que ocorre em concentrações mínimas no início da manhã e máximas no início da tarde (Humpherson-Jones e Maude, 1982).

O controle da alternariose praticado pelos produtores convencionais baseia-se, principalmente, na utilização de sementes de alta qualidade, tratadas com thiram, pentacloronitrobenzeno ou iprodione. Geralmente, são realizadas pulverizações preventivas na parte aérea das plantas com chlorothalonil, iprodione ou mancozeb, em diferentes concentrações e frequências de aplicações, são eficientes (Azevêdo et al., 2000). Além disso, é recomendado o tratamento hidrotérmico de sementes à 50 °C por 30 min, rotação de culturas durante 2 a 3 anos e eliminação dos restos de culturas infectados (Silva Júnior, 1989; Verma e Saharan, 1994; IPA, 1997; Maringoni, 1997). Na produção orgânica de brássicas, as principais medidas recomendadas para o controle da alternariose são a rotação de culturas, a irrigação por gotejamento, evitar plantio adensado e eliminação dos restos culturais (Rodrigues et al., 2004a).

A eliminação dos restos culturais é normalmente realizada pela incorporação dos mesmos ao solo, sendo fundamental o conhecimento do tempo necessário para decomposição, para que não sirvam de fonte de inoculo para novos cultivos (Humpherson-Jones, 1992). 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).

A podridão negra, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson, é considerada a principal doença em brássicas no mundo e ocorre em todos os continentes (Williams, 1980). No Brasil, esta doença é a principal bacteriose das brássicas (Lopes e Quezado-Soares, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000). Em Pernambuco, a podridão negra ocorre em todos os municípios produtores (Mariano e Michereff, 1994; Azevedo et al., 2000), enquanto em Santa Catarina já foram registradas severas epidemias (Silva Júnior, 1989).

O procarioto *X. campestris* pv. *campestris* é uma bactéria com formato de um bastonete reto, medindo 0,7 a 1,8 µm de comprimento e largura de 0,4 a 0,7 µm, Gram negativa e aeróbica. Possui um flagelo polar, com reação positiva para a produção de catalase,

oxidase e sulfito de hidrogênio, enquanto não produz nitrato e asparagina como fonte de carbono e nitrogênio, respectivamente. Em meio de cultura, forma colônias amareladas, convexas, mucóides e brilhantes, atingindo 1 a 2 mm de diâmetro em 48 horas. A bactéria tem o crescimento inibido por 0,1% de cloreto de trifeniltetrazólio e 2 a 5% de cloreto de sódio (NaCl). Esta bactéria hidrolisa fortemente o amido e liquefaz moderadamente a gelatina. (Onsando, 1992; Mariano et al., 2002).

Os sintomas da podridão negra manifestam-se em qualquer idade da planta. Nas sementeiras, é observada murcha e queima de uma ou de ambas as folhas cotiledonares, geralmente iniciando-se nas margens, progredindo para o interior das mesmas, que se tornam secas e caem. Nas folhas, a lesão apresenta a forma de "V" com o vértice voltado para o centro do limbo. Com o progresso da doença, a lesão avança para a nervura principal e torna-se marrom-clara, e a folha seca. A cabeça do repolho pode apresentar-se coberta por lesões necróticas. O patógeno torna-se sistêmico invadindo as nervuras secundárias e a principal da folha, que enegrecem progressivamente, enquanto a bactéria atinge o caule e a raiz (Tokeshi e Salgado, 1980; Onsando, 1992; Maringoni, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000).

A importância da podridão negra está relacionada a diversos fatores, em que se destacam: a doença se desenvolve em qualquer estágio de desenvolvimento da planta; a quantidade de inóculo necessário para dar origem a uma epidemia é muito baixa; as lesões servem de porta de entrada para outras doenças. Nas brássicas de folhas comestíveis, como a couve-chinesa, a couve-manteiga e o repolho, a doença provoca a inutilização da parte comercial da planta. Nas espécies que formam cabeças, como a brócolis e a couve-flor, causa grandes reduções na produtividade devido à redução da área fotossintética das plantas (Onsando, 1992).

As principais fontes de inóculo de *X. campestris* pv. *campestris* são sementes contaminadas, perfilhos infectados, restos culturais, solo infestado e ervas daninhas. A disseminação do inóculo ocorre principalmente por sementes contaminadas externamente ou internamente na região do folículo, sendo que essa contaminação varia de 6 a 8% nas sementes comerciais. Por ocasião da germinação, a bactéria é facilmente disseminada para as plântulas vizinhas provocando a queda dos cotilédones. No campo, a presença de água livre na superfície da folha, respingos de chuva, tratos culturais, roupas dos operários, insetos, animais e outros agentes disseminam a bactéria dentro da área de cultivo. À longa distância, a disseminação é feita principalmente por mudas contaminadas. A penetração da bactéria ocorre através de aberturas naturais da folha, principalmente dos hidatódios, e por ferimentos. Após a penetração, o patógeno multiplica-se intensamente e atinge os vasos, sendo levado a todos os

órgãos do patógeno (Williams, 1980; Onsando, 1992; Maringoni, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000).

As perdas provocadas pela doença variam consideravelmente dependendo das condições climáticas, podendo ocorrer perdas totais em cultivos de verão quente e úmido com cultivares suscetíveis (Carrijo e Rêgo, 2000). No Brasil, *X. campestris* pv. *campestris* se adapta a diversas condições ambientais, durante todos os períodos agrícolas (Tokeshi e Salgado, 1980). As epidemias podem ser favorecidas por solos úmidos e temperaturas elevadas, acima de 20°C, com um ótimo entre 28 e 30°C (Maringoni, 1997). Outra condição ambiental preponderante para o desenvolvimento da doença é presença de água sob forma de chuva, irrigação ou condensação por facilitar a penetração e a disseminação do patógeno (Williams, 1980; Onsando, 1992).

As principais medidas preconizadas para o controle da podridão negra em cultivos convencionais são: uso de sementes de boa qualidade; tratamento de sementes com antibióticos ou tratamento térmico a 50°C, por 25 a 30 minutos; uso de cultivares resistentes; destruição de restos de culturas; rotação de cultura por 2 a 3 anos com leguminosas, solanáceas ou gramíneas; desinfestação da sementeira com brometo de metila ou solução de formol a 40% (Onsando, 1992; Maringoni, 1997; Carrijo e Rêgo, 2000). Inexistem informações sobre o manejo da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas.

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 (Saminêz, 1999). A agricultura orgânica favorece uma maior independência dos agricultores quanto aos fatores de produção, além de conferir aos mesmos uma maior estabilidade financeira pela diversificação da produção, deixando-os menos vulneráveis às variações de preços de mercado e mais competitivos (Campanhola e Valarini, 2001). No entanto, existe pouco conhecimento institucional sobre sistemas orgânicos de produção, incluindo os aspectos relacionados às doenças de plantas (van Bruggen, 2001).

No Brasil, apesar do cultivo orgânico de hortaliças estar em franca expansão, existe grande deficiência de informações sobre o manejo de doenças (Rodrigues et al., 2004b). Particularmente em relação às brássicas, que tem destacada importância na olericultura orgânica brasileira devido ao grande volume de produção, ao retorno econômico propiciado e ao valor nutricional das culturas (Souza, 1999), a expansão da área cultivada não foi acompanhada de estudos sobre as principais doenças nas condições brasileiras, tendo em vista que inexistem levantamentos da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos

orgânicos, bem como estudos sobre a longevidade da esporulação de *Alternaria* em restos culturais de brássicas, informações fundamentais para o desenvolvimento de estratégias efetivas de manejo das doenças nas condições brasileiras.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos realizar o levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina, bem como avaliar a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis, considerando diferentes profundidades de incorporação dos restos culturais, períodos e sistemas de manejo do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSARI, N. A.; KHAN, M. W.; MUHEET, A. Survival and perpetuation of *Alternaria brassicae* causing Alternaria blight of oil seed crucifers. **Mycopathologia**, Dordrecht, v.105, n.1, p.67-70, 1989.

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.

AZEVÊDO, 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.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.18, n.3, p.69-101, 2001.

CARRIJO, I. V.; RÊGO, A. M. Doenças das brássicas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. v.1, p.335-364.

CHEN, L. Y.; PRICE, T. V.; PARK-NG, Z. Conidial dispersal by *Alternaria brassicicola* on Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in the field and under simulated conditions. **Plant Pathology**, London, v.52, n.5, p.536-545, 2003.

ELLIS, M.B. *Alternaria brassicae*. Commonwealth Mycological Institute. **Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria**. N. 163. Kew: CMI, 1969a.

ELLIS, M.B. *Alternaria brassicicola*. Commonwealth Mycological Institute. **Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria**. N. 162. Kew: CMI, 1969b.

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

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

HOLLIDAY, P. **Fungus diseases of tropical crops**. Cambridge: University Press of Cambridge, p.6-9, 1980.

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

HUMPHERSON-JONES, F. M. Epidemiology and control of dark leaf spot of brassicas. In: CHELKOWSKI, J.; VISCONTI, A. (Eds.) *Alternaria*: biology, plant diseases and metabolites. Amsterdam: Elsevier, 1992. p.267-288.

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, n.1, 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, n.3, p.449-459, 1989.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. [online]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1996. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 06 fev. 2004.

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

LOPES, C. A., QUEZADO-SOARES, A. M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília: EMPRAPA/CNPH, 1997. 70p.

MARIANO, R. L. R.; MICHEREFF, S. J. Lista comentada de bactérias fitopatogênicas registradas e/ou estudadas no estado de Pernambuco - Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.499-507, 1994.

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.

ONSANDO, J. M. Black rot of crucifers. In: CHAUBE, H. S.; KUMAR, J.; MUKHOPADHYAY, A. N. (Eds.). **Plant diseases of international importance: diseases of vegetables and oil seed crops**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. v.2, p.243-252.

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.

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**, Botucatu, v.30, n.2, p.219-225, 2004a.

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**, Botucatu, v.30, n.2, p.226-233, 2004b.

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

SHERF, A. F.; MACNAB, A. A. **Vegetable diseases and their control**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1986. 736p.

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

SILVA JÚNIOR, A. A.; MIURA, L.; YOKOYAMA, S. **Cultivares de repolho de verão em Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 20p. (EMPASC. Comunicado Técnico, 111).

SOUZA, J. L. **Cultivo orgânico de hortaliças: brócolis, couve-flor e repolho**. Viçosa: CPT, 1999. 134p.

STRANDBERG, J. O. *Alternaria* species that attack vegetable crops: biology and options for disease management. In: CHELKOWSKI, J.; VISCONTI, A. (Eds.) **Alternaria: biology, plant diseases and metabolites**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p.175-208.

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.

WICK, R.L.; HALL, R. *Alternaria* blight of crucifers. Amhest: University of Massachussets, 1990. Disponível em: <http://umassvegetable.org/soil_crop_pest_mgt/disease_mgt/alternaria_blight.html> Acesso em 03/01/04.

WILLIAMS, P. H. Black rot: a continuing threat to world crucifers. **Plant disease**, St. Paul, v.64, n.8, p.736-742, 1980.

Capítulo II

**Levantamento da intensidade da alternariose e da
podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em
Pernambuco e Santa Catarina**

Levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina

Luiz A.M. Peruch¹, Sami J. Michereff^{2*}, Issac B. Araújo²

¹Estação Experimental de Urussanga, EPAGRI S.A., CEP 88840-000, Urussanga-SC, Brasil.
E-mail: lamperuch@epagri.rct-sc.br

²Departamento de Agronomia – Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: sami@ufrpe.br

*Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

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

Autor para correspondência: Luiz A.M. Peruch

Aceito para publicação em:

RESUMO

Peruch, L.A.M.; Michereff, S.J.; Araújo, I.B. Levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina.

Summa Phytopathologica

O cultivo orgânico de brássicas pode ter a produção reduzida devido à ocorrência de doenças, destacando-se a alternariose, causada por *Alternaria brassicicola* e/ou *Alternaria brassicae*, e a podridão negra, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Foi realizado levantamento da intensidade dessas doenças nos estados de Pernambuco e Santa Catarina, no período de novembro de 2001 a fevereiro de 2002, num total de 103 cultivos orgânicos de várias espécies de brássicas. Foram registradas elevadas prevalências das doenças nos estados, com exceção em couve-chinesa em Santa Catarina. A prevalência da alternariose foi 100% nos cultivos de brócolis em Pernambuco, bem como em couve-flor nos dois estados, enquanto a podridão negra atingiu esse nível nos cultivos de brócolis e couve-flor em Santa Catarina. Na média das diferentes espécies de brássicas, as doenças foram mais prevalentes em Pernambuco que Santa Catarina. Entretanto, as médias de severidade de cada doença no conjunto das brássicas não foram diferentes entre os estados, embora as condições climáticas tenham sido nitidamente distintas. A severidade da alternariose variou entre as espécies de brássicas somente em Pernambuco, com a menor severidade registrada em couve-

manteiga. Em relação à podridão negra, apenas em Santa Catarina houve diferença na severidade entre as brássicas, sendo registrados os menores níveis em couve-chinesa. Não foram constatadas correlações significativas entre os níveis de severidade da alternariose e da podridão negra, bem como da severidade destas com o número total de plantas e a idade das plantas nos cultivos.

Palavras-chaves adicionais: *Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, severidade, prevalência.

ABSTRACT

Peruch, L.A.M.; Michereff, S.J.; Araújo, I.B. Survey of the intensity of *Alternaria* black spot and black rot on brassica species under organic farming systems. *Summa Phytopathologica*.

The yield of brassic under organic farming systems can be reduced due to the occurrence of *Alternaria* black spot, caused by *Alternaria brassicicola* and/or *Alternaria brassicae*, and black rot, caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. The intensity of these diseases was evaluated in the States of Pernambuco and Santa Catarina, from November 2001 to February 2002, in 103 fields under organic farming systems of different brassicas. High prevalence of the diseases was registered in both states, except on Chinese cabbage in Santa Catarina. Prevalence of *Alternaria* black spot was 100% on broccoli fields in Pernambuco, as well as on cauliflower in both states, while the black rot reached that level on broccoli and cauliflower fields in Santa Catarina. In the average of the different brassica species, the diseases were more prevalent in Pernambuco than in Santa Catarina. However, when considered severity averages of each disease, no significant differences were verified between the two states, although the climatic conditions have been sharply different. The *Alternaria* black spot severity varied among the brassica species in Pernambuco, being lower on kale. In Santa Catarina no significant differences were verified among the brassicas species. In relation to the black rot, only in Santa Catarina there was difference in the disease severity, being registered the lowest level on Chinese cabbage. No significant correlations were verified either between severity levels of *Alternaria* black spot and black rot, neither between disease severity and total number of plants or plant age.

Additional keywords: *Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, severity, prevalence.

O cultivo de brássicas tem destacada importância na olericultura orgânica brasileira, devido ao grande volume de produção, ao retorno econômico propiciado e ao valor

nutricional das culturas (25). Mesmo adaptadas às condições edafo-climáticas, a produção de brássicas pode ser limitada pela ocorrência de doenças, dentre as quais se destacam a alternariose, causada por *Alternaria brassicicola* (Schwn.) Wilt. e/ou *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., e a podridão negra, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson, e que provocam consideráveis reduções na produtividade e na qualidade dos produtos (18, 28). Essas doenças se desenvolvem em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas, são transmitidas por sementes e infectam as principais brássicas de interesse econômico, sendo que em períodos úmidos as culturas de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) podem ter a sua produção reduzida em mais de 50% (21, 27, 28).

A alternariose causa danos maiores quando ocorre na fase de sementeira, provocando necrose dos cotilédones, hipocótilo e tombamento, o que acarreta a destruição das plântulas ou inviabiliza o transplântio. Em plantas adultas, os sintomas ocorrem inicialmente nas folhas mais velhas, caracterizados por lesões pequenas e necróticas e, posteriormente, em todas as folhas, apresentando lesões circulares, concêntricas e com halo clorótico. A podridão negra caracteriza-se por lesões amarelas em forma de “V”, com o vértice voltado para o centro da folha. Com o desenvolvimento da doença, as folhas tornam-se amarelas e podem apresentar necrose. Em alguns casos, observa-se subdesenvolvimento, murcha, queda prematura de folhas e apodrecimento das plantas afetadas (18).

O desenvolvimento de sistemas orgânicos de produção, alternativos à utilização intensiva de defensivos químicos, 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 (26). Nesse contexto, apesar do cultivo orgânico de hortaliças estar em franca expansão no Brasil, existe grande deficiência de informações sobre o manejo de doenças nesse sistema de produção (22, 23). Em relação às brássicas, a expansão da produção orgânica não foi acompanhada de estudos sobre a intensidade das doenças, tendo em vista que inexistem levantamentos da severidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos nas condições brasileiras.

Levantamentos fitopatológicos têm como objetivos fornecer informações sobre a importância relativa das doenças, monitorar flutuações nas suas intensidades e verificar a eficiência e aceitação de práticas recomendadas de controle (12), constituindo-se, desta forma, num importante instrumento para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de doenças (3). Um aspecto pouco explorado nesses levantamentos é a comparação da

intensidade das doenças entre regiões produtoras localizadas em diferentes partes do país e com características climáticas distintas. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento da intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos períodos de novembro a dezembro de 2001 e de janeiro a fevereiro de 2002, foram realizados levantamentos da intensidade da alternariose e da podridão negra em plantios orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina, respectivamente. Os cultivos orgânicos atendiam as exigências da Instrução Normativa nº 007, de 19/05/1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que dispõe sobre a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Em Pernambuco foram amostrados 20 cultivos de brócolis, seis de couve-chinesa (*Brassica pekinensis* L.), nove de couve-flor, 19 de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) e 10 de repolho, enquanto em Santa Catarina foram amostrados 15 cultivos de brócolis, três de couve-chinesa, dois de couve-flor, 14 de couve-manteiga e cinco de repolho.

Utilizando-se a técnica de caminhamento em “W”, em cada cultivo foram selecionadas 50 plantas ao acaso, distribuídas em canteiros. A severidade foi determinada em cinco folhas basais de cada planta, pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escalas diagramáticas apresentando níveis de 0 a 50% para alternariose (4) e de 0 a 32% para podridão negra (2). A prevalência regional de cada doença foi determinada pela porcentagem de áreas com a doença em relação ao total de áreas amostradas (3).

Para verificação das espécies predominantes de *Alternaria* causadoras da alternariose, em todos os plantios com a ocorrência da doença 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 (6).

Informações adicionais sobre localização geográfica, cultivar, número de plantas e idade das plantas, foram obtidas em cada cultivo. Dados diários de temperatura e precipitação pluviométrica foram obtidos nas regiões amostradas, em estações meteorológicas.

Foram efetuadas comparações das médias de severidade de cada doença em relação às espécies de brássicas e entre os estados. As culturas de brócolis e couve-manteiga, que tiveram pelo menos 14 cultivos amostrados em cada estado, foram separadas em classes

considerando local de cultivo, cultivar, número de plantas e idade das plantas, cujos níveis de severidade das doenças foram comparados. Todas as comparações de médias foram realizadas com testes não-paramétricos ao nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o teste Wilcoxon quando comparadas duas médias e o teste de Kruskal-Wallis quando comparadas mais de duas médias. Foi também efetuada a análise de correlação de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade, entre severidades das doenças, números de plantas e idades das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas elevadas prevalências da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina, com exceção em couve-chinesa no último estado (Tabela 1). A prevalência da alternariose foi 100% nos cultivos de brócolis em Pernambuco, bem como em couve-flor nos dois estados. A prevalência da podridão negra atingiu 100% nos cultivos de brócolis e couve-flor, ambos em Santa Catarina. Essas elevadas prevalências na maioria das brássicas indicam a grande importância dessas doenças para as culturas nos estados, destacando a adaptabilidade dos patógenos aos ambientes e aos hospedeiros.

Na maioria das vezes, as duas doenças ocorriam simultaneamente num mesmo cultivo e, em muitos casos, na mesma planta. Na média das diferentes espécies de brássicas, a alternariose e a podridão negra foram mais prevalentes em Pernambuco que em Santa Catarina (Tabela 1). Apesar da importância das doenças, são escassas as informações precisas sobre a intensidade da alternariose e da podridão negra em cultivos de brássicas nas condições brasileiras. A única informação disponível refere-se aos levantamentos em cultivos convencionais de repolho, principalmente com a cultivar Midori, realizados em Pernambuco nas safras 1997 e 1998, nos quais a alternariose e a podridão negra foram constatadas em no mínimo 95% das áreas amostradas (2), superando os valores registrados nos cultivos orgânicos dessa cultura nesse estudo.

Os níveis de severidade da alternariose e da podridão negra nos cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina foram baixos, tendo em vista que do total de 103 cultivos amostrados, 98% apresentou níveis de severidade das doenças inferiores a 5%. Esses níveis assemelham-se aos constatados em cultivos convencionais de repolho nas safras 1997 e 1998 (2), bem como na análise do comportamento de cultivares de brássicas no sistema orgânico (23), ambos em Pernambuco. Principalmente no caso da alternariose, mesmo em níveis baixos de severidade os prejuízos resultantes são importantes, tendo em vista que os

sintomas da doença atingem diretamente as partes comercializáveis, desqualificando os produtos para o comércio ou reduzindo a remuneração dos mesmos.

Tabela 1. Prevalência (%)¹ da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina. Safra 2001/2002.

Cultura	Alternariose		Podridão negra	
	Pernambuco ²	Santa Catarina ³	Pernambuco	Santa Catarina
Brócolis	100,0	86,7	80,0	100,0
Couve-chinesa	83,3	0,0	66,7	0,0
Couve-manteiga	57,9	64,3	73,7	78,6
Couve-flor	100,0	100,0	88,9	100,0
Repolho	90,0	80,0	70,0	40,0
Média	86,2	66,2	75,9	63,7

¹Porcentagem de cultivos com a doença em relação ao total de cultivos amostrados.

²Considerando 20 cultivos de brócolis, 6 de couve-chinesa, 9 de couve-flor, 19 de couve-manteiga e 10 de repolho.

³Considerando 15 cultivos de brócolis, 3 de couve-chinesa, 2 de couve-flor, 14 de couve-manteiga e 5 de repolho.

Em Pernambuco, a severidade média da alternariose nos cultivos variou entre 0,02 e 4,78% em brócolis, 0 e 5,80% em couve-chinesa, 0,02 e 6,09% em couve-flor, 0 e 1,38% em couve-manteiga e 0 e 3,28% em repolho. Quanto à podridão negra a severidade variou entre 0 e 3,84% em brócolis, 0 a 1,54% em couve-chinesa, 0 e 2,47% em couve-flor, 0 a 1,56% em couve-manteiga e 0 e 4,02% em repolho. Em Santa Catarina a severidade média da alternariose nos cultivos variou entre 0 e 4,41% em brócolis, 0,25 e 0,75% em couve-flor, 0 e 0,75% em couve-manteiga e 0 e 3,98% em repolho. Quanto à podridão negra a severidade variou entre 0,03 e 3,81% em brócolis, 0,98 e 3,50% em couve-flor, 0 a 3,50% em couve-manteiga e 0 e 3,42% em repolho.

A severidade da alternariose variou significativamente ($P=0,05$) entre as espécies de brássicas em Pernambuco, com maior nível em couve-chinesa e menor em couve-manteiga, enquanto em Santa Catarina não foram constatadas diferenças significativas entre as brássicas (Tabela 2). Variação significativa nos níveis de severidade da alternariose entre as espécies de brássicas também foi constatada por Rodrigues et al. (23), ao analisarem o comportamento de cultivares no sistema orgânico, embora os maiores níveis tenham sido registrados em couve-flor, enquanto no presente estudo tenha ocorrido em couve-chinesa. Em relação à podridão negra, inexistem outros estudos comparando a severidade em diferentes espécies de brássicas.

Quando comparados os dois estados em relação a uma mesma espécie de brássica, somente em couve-chinesa houve diferença significativa entre os níveis de severidade da alternariose, tendo em vista que em Santa Catarina não foi detectada a doença (Tabela 2). A

não ocorrência da alternariose nos cultivos de couve-chinesa é surpreendente, tendo em vista que se encontravam frequentemente ao lado de outras brássicas com sintomas da doença. Além disso, inexistem relatos de cultivares comerciais com elevados níveis de resistência à doença (23), bem como de especialização fisiológica em *A. brassicicola* (10), embora tenha sido detectada variabilidade patogênica nas populações desse fungo (19).

Tabela 2. Severidade (%)¹ da alternariose e da podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas nos estados de Pernambuco e Santa Catarina. Safra 2001/2002.

Cultura	Alternariose		Podridão negra	
	Pernambuco ²	Santa Catarina ³	Pernambuco	Santa Catarina
Brócolis	1,87 aA ⁴	1,25 aA	0,46 aB	1,48 aA
Couve-chinesa	2,23 aA	0,00 aB	0,59 aA	0,00 bB
Couve-manteiga	0,23 bA	0,15 aA	0,27 aA	0,61 abA
Couve-flor	1,29 abA	0,50 aA	0,53 aB	2,24 aA
Repolho	1,46 aA	1,71 aA	1,12 aA	1,31 abA
Média	1,42 A	0,72 A	0,59 A	1,13 A

¹Estimada em cinco folhas basais por planta, pela porcentagem de área foliar lesionada com o auxílio de escalas diagramáticas, em 50 plantas por cultivo.

²Média de 20 cultivos de brócolis, 6 de couve-chinesa, 9 de couve-flor, 19 de couve-manteiga e 10 de repolho.

³Média de 15 cultivos de brócolis, 3 de couve-chinesa, 2 de couve-flor, 14 de couve-manteiga e 5 de repolho.

⁴Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada doença, não diferem significativamente entre si pelos testes de Kruskal-Wallis (P=0,05) e Wilcoxon (P=0,05), respectivamente.

Em relação à podridão negra, somente em Santa Catarina houve diferença na severidade entre as brássicas, sendo registrados os menores níveis em couve-chinesa (Tabela 2). Na comparação dos estados, Pernambuco apresentou níveis de severidade significativamente superiores de podridão negra em couve-chinesa, enquanto Santa Catarina se destacou em brócolis e couve-flor (Tabela 2).

Quando consideradas as médias de severidade de cada doença no conjunto das brássicas, não foram constatadas diferenças significativas entre os dois estados (Tabela 2), embora nos períodos de realização dos levantamentos as condições climáticas nos dois estados tenham sido nitidamente distintas. Em Pernambuco, a temperatura média foi de 33,4 °C, com precipitação total de 53,1 mm, distribuída em 5,2 dias de chuva. Em Santa Catarina, a temperatura média foi de 23,7 °C, com precipitação total de 502,5 mm, distribuída em 38,3 dias de chuva.

O desenvolvimento das epidemias de alternariose e podridão negra em brássicas depende das condições ambientais, da resistência do hospedeiro e dos níveis de inóculo inicial (7, 13, 17, 23, 27, 28). Embora as condições ambientais nos estados de Pernambuco e Santa Catarina tenham sido muito diferentes, principalmente em relação à elevada pluviosidade, que

na maioria das vezes é correlacionada positivamente com a elevada severidade dessas doenças (11, 15, 17, 27), essa expectativa não se concretizou quando comparada aos níveis das doenças verificados em Pernambuco, onde a pluviosidade foi muito inferior. Esses resultados indicam a grande adaptabilidade dos patógenos às diferentes condições ambientais, bem como a possibilidade de outros fatores terem sido determinantes para a ocorrência das doenças.

No caso da alternariose, a semelhança nos níveis de severidade entre os dois estados não chega a surpreender, tendo em vista que a flexibilidade ambiental de algumas espécies de *Alternaria* em relação à capacidade de causar doenças tem sido evidenciada em vários patossistemas (24). No entanto, como *X. campestris* pv. *campestris* é disseminada principalmente durante a chuva (28), sendo o progresso da doença na maioria das vezes correlacionado positivamente com a frequência de chuvas (15, 28), seriam esperadas diferenças significativas na severidade da doença entre os dois estados.

Nos dois estados, os locais de cultivo de brócolis não diferiram significativamente entre si quanto aos níveis de severidade da podridão negra. Em relação à alternariose, os cultivos em Urubici diferiram significativamente dos demais de Santa Catarina, enquanto não houve diferença entre os locais de cultivo em Pernambuco (Tabela 3). Quando comparados os níveis das doenças em cada local, nos cultivos de Florianópolis e Santo Amaro da Imperatriz, em Santa Catarina, a severidade da podridão negra foi significativamente superior à da alternariose, o inverso sendo registrado em Urubici.

Nos plantios de brócolis de Pernambuco foram utilizadas somente duas cultivares, com predominância da cultivar Piracicaba de Verão (65%), que apresentou nível de severidade da alternariose significativamente inferior ao verificado na cultivar Precoce de Piracicaba, embora sem diferir desta em relação à podridão negra (Tabela 3). Quando comparados os níveis das doenças em cada cultivar, somente na ‘Precoce de Piracicaba’ a severidade da alternariose foi significativamente superior à da podridão negra (Tabela 3). Nos plantios de brócolis de Santa Catarina foi observada maior diversidade de cultivares, com predominância de ‘Piracicaba de Verão’ (40%) seguida de ‘Marathon’ (33%). Foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares somente em relação à severidade da alternariose, sendo que ‘Legacy’ apresentou nível significativamente superior às demais cultivares (Tabela 3), assemelhando-se ao constatado previamente quando essa cultivar foi confrontada com outras para avaliação dos níveis de resistência à doença no sistema orgânico (23).

Quando comparados os números de plantas de brócolis por cultivo, não foram constatadas diferenças significativas entre as classes quanto aos níveis de severidade das

doenças nos dois estados, bem como entre as doenças dentro de cada classe em Santa Catarina. Em Pernambuco, a severidade da alternariose foi significativamente superior à da podridão negra nas classes de 50-150 plantas e 151-300 plantas (Tabela 3). Em relação à idade das plantas de brócolis, em Santa Catarina não foram constatadas diferenças significativas entre as classes quanto aos níveis de severidade das doenças, bem como entre as doenças dentro de cada classe. Em Pernambuco foram verificadas diferenças significativas na severidade da alternariose entre as classes de idade, sendo superior na classe de 51-100 dias de idade. Nessa mesma classe, a severidade da alternariose foi significativamente superior à podridão negra (Tabela 3).

Em relação à couve-manteiga, nos dois estados os locais de cultivo não diferiram significativamente entre si quanto aos níveis de severidade da alternariose. Quanto à podridão negra, somente em Santa Catarina foram constatadas diferenças entre os locais de cultivo, sendo que em Santo Amaro da Imperatriz foram registrados os maiores níveis da doença (Tabela 3). Em todas as áreas amostradas, nos dois estados, a couve-manteiga era propagada vegetativamente, por clones tradicionais não identificados, sem a utilização de cultivares propagados por sementes.

Quando comparados os números de plantas e as idades das plantas de couve-manteiga por cultivo, nos dois estados não foram constatadas diferenças significativas entre as classes quanto aos níveis de severidade da alternariose e da podridão negra, bem como entre as doenças dentro de cada classe (Tabela 3).

As variações significativas nos níveis de severidade da alternariose e da podridão negra em algumas das situações consideradas nos cultivos de brócolis e couve-manteiga nos dois estados podem estar associadas à presença de maior quantidade de inóculo na época de plantio ou chegada de inóculo externo durante o ciclo da cultura, a exemplo do verificado em Pernambuco quando analisadas epidemias dessas doenças em cultivos de repolho no sistema convencional (1).

Tabela 3. Severidade (%)¹ da alternariose (AL) e da podridão negra (PN) em cultivos orgânicos de brócolis e couve-manteiga nos estados de Pernambuco e Santa Catarina, considerando local de cultivo, cultivar, número de plantas e idade das plantas. Safra 2001/2002.

Pernambuco			Santa Catarina		
Brócolis					
Local	AL	PN	Local	AL	PN
Bom Jardim	0,06 aA ²	0,07 aA	Araranguá	1,20 bA	1,44 aA
Chã Grande	1,92 aA	1,00 aA	Biguaçú	0,27 bA	1,40 aA
Gravatá	2,28 aA	0,40 aA	Florianópolis	0,00 bB	0,32 aA
Glória de Goitá	0,02 aA	0,00 aA	Paulo Lopes	0,95 bA	3,81 aA
			Sta. Rosa Lima	1,39 bA	2,04 aA
			Sto. Amaro Imperatriz	0,02 bB	1,58 aA
			Urubici	4,11 aA	0,07 aB
Cultivar	AL	PN	Cultivar	AL	PN
Precoce de Piracicaba	2,57 aA	0,20 aB	Legacy	4,11 aA	0,07 aB
Piracicaba de Verão	1,03 bA	0,79 aA	Marathon	0,49 bB	1,32 aA
			Precoce de Piracicaba	0,68 bA	0,77 aA
			Piracicaba de Verão	1,13 bA	2,32 aA
Número de plantas	AL	PN	Número de plantas	AL	PN
50-150	1,50 aA	0,68 aB	50-500	0,83 aA	1,82 aA
151-300	2,68 aA	0,33 aB	501-1000	0,00 aA	0,06 aA
>300	1,32 aA	0,22 aA	>1000	2,62 aA	0,99 aA
Idade das plantas	AL	PN	Idade das plantas	AL	PN
1-50	0,37 bA	0,20 aA	1-50	0,65 aA	0,60 aA
51-100	2,47 aA	0,33 aB	51-100	1,46 aA	1,66 aA
>100	0,74 bA	1,92 aA	>100	1,13 aA	1,91 aA
Couve-manteiga					
Local	AL	PN	Local	AL	PN
Bom Jardim	0,21 aA	0,30 aA	Araranguá	0,01 aA	0,34 bA
Chã Grande	0,03 aA	0,09 aA	Biguaçú	0,00 aA	0,10 bA
Gravatá	0,54 aA	0,51 aA	Florianópolis	0,00 aA	0,00 bA
Glória de Goitá	0,02 aA	0,00 aA	Paulo Lopes	0,00 aA	0,95 bA
			Sta. Rosa	0,28 aA	0,46 bA
			Sto. Amaro	0,00 aB	3,50 aA
			Urubici	0,06 aA	0,12 bA
Número de plantas	AL	PN	Número de plantas	AL	PN
50-150	0,20 aA	0,33 aA	50-150	0,26 aA	0,59 aA
151-300	0,02 aA	0,00 aA	151-300	0,03 aA	0,05 aA
>300	0,35 aA	0,19 aA	>300	0,03 aA	0,87 aA
Idade das plantas	AL	PN	Idade das plantas	AL	PN
1-100	0,29 aA	0,16 aA	1-100	0,02 aA	0,68 aA
101-200	0,18 aA	0,41 aA	101-200	0,24 aA	0,66 aA
>200	0,01 aA	0,38 aA	>200	0,12 aA	0,58 aA

¹Estimada em cinco folhas basais por planta, pela porcentagem de área foliar lesionada com o auxílio de escalas diagramáticas, em 50 plantas por cultivo.

²Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada estado e tipo de brássica, não diferem significativamente entre si pelos testes de Kruskal-Wallis (P=0,05) e Wilcoxon (P=0,05), respectivamente.

As variações significativas nos níveis de severidade da alternariose e da podridão negra em algumas das situações consideradas nos cultivos de brócolis e couve-manteiga nos dois estados podem estar associadas à presença de maior quantidade de inóculo na época de plantio ou chegada de inóculo externo durante o ciclo da cultura, a exemplo do verificado em Pernambuco quando analisadas epidemias dessas doenças em cultivos de repolho no sistema convencional (1).

Na maioria dos cultivos de brássicas de Pernambuco e Santa Catarina, as folhas doentes retiradas de plantas em crescimento e os restos culturais após a colheita são mantidos dentro da área de plantio, constituindo importantes fontes de inóculo primário. Além disso, em quase todos os cultivos, as mudas foram produzidas em canteiros a céu aberto, próximos à área de cultivo, o que pode facilitar a infecção de plântulas com inóculo oriundo de outras fontes que não as sementes. A alternariose é uma doença policíclica com grande capacidade de produção de inóculo secundário (7). Entretanto, sua 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 (27). Como a podridão negra é uma doença policíclica com número limitado de ciclos por ano (13), a densidade do inóculo de *X. campestris* pv. *campestris* em restos culturais e no solo pode ter uma função crítica no desenvolvimento poliético da doença (5, 14, 15). Adicionalmente, estudos envolvendo a disseminação da podridão negra e da alternariose em plantios de repolho têm evidenciado a necessidade de numerosos focos iniciais para que ocorram epidemias severas (1, 16), reforçando a importância dos restos culturais infectados na epidemia das doenças.

Não foram constatadas correlações significativas entre os níveis de severidade da alternariose e da podridão negra, embora estudo realizado previamente (1) tenha constatado que as epidemias dessas doenças em repolho em Pernambuco, na maioria das variáveis analisadas, apresentaram muita similaridade, apesar de serem causadas por patógenos bastante distintos. O número total de plantas e a idade das plantas nos cultivos de brássicas também não se correlacionaram significativamente com os níveis de severidade das doenças, assemelhando-se ao verificado no levantamento dessas doenças em cultivos convencionais de repolho, nas safras 1997 e 1998 (2). Embora não confirmado nesse estudo, existem vários relatos do aumento da susceptibilidade à alternariose em brássicas com o aumento da idade da planta (8, 10, 24, 27). Quanto ao tamanho da população do hospedeiro em relação à severidade da alternariose e da podridão negra, inexistem estudos sobre esse aspecto, o que

dificulta possíveis comparações. O efeito da população hospedeira pode ser melhor analisado quando a área é padronizada, o que leva ao efeito do espaçamento de plantio. Nesse aspecto em particular, os níveis de severidade da alternariose podem ser reduzidos pela utilização de maiores espaçamentos (22, 27), pois 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, bem como causa o estiolamento de plantas, atraso na maturação de tecidos jovens e senescência prematura de órgãos individuais ou plantas inteiras (20), o que para as brássicas freqüentemente resulta no aumento da suscetibilidade a *Alternaria* e da severidade da alternariose (27).

Em relação às espécies de *Alternaria* causadoras de alternariose, em Pernambuco houve predominância de *A. brassicicola*, detectada em 69% das amostras avaliadas, enquanto *A. brassicae* foi constatada em 31% das amostras, sendo as duas espécies constatadas freqüentemente sob couve-chinesa, couve-flor, couve-manteiga e repolho. Em brócolis, *A. brassicae* foi constatada em apenas uma área de cultivo, o que indica uma predominância de *A. brassicicola*. Em Santa Catarina foi constatada somente *A. brassicicola*, infectando brócolis, couve-comum, couve-flor e repolho, mas não sob couve-chinesa.

As duas espécies foram identificadas sob todos os hospedeiros amostrados nesse estado, embora *A. brassicae* infectando brócolis tenha sido registrada em apenas um cultivo. A predominância de *A. brassicicola* nas brássicas cultivadas em Pernambuco confirma resultados anteriores (1, 2, 19, 22, 23), tendo em vista a maior esporulação e infecção desse patógeno em temperaturas elevadas e adaptação às interrupções do período de molhamento (11). Por outro lado, *A. brassicae* não havia sido registrada previamente em cultivos de brássicas nesse estado.

Em Santa Catarina foi constatada somente *A. brassicicola*, um fato inesperado, tendo em vista que as condições climáticas predominantes foram mais favoráveis à *A. brassicae*, que ocorre com maior freqüência em regiões de clima ameno, pois apresenta esporulação ótima entre 18-24°C e requer umidade relativa $\geq 91,5\%$, bem como o processo de infecção é favorecido entre 15-25°C (8, 10, 27).

A alternariose e a podridão negra são, portanto, doenças importantes em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina, necessitando de maiores estudos sobre as epidemiologias e as estratégias de manejo, visando minimizar as perdas na produção orgânica. Outro aspecto a considerar é que o desenvolvimento das doenças em campo pode ter sido resultado da combinação de diferentes aspectos associados aos cultivos orgânicos de

brássicas, às condições ambientais e às práticas culturais adotadas, não necessariamente consideradas no presente estudo. Nesse sentido, segundo Kocks (13), os dados de levantamentos fitopatológicos não podem ser analisados completamente por interações simples, uma vez que o número de campos com o mesmo histórico em relação aos aspectos da cultura e práticas culturais na maioria das vezes é baixo.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos agricultores orgânicos de Pernambuco e Santa Catarina, que permitiram a realização do presente estudo em suas propriedades, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. Azevêdo, 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.
3. Campbell, C. L.; Madden, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 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. Dzhililov, F. S.; Tiwari, R. D. Soil and cabbage plant debris as infection sources of black rot. **Archives für Phytopathologische und Pflanzenschutz**, Berlin, v.28, n.4, p.383-387. 1995.
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. Hong, C. X.; Fitt, B. D. Effects of inoculum concentration, leaf age and wetness period on the development of dark leaf and pod spot (*Alternaria brassicae*) on oilseed rape (*Brassica napus*). **Annals of Applied Biology**, London, v.127, n.2, p.283-295, 1995.
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. Epidemiology and control of dark leaf spot of brassicas. In: Chelkowski, J.; Visconti, A. (Eds.) **Alternaria: biology, plant diseases and metabolites**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p.267-288.
11. 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.
12. King, J. E. Cereal survey methodology in England and Wales. In: Teng, P. S.; Krupa, S. V. (Eds.) **Crop loss assessment which constrain production and crop improvement in agriculture and forestry**. Minnesota: University of Minnesota, 1980. p.124-133. (Agricultural Experiment Station. Miscellaneous Publication, 7).
13. Kocks, C. G. **Black rot cabbage in The Netherlands**: studies on spatial and temporal development. 1998. 200f. Thesis (PhD in Phytopathology) - Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
14. Kocks, C. G.; Ruissen, M. A.; Zadoks, J. C.; Duijkers, M. G. Survival and extinction of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in soil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.104, n.9, p.911-923, 1998.
15. Kocks, C. G.; Zadoks, J. C. Cabbage refuse piles as sources of inoculum for black rot epidemics. **Plant Disease**, St. Paul, v.80, n.7, p.789-792, 1996.
16. Kocks, C. G.; Zadoks, J. C.; Ruissen, T. A. Response of black rot in cabbage to spatial distribution of inoculum. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.104, n.7, p.713-723, 1998.
17. Kocks, C. G.; Zadoks, J. C.; Ruissen, T. A. Spatio-temporal development of black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) in cabbage in relation to initial inoculum levels in field plots in The Netherlands. **Plant Pathology**, London, v.48, n.2, p.176-188, 1999.
18. 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.
19. Michereff, S. J.; Noronha, M. A.; Rocha Jr, O. M.; Silva, J. A.; Mizubuti, E. S. G. Variabilidade de isolados de *Alternaria brassicicola* no estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.28, n.6, p.656-663, 2003
20. Palti, J. **Cultural practices and infectious crop diseases**. Berlin: Springer-Verlag, 1981. 243p.
21. Ramsey, G. B.; Smith, M. A. **Market diseases of cabbage, cauliflower, turnips, cucumbers, melons and related crops**. Washington: United States Department of Agriculture, 1961. 35p.
22. 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**, Botucatu, v.30, n.2, p.219-225, 2004.
23. 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**, Botucatu, v.30, n.2, p.226-233, 2004.
24. Rotem, J. **The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity**. St. Paul: APS Press, 1994. 326p.
25. Souza, J. L. **Cultivo orgânico de hortaliças: brócolis, couve-flor e repolho**. Viçosa: CPT, 1999. 134p.
26. van Bruggen, A. Switching over to organic farming systems: consequences for plant pathological research. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.145, 2001.
27. Verma, P. R.; Saharan, G. S. **Monograph on *Alternaria* diseases of crucifers**. Saskatoon: Minister of Supply and Services Canada, 1994. 162p.
28. Willians, P. H. Blackrot: a countinuing threat to world crucifers. **Plant Disease**, St. Paul, v.64, n.8, p.736-742, 1980.

Capítulo III

**Longevidade da esporulação de *Alternaria brassicicola* em
restos foliares de brócolis**

Longevidade da esporulação de *Alternaria brassicicola* em restos foliares de brócolis

Luiz A.M. Peruch¹, Sami J. Michereff²

¹Estação Experimental de Urussanga, EPAGRI S.A., CEP 88840-000, Urussanga-SC, Brasil.
E-mail: lamperuch@epagri.rct-sc.br

²Departamento de Agronomia – Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: sami@ufrpe.br. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

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

Autor para correspondência: Luiz A.M. Peruch

Aceito para publicação em:

RESUMO

Peruch, L.A.M.; Michereff, S.J. Longevidade da esporulação de *Alternaria brassicicola* em restos foliares de brócolis. *Summa Phytopathologica*

O fungo *Alternaria brassicicola* é o principal agente causal da alternariose das brássicas no Brasil, mas inexistem estudos sobre os fatores que afetam a longevidade desse patógeno em restos culturais nas condições brasileiras. Foi investigada a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis, considerando diferentes profundidades de incorporação no solo, períodos do ano e sistemas de manejo do solo, em dois experimentos realizados em Urussanga - SC. Restos foliares de brócolis infectados pelo patógeno foram distribuídas em parcelas no campo, na superfície do solo e nas profundidades de 5 e 10 cm. Periodicamente, os restos foliares foram coletados e a concentração de conídios quantificada, sendo obtida a longevidade da esporulação e a taxa de extinção da esporulação. Nos dois experimentos foi verificada maior longevidade nos restos foliares no período I, caracterizado por temperaturas amenas, maior umidade relativa do ar e menor precipitação pluvial que no período II. A profundidade de incorporação dos restos influenciou diretamente na esporulação do patógeno, a qual foi inferior quando efetuada a 10 cm de profundidade. Em relação aos sistemas de manejo, quando a fonte de inóculo foi depositada na superfície do solo não houve diferença na taxa de extinção da esporulação, mas sim para as profundidades

de 5 e 10 cm ($P=0,05$), sendo superior no solo sob manejo convencional. O manejo da alternariose em brócolis na região do estudo pode ser realizado pela incorporação dos restos foliares infectados no solo, à profundidade mínima de 10 cm, combinado com a rotação de culturas, visando um intervalo mínimo de 60 dias entre cultivos de brássicas.

Palavras-chave adicionais: brássicas, *Brassica oleracea* var. *italica*, alternariose, fonte de inóculo, sobrevivência.

ABSTRACT

Peruch, L.A.M.; Michereff, S.J. Spore production longevity of *Alternaria brassicicola* in leaves debris of broccoli. *Summa Phytopathologica*

The fungus *Alternaria brassicicola* is the main causal agent of Alternaria black spot in *Brassica* species in Brazil, but there is no studies related to factors affecting the pathogen longevity in leaf debris under the Brazilian conditions. The spore production longevity of *A. brassicicola* was investigated in leaf debris of broccoli, considering different depths of soil incorporation, periods of the year, and systems of soil handling, in two experiments carried out in Urussanga city, State of Santa Catarina, Brazil. Infected leaves debris of broccoli were distributed in portions in the field, on the soil surface and at depths of 5 and 10 cm. Periodically, the debris in the bags were collected and conidia concentrations were quantified for longevity of spore production and extinction rate. In both experiments there was higher spore production longevity in leaves debris in the period I, characterized by lighter temperatures, higher air relative humidity and lower pluvial precipitation than in the period II. Depth of debris incorporation influenced directly on pathogen spores production, being lower when incorporation was made at 10 cm depth. In relation to soil handling systems, when the inoculum source was deposited on the soil surface there was not difference in the rate of spore production extinction, but at depths of 5 and 10 cm, the rate was significantly ($P=0.05$) higher in the soil under conventional handling. The management of Alternaria black spot on broccoli at the area under study can be accomplished by incorporating infected leaves debris in the soil, at least 10 cm depth, along with crop rotation, for no less than a 60-day interval in subsequent brassica plantings.

Additional keywords: brassica, *Brassica oleracea* var. *italica*, Alternaria black spot, inoculum source, survival.

A alternariose, causada por *Alternaria brassicicola* (Schwn.) Wilt. e *A. brassicae* (Berk.) Sacc., é considerada a doença mais comum e destrutiva das brássicas no mundo,

sendo capaz de atingir as plantas nos diversos estádios de desenvolvimento e causar perdas substanciais no campo, na produção de sementes e no armazenamento (5, 8, 20).

No Brasil, *A. brassicicola* tem sido a espécie predominante em plantios de brássicas com alternariose (2, 3, 15). Os sintomas da doença podem ocorrer tanto na fase de sementeira, quanto nas plantas adultas. Plântulas apresentam necrose nos cotilédones e hipocótilo, podendo resultar no tombamento e morte. Os sintomas em plantas adultas ocorrem predominantemente nas folhas mais velhas sob a forma de manchas. Na fase inicial são lesões marrom-escuras pequenas e necróticas e, posteriormente, tornam-se manchas circulares grandes, concêntricas e com halo clorótico. Estas lesões podem coalescer e em ataques mais severos as folhas amarelecem e secam. As sementes infectadas, quando jovens, são destruídas ou ficam chochas, enquanto as sementes maduras podem ser infestadas e infectadas, contendo o micélio dormente do fungo (11, 20).

As fontes de inóculo primário de *A. brassicicola* são as sementes infectadas e os restos culturais que permanecem na lavoura após a colheita (8, 20). Nos restos culturais, *A. brassicicola* sobrevive saprofiticamente produzindo conídios, que constituem importante fonte de inóculo primário, principalmente em cultivos sucessivos (7, 8, 18, 20). Os conídios são os principais propágulos de disseminação do patógeno dentro da lavoura e entre áreas de plantio, tendo em vista serem facilmente disseminados pelo vento (5, 9, 20). Sob prolongados períodos de condições favoráveis à doença, os conídios originados de poucas lesões podem produzir grande número de novas infecções e causar severos danos à cultura dentro de um tempo relativamente curto (8).

A longevidade da esporulação de *A. brassicicola* e *A. brassicae* em restos culturais de brássicas foi investigado na Inglaterra e na Índia. Na Inglaterra, em folhas de canola (*Brassica rapa* L.) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) distribuídas na superfície do solo em campo, lesões de *A. brassicicola* produziram esporos por até oito semanas em canola e 12 semanas em repolho, ambos no verão, sendo considerado um período de persistência adequado para propiciar sobrevivência do patógeno na ausência de cultivos na região (7). Na Índia, restos culturais de mostarda (*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss.) e canola, naturalmente infectados com *A. brassicae*, foram incorporado no solo a 10 cm de profundidade, sendo o patógeno recuperado mensalmente por até 12 meses, o tempo de duração do experimento (1).

Informações sobre a sobrevivência de *A. brassicicola* em restos culturais de brássicas são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias efetivas de manejo da alternariose, mas inexistem estudos dessa natureza nas condições brasileiras. Portanto, o presente trabalho

teve como objetivo avaliar a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis, considerando diferentes profundidades de incorporação dos restos culturais, períodos e sistemas de manejo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A longevidade da esporulação de *A. brassicicola* em restos foliares de brócolis foi avaliada em dois experimentos distintos, na Estação Experimental de Urussanga da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI), em Urussanga – SC (S 28° 31' - O 49° 19'; altitude: 48 m), no período de maio de 2003 a janeiro de 2004.

Inóculo e parcelas experimentais

Restos foliares de brócolis (cv. Ramoso Piracicaba) com sintomas severos de alternariose foram coletados em quatro ocasiões (maio, julho, outubro e novembro de 2003) num cultivo comercial sob manejo orgânico, sem a aplicação de fungicidas, no município de Paulo Lopes – SC. Mediante a análise microscópica da morfologia dos conídios presentes nas lesões, foi determinado que o cultivo estava infectado somente por *A. brassicicola* (6).

Os restos foliares foram mantidos em sacos de papel, à temperatura de 5 ± 1 °C, por no máximo dois dias durante a montagem do experimento. As folhas foram cortadas em peças de 49 cm² e as áreas doentes marcadas com alfinetes coloridos, sendo acondicionadas em sacolas de polietileno perfuradas de 100 cm² e malha de 1 mm².

No primeiro experimento, foram estabelecidas quatro parcelas no campo, com 2,5 m² cada parcela e distanciadas de 5 m em relação às bordas. O solo das parcelas era classificado como Argissolo (43% argila) situado numa área de transição entre granito e sils diabásico (pH = 5,1 e matéria orgânica = 2,9%), cultivado previamente sob manejo convencional (adubação química, capina manual e aplicação de fungicidas e inseticidas) com abóbora e cebola. As sacolas com os restos foliares infectados foram distribuídas dentro de cada parcela nas profundidades de 0, 5 e 10 cm em relação à superfície do solo, em dois períodos, I = 19/05/2003 e II = 28/11/2003. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2, representado por três profundidades do inóculo e dois períodos de distribuição das sacolas, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma sacola por parcela.

No segundo experimento, foram estabelecidas quatro parcelas com as mesmas dimensões do primeiro experimento, em duas áreas experimentais, sendo uma cultivada sob

manejo convencional e outra sob manejo orgânico. Na área convencional, o solo das parcelas era classificado como Argissolo (50% argila) situado numa área de transição entre granito e silts diabásico (pH = 4,7; matéria orgânica = 2,1%), cultivado previamente sob manejo convencional com mandioca, feijão e brássicas, sem registro recente de alternariose. A área destinada à produção orgânica era explorada nesse sistema há cinco anos e atendia as exigências da Instrução Normativa no. 007, de 19/05/1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Nessa área, o solo das parcelas era classificado como Argissolo (55% argila) situado numa área de transição entre granito e silts diabásico (pH = 4,9 e matéria orgânica = 2,5%) e havia sido cultivado previamente com aveia e milho, em rotação, pelo período de um ano, sem histórico de cultivo de brássicas. As sacolas com os restos foliares infectados foram distribuídas dentro de cada parcela nas profundidades de 0, 5 e 10 cm em relação à superfície do solo, em dois períodos, I = 28/07/2003 e II = 24/10/2003. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 3 x 2, composto por dois tipos de áreas de cultivo, três profundidades do inóculo e dois períodos de distribuição das sacolas, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma sacola por parcela.

Durante os experimentos, foram monitoradas a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a precipitação pluvial, por uma estação meteorológica automática situada entre 100 e 500 metros das áreas experimentais.

Avaliação da esporulação nos restos culturais

As amostras de restos foliares foram avaliadas quanto à concentração de conídios de *A. brassicicola* no dia da distribuição das sacolas nas parcelas e a diferentes intervalos, até não ser mais detectada a presença de conídios em duas avaliações consecutivas. Foram coletadas amostras de 1 cm² dos tecidos doentes previamente marcados e enterrados. As amostras foram enxaguadas em água destilada esterilizada para eliminar partículas de solo, secas em papel toalha e depositada sobre uma lâmina de vidro. Esta foi acondicionada em câmara úmida, constituída de placa de Petri com duas camadas de papel de filtro umedecido em água destilada. Após 72 horas de incubação a 20±1 °C sob escuro contínuo, as amostras foram transferidas para tubos de ensaio com 10 mL de solução de água destilada + Tween 20 (150 mL de água + 3 gotas de Tween) e agitadas vigorosamente por 30 segundos. Após a retirada dos restos vegetais, a parte líquida foi submetida à centrifugação de 2000 rpm por 10

min. Com a eliminação do sobrenadante, os conídios foram ressuspensos e a concentração (conídios/cm² de folha) determinada pela leitura em câmara de Neubauer.

Análise dos dados

Em cada experimento, os dados de concentração de conídios de *A. brassicicola* nos restos foliares foram utilizados para plotagem de curvas em relação ao tempo, bem como para cálculo da taxa de extinção da esporulação (*TEE*), pela expressão $TEE = - ((\log Y_f - \log Y_0)/(T_f - T_0))$, onde Y_0 é a concentração inicial de conídios, Y_f a concentração de conídios na última avaliação antes de zerar, T_f o tempo (em dias) da última avaliação sem zerar e T_0 o tempo da primeira avaliação (dia = 0) (10). Os dados foram submetidos à análise de variância e a separação de médias efetuada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade,

RESULTADOS

Nos dois experimentos em que foi analisada a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* nos restos foliares de brócolis, as condições climáticas variaram entre os períodos de avaliação. No período I, a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica diária foram inferiores às verificadas no período II, enquanto o inverso ocorreu em relação à umidade relativa do ar (Tabela 1).

Tabela 1. Condições climáticas durante a análise da esporulação de *Alternaria brassicicola* em restos foliares de brócolis, em Urussanga – SC.

Experimento	Período ¹	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação pluviométrica diária (mm)
1	I	16,4 ± 3,1 ²	85,7 ± 8,4	2,3 ± 16,1
	II	22,6 ± 2,0	75,9 ± 11,4	7,6 ± 17,3
2	I	15,8 ± 3,5	79,5 ± 11,2	1,2 ± 5,6
	II	21,6 ± 2,7	74,3 ± 11,3	2,9 ± 8,7

¹I = 19/05/2003 a 24/07/2003; II = 28/11/2003 a 02/01/2004.

²Média ± desvio padrão.

As curvas de concentração de conídios de *A. brassicicola* nos restos foliares de brócolis depositados em três profundidades, nos dois períodos do primeiro experimento, realizado em solo previamente cultivado sob manejo convencional, encontram-se representadas na Figura 1.

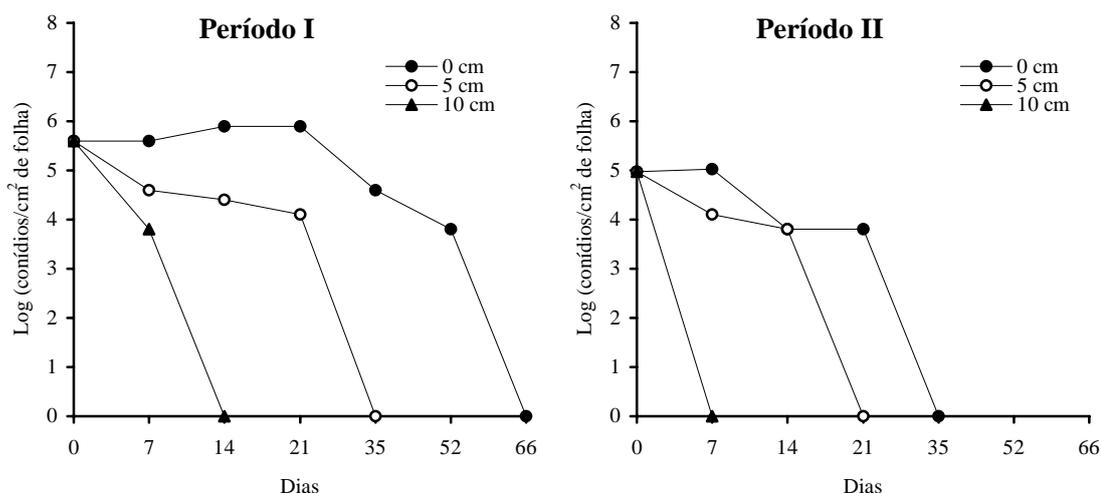


Figura 1. Esporulação de *Alternaria brassicicola* em restos foliares de brócolis distribuídos em solo sob manejo convencional em três profundidades e dois períodos (I = 19/05/2003 a 24/07/2003; II = 28/11/2003 a 02/01/2004), em Urussanga – SC.

No primeiro experimento, a concentração do inóculo detectada nos restos foliares no dia da distribuição destes nas parcelas foi $3,8 \times 10^5$ e $9,4 \times 10^4$ conídios/cm² de folha, respectivamente nos períodos I e II. O tempo necessário para extinção dos conídios do patógeno nos restos foliares foi maior no período I, independentemente da profundidade de deposição da fonte de inóculo (Figura 1). Quando a fonte de inóculo foi depositada na superfície do solo, os conídios do patógeno foram detectados até 52 dias no período I, enquanto até 21 dias no período II. Na profundidade de 5 cm, o inóculo foi verificado por 21 dias no período I e 14 dias no período II. Com a deposição do inóculo a 10 cm de profundidade, no período II não foi possível a detecção de conídios aos sete dias, o mesmo não sendo verificado em relação ao período I (Figura 1). Quando analisada a taxa de extinção da esporulação (*TEE*), foi constatada interação significativa entre períodos e profundidades de deposição da fonte de inóculo (Tabela 2). Quando considerados os fatores isoladamente, foi constatada diferença significativa somente entre as profundidades. Não houve diferença significativa na *TEE* entre 0 e 5 cm de profundidade do inóculo dentro de cada período. Por outro lado, quando a fonte de inóculo foi depositada a 10 cm de profundidade, a *TEE* foi superior às demais profundidades nos dois períodos. Somente nessa profundidade houve diferença significativa na *TEE* entre os dois períodos de deposição do inóculo, sendo superior no período II (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de extinção da esporulação de *Alternaria brassicicola* (*TEE*)¹ em restos foliares de brócolis distribuídos em solo sob manejo convencional em três profundidades e dois períodos, em Urussanga – SC.

Profundidade (cm)	Período de deposição do inóculo ²	
	I	II
0	0,036 bA ³	0,059 bA
5	0,074 bA	0,089 bA
10	0,178 aA	0,364 aB

¹Calculada conforme Kocks et al. (10) e expressa em log (conídios)/dia.

²I = 19/05/2003 a 24/07/2003; II = 28/11/2003 a 02/01/2004.

³Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (P=0,05).

Na Figura 2 encontram-se representadas as curvas de concentração de conídios de *A. brassicicola* nos restos foliares de brócolis em três profundidades, nos dois períodos do segundo experimento, realizado em solos previamente cultivados sob manejo convencional e orgânico. A concentração inicial do inóculo detectado nos restos foliares foi $2,8 \times 10^5$ e $3,1 \times 10^5$ conídios/cm² de folha, respectivamente nos períodos I e II. A exemplo do verificado no primeiro experimento, o tempo necessário para extinção dos conídios do patógeno nos restos foliares foi maior no período I, independentemente dos solos terem sido cultivados sob manejo convencional ou orgânico (Figura 2). Quando a fonte de inóculo foi depositada na superfície do solo, os conídios do patógeno foram detectados até 56 dias no período I, mas somente até 28 dias no período II. Na profundidade de 5 cm, o inóculo do patógeno foi verificado por até 21 dias nos dois sistemas em ambos os períodos. Com a deposição do inóculo a 10 cm de profundidade, nos dois períodos, foi possível a detecção de conídios por apenas sete dias no solo sob manejo convencional e 14 dias no solo sob manejo orgânico (Figura 2). Foram constatadas interações significativas na *TEE* entre sistemas de manejo e profundidades de deposição da fonte de inóculo, bem como entre períodos e profundidades de deposição do inoculo (Tabela 3). Por outro lado, as interações entre sistemas e períodos, bem como entre sistemas, períodos e profundidades não foram significativas. Quando considerados os fatores isoladamente, foram constatadas diferenças significativas na *TEE* entre os sistemas de manejo, os períodos e as profundidades de distribuição da fonte de inóculo. Em todas as situações avaliadas, a *TEE* aumentou significativamente com o aumento da profundidade de deposição da fonte de inóculo. Quando a fonte de inóculo foi depositada na superfície do solo não houve diferença na *TEE* entre os solos sob manejo convencional e orgânico. No entanto, nas profundidades de 5 e 10 cm, a *TEE* foi significativamente superior no solo sob manejo convencional. Com a deposição do inóculo na superfície do solo e a 10 cm de profundidade, a

TEE foi inferior no período I, enquanto a 5 cm de profundidade não houve diferença significativa entre os dois períodos (Tabela 3).

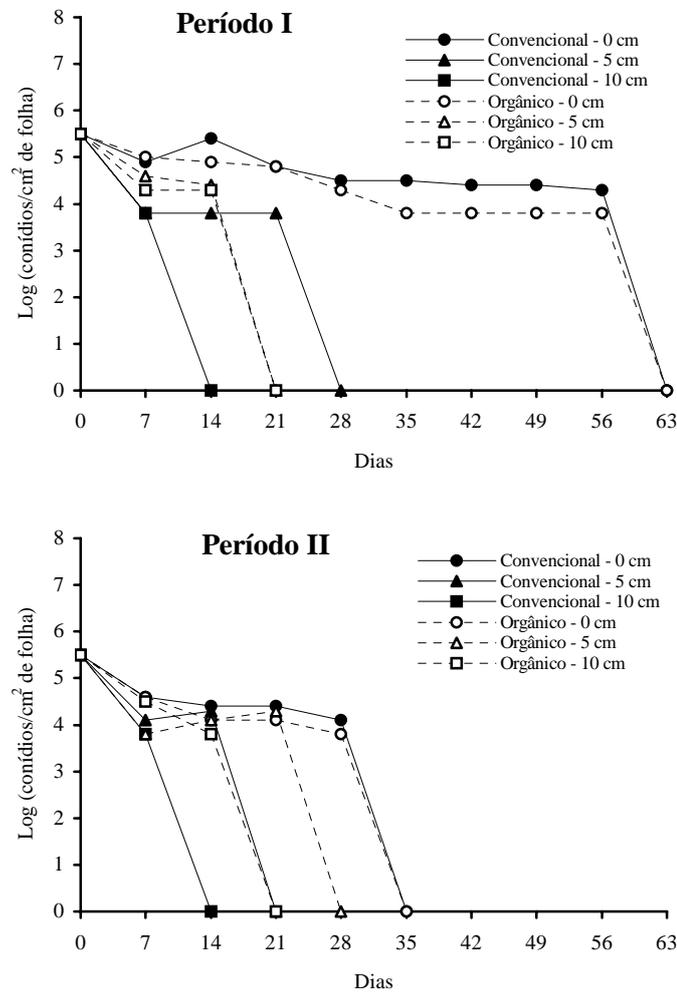


Figura 2. Esporulação de *Alternaria brassicicola* em restos foliares de brócolis distribuídos em solos sob manejo convencional e orgânico em três profundidades e dois períodos (I = 28/07/2003 a 29/09/2003; II = 24/10/2003 a 28/11/2003), em Urussanga – SC.

Tabela 3. Taxa de extinção da esporulação de *Alternaria brassicicola* (TEI)¹ em restos foliares de brócolis distribuídos em solos sob manejo convencional e orgânico em três profundidades e dois períodos, em Urussanga – SC.

Profundidade (cm)	Sistema de manejo		Período de deposição do inóculo ²	
	Convencional	Orgânico	I	II
0	0,038 cA ³	0,042 cA	0,027 cB	0,054 cA
5	0,086 bA	0,063 bB	0,074 bA	0,074 bA
10	0,213 aA	0,099 aB	0,122 aB	0,190 aA

¹Calculada conforme Kocks et al. (10) e expressa em log (conídios)/dia.

²I = 28/07/2003 a 29/09/2003; II = 24/10/2003 a 28/11/2003.

³Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de sistema de cultivo e época, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (P=0,05).

DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo demonstraram que restos foliares de brócolis podem ser importantes fontes de inóculo de *A. brassicicola*, dependendo das condições ambientais, da profundidade de incorporação dos restos e do sistema de manejo do solo. Como *A. brassicicola* é um patógeno necrotrófico com elevada dependência nutricional pelo substrato que está colonizando, o nível de degradação desse substrato exerce influencia direta na longevidade do inóculo (16, 20). As diferenças nos tempos e nas taxas de extinção da esporulação verificadas nesse estudo podem ser resultantes de diferenças no período necessário para a degradação biológica dos restos foliares. A maior longevidade da esporulação nos restos foliares no período I, nos dois experimentos, na maioria das situações, pode estar associada à ocorrência de temperaturas mais amenas, maior umidade relativa do ar e menor precipitação pluvial que no período II. Estas condições climáticas devem ter influenciado diretamente a taxa de degradação dos restos culturais, que é dependente de vários fatores ambientais, incluindo temperatura, umidade disponível e atividade microbiana na superfície e no interior do solo. Temperaturas amenas reduzem a atividade microbiana e a taxa de degradação, enquanto temperaturas elevadas provocam o oposto (4). Os resultados obtidos divergem do constatado no Reino Unido, onde o tempo de esporulação de *A. brassicicola* em restos culturais de repolho e canola foi maior no verão que no inverno (7). Entretanto, como as condições climáticas durante a condução dos experimentos no Reino Unido não foram caracterizadas detalhadamente e as características das estações climáticas são muito diferentes, comparações tornam-se impossíveis.

A umidade relativa do ar afeta a sobrevivência de patógenos nos restos culturais depositados na superfície do solo, pois sendo mais elevada, propicia condições ideais para aumentar a produção de esporos. O aumento da esporulação após a deposição do inóculo na superfície do solo, como verificado aos 21 e 14 dias no período I dos dois experimentos, pode ter sido resultado do aumento do tamanho das lesões existentes e da produção de mais inóculo devido às condições climáticas propícias, semelhante ao verificado em restos culturais de canola e repolho (7).

O efeito da precipitação pluviométrica na sobrevivência de patógenos necrotróficos é indireto, tendo em vista que afeta mais intensamente a umidade do solo e a taxa de degradação dos restos culturais incorporados, pelo estímulo à atividade microbiana. Estudos com *Alternaria dauci* (Kuhn) Groves & Skolko (13) e *Alternaria macrospora* Zim. (16) revelaram que a sobrevivência dos patógenos nos restos culturais de cenoura (*Daucus carota* L.) e algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), respectivamente, decresceu com o aumento da umidade do solo. A acelerada destruição de espécies patogênicas de *Alternaria* em restos culturais incorporados em solos úmidos tem sido atribuída à pobre habilidade de competição saprofítica, tendo em vista que os saprófitos habitantes do solo são mais hábeis para colonizar o substrato, produzir antibióticos e tolerar antibióticos produzidos por competidores (17).

A profundidade de incorporação dos restos foliares de brócolis infectados influenciou diretamente na esporulação de *A. brassicicola*, ilustrando o efeito benéfico da incorporação na redução da capacidade de resíduos infestados suportarem a sobrevivência do patógeno, como constatado em outros estudos envolvendo a sobrevivência de espécies de *Alternaria* em restos culturais (17). A incorporação dos restos foliares de brócolis, imediatamente após a colheita, pode contribuir significativamente para diminuir ou paralisar a multiplicação do patógeno, que prossegue nos restos culturais sobre o solo, após a colheita. A incorporação dos restos foliares a 10 cm de profundidade teve um efeito marcante na redução da esporulação de *A. brassicicola* e deve ser preferida em relação a incorporações mais superficiais. Esse efeito se deve, provavelmente, ao maior contato dos restos culturais com o ambiente do solo, o que acelerou o processo de degradação biológica da fonte de inóculo. Nessa profundidade, as flutuações ambientais são menos bruscas, propiciando maior equilíbrio na população e atividade microbiana (12), o que reflete na decomposição mais acelerada dos restos e menor sobrevivência do patógeno. Além disso, a incorporação a 10 cm ou mais propicia a perda mais rápida da viabilidade dos conídios por submetê-los a uma maior umidade do solo, que é mais pronunciada à medida que aumenta a profundidade (14).

A similaridade nas taxas de extinção da esporulação de *A. brassicicola* quando os restos foliares de brócolis foram depositados na superfície dos solos sob manejo convencional e orgânico pode ser decorrente da pequena atividade de microrganismos degradadores nesse habitat, que aumenta gradativamente até 10 cm de profundidade (12). Por outro lado, é surpreendente que as taxas de extinção da esporulação no solo sob manejo convencional dos restos foliares incorporados tenham sido superiores às verificadas no solo sob manejo orgânico. Isto se baseia principalmente em duas razões, a maior quantidade de matéria orgânica no solo manejado organicamente, mas também a maior atividade microbiana freqüentemente associada a solos submetidos a este tipo de manejo. Contudo, deve-se considerar que essa abordagem é apenas especulativa, tendo em vista que inexistem outros estudos sobre a influência de sistemas de manejo orgânico na degradação de restos culturais infectados incorporados ao solo.

A extinção da esporulação de *Alternaria* não indica, necessariamente, a extinção do inóculo, uma vez que algumas espécies patogênicas às brássicas, tais como *A. brassicae* e *Alternaria raphani* Groves & Skolko, podem sobreviver nos restos culturais crescendo saprofiticamente sem esporular e/ou no solo pela formação de estruturas de resistência (19, 20). Até o momento, entretanto, não foi constatada a formação de estruturas de resistência em *A. brassicicola*, o que pode significar que a mineralização dos restos foliares pela ação decompositora dos microrganismos do solo causou a eliminação do inóculo ou este foi mantido a níveis abaixo dos detectáveis pela metodologia empregada.

A habilidade de *A. brassicicola* em persistir associada a restos foliares de brócolis, principalmente aqueles deixados na superfície do solo, indica a possibilidade de aumento gradual do inóculo em áreas de cultivo seqüencial de brássicas. Contudo, a quantidade do inóculo mostrou ser afetada pelas condições climáticas, pela profundidade de incorporação dos restos culturais e pelo sistema de manejo do solo. Esses resultados servem de referência na recomendação das práticas de manejo dos restos culturais, bem como indicam períodos necessários para a rotação de culturas na região do estudo. Nesse sentido, o manejo da alternariose em brócolis pode ser realizado pela incorporação dos restos foliares infectados no solo, à profundidade mínima de 10 cm, combinado com rotação de culturas envolvendo outras espécies, visando um intervalo mínimo de 60 dias entre cultivos de brássicas, tendo em vista que o período máximo para extinção da esporulação de *A. brassicicola* foi de 56 dias. A adoção dessas práticas pode ser mais importante em épocas com temperaturas amenas, como no outono e inverno, quando a degradação dos restos culturais pode ser mais lenta que em épocas quentes. A efetividade dessas práticas de manejo pode ter sucesso limitado se não

forem implementadas regionalmente, evitando-se cultivos sucessivos de brássicas e com diferentes idades em áreas vizinhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a Juliana Machado Casali, Maria Therezinha Martins Peruch, Marciel Stadnick e aos funcionários da Estação Experimental de Urussanga – EPAGRI S.A., pelo apoio na montagem e condução dos experimentos, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ansari, N. A.; Khan, M. W.; Muheet, A. Survival and perpetuation of *Alternaria brassicae* causing Alternaria blight of oil seed crucifers. **Mycopathologia**, Dordrecht, v.105, n.1, p.67-70, 1989.
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. Azevêdo, 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.
4. Baird, R. E.; Phillips, D. V.; Mullinix, B. G.; Alt, P. J. Relative longevity of *Leptosphaeria maculans* and associated mycobiota on canola debris. **Phytoprotection**, Sante-Foy, v.80, n.1, p.1-11, 1999.
5. Chen, L. Y.; Price, T. V.; Park-Ng, Z. Conidial dispersal by *Alternaria brassicicola* on Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in the field and under simulated conditions. **Plant Pathology**, London, v.52, n.5 p.536-545, 2003.
6. Ellis, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 512p.

7. 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.
8. Humpherson-Jones, F. M. Epidemiology and control of dark leaf spot of brassicas. In: Chelkowski, J.; Visconti, A. (Eds.) **Alternaria: biology, plant diseases and metabolites**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p.267-288.
9. 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, n.1, p.61-71, 1982.
10. Kocks, C. G.; Ruissen, M. A.; Zadoks, J. C.; Duijkers, M. G. Survival and extinction of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in soil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.104, n.9, p.911-923, 1998.
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. Moreira, F. M. S.; Siqueira, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.
13. Pryor, B. M.; Strandberg, J. O.; Davis, R. M.; Nunez, J. J.; Gilbertson, R. L. Survival and persistence of *Alternaria dauci* in carrot cropping systems. **Plant Disease**, St. Paul, v.86, n.10, p.1115-1122, 2002.
14. Reis, E. M. Efeito da incorporação e do tipo de restos culturais de trigo na multiplicação de *Helminthosporium sativum*, no solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.9, n.3, p.537-541, 1984.
15. 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**, Botucatu, v.30, n.2, p.226-233, 2004.
16. Rotem, J. Overwintering of *Alternaria macrospora* in cotton debris. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v.18, n.2, p.143-152, 1990.
17. Rotem, J. **The genus Alternaria: biology, epidemiology and pathogenicity**. St. Paul: APS Press, 1994. 326p.

18. Strandberg, J. O. *Alternaria* species that attack vegetable crops: biology and options for disease management. In: Chelkowski, J.; Visconti, A. (Eds.) *Alternaria: biology, plant diseases and metabolites*. Amsterdam: Elsevier, 1992. p.175-208.
19. Tsuneda, A.; Skoropad, W. P. Formation of microsclerotia and chlamydospores from conidia of *Alternaria brassicae*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.55, n.10, p.1276-1281, 1977
20. Verma, P. R.; Saharan, G. S. **Monograph on *Alternaria* diseases of crucifers**. Saskatoon: Minister of Supply and Services Canada, 1994. 162p.

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

- A alternariose e a podridão negra encontram-se amplamente disseminadas nos cultivos orgânicos de brássicas dos estados de Pernambuco e Santa Catarina, com exceção em couve-chinesa no último Estado;
- A alternariose e a podridão negra foram mais prevalentes nos cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco que em Santa Catarina;
- As condições climáticas, nitidamente distintas em Pernambuco e Santa Catarina durante os levantamentos, não propiciaram diferenças marcantes entre os dois estados quanto aos níveis médios de severidade da alternariose e a podridão negra nos cultivos orgânicos de brássicas;
- Os níveis de severidade da alternariose e da podridão negra não se correlacionaram entre si, bem como com o número total de plantas e a idade das plantas nos cultivos de brássicas;
- Foram constatadas as espécies *Alternaria brassicae* e *A. brassicicola* nos cultivos de brássicas em Pernambuco, enquanto em Santa Catarina foi detectada somente *A. brassicae*;
- Temperaturas amenas, umidade relativa do ar elevada e menor precipitação pluvial favoreceram a longevidade da esporulação de *A. brassicicola* nos restos foliares de brócolis;
- A profundidade de incorporação dos restos foliares de brócolis influenciou na longevidade da esporulação de *A. brassicicola*;
- A incorporação dos restos foliares infectados no solo, à profundidade mínima de 10 cm, pode ser utilizada como uma prática de manejo da alternariose em brócolis, em Urussanga-SC.