

EPIDEMIOLOGIA DO MOFO-CINZENTO
(*Amphobotrys ricini* Buchw.) DA MAMONEIRA

ANGELO APARECIDO BARBOSA SUSSEL

2008

ANGELO APARECIDO BARBOSA SUSSEL

**EPIDEMIOLOGIA DO MOFO-CINZENTO (*Amphobotrys ricini* Buchw.)
DA MAMONEIRA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Hilário Antônio de Castro

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Sussel, Angelo Aparecido Barbosa.
Epidemiologia do mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini* Buchw.) da mamoneira /
Angelo Aparecido Barbosa Sussel. -- Lavras : UFLA, 2008.
116p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Hilário Antônio de Castro.

Bibliografia.

1. Progresso espaço-temporal. 2. Variáveis climáticas. 3. Dinâmica de inóculo. 4. Temperatura. 5. Período de molhamento foliar. 6. Caracterização cultural.

I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.89

ANGELO APARECIDO BARBOSA SUSSEL

**EPIDEMIOLOGIA DO MOFO-CINZENTO (*Amphobotrys ricini* Buchw.)
DA MAMONEIRA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 19 de junho de 2008

Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza	UFLA
Prof. Dr. Eduardo Alves	UFLA
Prof. Dr. Eduardo Seiti Gomide Mizubuti	UFV
Dra. Sara Maria Chalfoun de Souza	EPAMIG

Prof. Dr. Hilário Antônio de Castro
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida...

A minha família, em especial a minha mãe, pelo apoio e pela fé que depositaram em mim.

À Ana Beatriz, pelo carinho, compreensão e dedicação.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Fitopatologia (DFP), pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Fundação de Amparo ao Ensino, Pesquisa e Extensão (Faepe),FAEPE) pela concessão da área experimental para a realização do trabalho.

Aos professores Hilário Antônio de Castro e Edson Ampélio Pozza, pela orientação, confiança e apoio, durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca: Dra. Sara Maria Chalfoun de Souza, Prof. Eduardo Seiti Gomide Mizubuti e Prof. Eduardo Alves.

Aos docentes da Universidade Federal de Lavras, em especial aos do Departamento de Fitopatologia, pela contribuição à minha formação.

Aos funcionários do DFP, Rute, Eliane, Renata, Ângela, Dilurdes, Vladimir e Bruno, pela ajuda e amizade.

Aos estagiários Douglas, Erton, Salém e Rodrigo, pelo auxílio prestado.

Ao Prof. Mário Lúcio e ao colega Hermínio, pela amizade e auxílio nas correções dos abstracts.

Aos colegas de turma Daniel, Igor e Ellen, pela amistosa recepção.

Aos colegas do NEFIT, Cleilson, Jadir, Ricardo, Pedro, Luciana, Luciane, Juliano, Flávio, Fernanda, Dejanira e Regiane, pela grande amizade e pelo aprendizado nas duas gestões.

Ao pesquisador Bernardo Ueno, da Embrapa Clima Temperado e aos colegas Carlos Demant e Lucrécio dos Santos Neto, por cederem os isolados e as sementes que possibilitaram desenvolver este trabalho.

Ao pesquisador Alderi Emídio de Araújo, da Embrapa Algodão, pela orientação na idealização do projeto.

Ao colega Gilberto Coelho, pelo auxílio imprescindível nas coletas dos dados climáticos.

Aos colegas de república, pela amizade.

Aos colegas do “fitopatorracha”, pela motivação e descontração.

Aos demais colegas, funcionários e estagiários, pela amizade.

E a todos que, de alguma forma, ajudaram na realização desta tese.

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Angelo Aparecido Barbosa Sussel, filho de Clarinda Barbosa Sussel e Pedro Sussel Filho (*in memoriam*), nasceu em Assis, no estado de São Paulo, em 3 de agosto de 1980.

Ingressou na Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, em março de 1998, onde foi bolsista de iniciação científica (Fapesp) e obteve o título de Engenheiro Agrônomo em novembro de 2002.

Ingressou no Mestrado em Agronomia/Fitopatologia na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), em março de 2003, sob a orientação do Prof. Dr. Nelson Sidnei Massola Júnior, concluindo-o em março de 2005.

Iniciou o Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitopatologia, na Universidade Federal de Lavras, em março de 2005, sob a orientação do Prof. Dr. Hilário Antônio de Castro e co-orientação do Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza, concluindo-o em junho de 2008.

Foi representante discente do Departamento de Fitopatologia da UFLA, vice-representante discente do Colegiado de Pós-Graduação do Departamento de Fitopatologia da UFLA, durante o ano de 2007 e Coordenador do Núcleo de Estudos de Fitopatologia, durante as gestões 2006/2007 e 2007/2008.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	iii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
REFERENCIAL TEÓRICO	03
A cultura da mamona (<i>Ricinus communis</i> L.).....	03
O mofo-cinzento da mamoneira.....	06
O ambiente e o progresso da doença.....	08
O monitoramento de esporos do ar	11
Quantificação da doença – Escala diagramática.....	13
Referências Bibliográficas	16
ARTIGO 1: Efeito da temperatura no crescimento micelial, na esporulação, na germinação de conídios e na formação de escleródios de <i>Amphobotrys ricini</i> isolados de mamoneira	23
Resumo	23
Abstract.....	24
Introdução	25
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão.....	29
Conclusões	37
Agradecimentos	37
Referências Bibliográficas	38
ARTIGO 2: Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo-cinzento em mamoneira	40
Resumo	40
Abstract.....	42

Introdução	43
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	46
Conclusões	53
Agradecimentos	53
Referências Bibliográficas	54
ARTIGO 3: Influência da temperatura, do período de molhamento e da concentração de conídios na infecção da mamoneira por <i>Amphobotrys ricini</i>	57
Resumo	57
Abstract.....	59
Introdução	60
Material e Métodos	60
Resultados e Discussão	63
Agradecimentos	69
Referências Bibliográficas	70
ARTIGO 4: Efeito do ambiente na dinâmica de inóculo e no progresso espacial e temporal do mofo-cinzeno da mamoneira	74
Resumo	74
Abstract.....	76
Introdução	77
Material e Métodos	78
Resultados e Discussão	83
Conclusões	109
Agradecimentos	109
Referências Bibliográficas	110
CONSIDERAÇÕES FINAIS	115

RESUMO

SUSSEL, Angelo Aparecido Barbosa. **Epidemiologia do mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini* Buchw.) da mamoneira**. 2008. 116p., Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O mofo-cinzento da mamoneira, cujo agente etiológico é o fungo *Amphobotrys ricini*, promove rápida e completa destruição dos cachos de mamona, sob alta umidade relativa do ar e temperaturas próximas a 25°C. Sua importância aumentou com a intensificação da exploração da mamona no país, sendo considerada, atualmente, a principal doença da cultura em algumas regiões do Brasil. Assim, objetivou-se, com a realização deste trabalho, caracterizar culturalmente os isolados de *A. ricini* oriundos de diferentes regiões do Brasil; avaliar os efeitos da concentração de inóculo, da temperatura e do período de molhamento no progresso da doença em câmaras de crescimento; avaliar o efeito do ambiente na aerobiologia e no progresso espacial e temporal do mofo-cinzento no campo e elaborar uma escala diagramática para avaliar a severidade do mofo-cinzento. Foram avaliados oito isolados, oriundos dos estados de MG, SP e RS. Os isolados apresentaram comportamento diferenciado quanto ao crescimento micelial, esporulação, germinação de conídios e formação de escleródios em meio de cultura BDA, quando submetidos a diferentes temperaturas de incubação, inclusive os de mesma origem. Os escleródios variaram em tamanho (0,5 a 5,0 mm) e coloração (branco-acinzentado a negro). As temperaturas ótimas para o crescimento micelial, esporulação e germinação de conídios variaram de 20,7°C a 33,7°C, 20,6°C a 22,1°C e 16,1°C a 22,3°C, respectivamente. Observou-se interação significativa entre a temperatura e o período de molhamento no progresso do mofo-cinzento, em condições controladas. O aumento da concentração de conídios, do período de molhamento e a elevação da temperatura resultaram em maiores incidência e severidade. Não houve manifestação de sintomas na ausência do molhamento em temperaturas abaixo de 20°C. A doença foi mais severa na temperatura de 28°C e período de molhamento de 72 horas. Em temperaturas abaixo de 20°C, observou-se maior dependência do molhamento. No campo, com a baixa precipitação e a baixa umidade relativa, o modelo monomolecular ajustou-se melhor ao progresso da incidência e de severidade, e o padrão de distribuição de plantas doentes foi agregado. Já nos períodos de maior pluviosidade e umidade relativa, o modelo de Gompertz ajustou-se melhor às curvas de progresso e as plantas doentes distribuíram-se aleatoriamente no campo. A flutuação da quantidade de conídios foi maior no período de maior umidade relativa e pluviosidade, resultando em maiores incidência e severidade do mofo-cinzento no período. Todas variáveis

ambientais avaliadas apresentaram correlação com o progresso das epidemias e a quantificação do inóculo no ar. A escala diagramática criada para avaliar a severidade do mofo-cinzento ficou constituída de dez níveis de severidade (3%, 5%, 8%, 12%, 25%, 50%, 76%, 86%, 94% e 99%). Sua utilização permitiu aos avaliadores estimarem precisa e acuradamente a severidade do mofo-cinzento nos cachos de mamona.

Comitê Orientador: Hilário Antônio de Castro - UFLA (Orientador), Edson Ampélio Pozza - UFLA

ABSTRACT

SUSSEL, Angelo Aparecido Barbosa. **Epidemiology of gray mold of castor bean.** Lavras: UFLA, 2008. 116p., Thesis (Doctoral in Phytopathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The gray mold of castor bean, caused by *Amphobotrys ricini*, promotes rapid and complete destruction of castor bean bunches under high relative humidity and temperatures around 25 °C. Currently, it is the most important disease of the crop in some regions of Brazil. Thus, the objectives of this work were: to characterize cultures of *A. ricini* from different regions of Brazil; to assess the effects of conidial concentration, temperature and wetness duration on the progress of the disease in growth chambers; to evaluate the effect of the environment in the aerobiology and on the spatial and temporal progress of the gray mold in the field; and to develop a diagrammatic scale to assess the severity of the disease. Eight isolates from the states of Minas Gerais, São Paulo and Rio Grande do Sul were assessed. The isolates, even those of the same origin, showed differences on the mycelial growth, sporulation, germination of conidia and formation of sclerotia on PDA under different temperatures of incubation. The sclerotia ranged in size (0.5 to 5.0 mm) and color (gray white to black). The optimum temperature for mycelial growth, sporulation and conidial germination ranged from 20.7 to 33.7 °C, 20.6 to 22.1 °C and 16.1 to 22.3 °C, respectively. There was significant interaction between temperature and wetness duration on the progress of gray mold under controlled conditions. Increases of conidial concentration, wetness duration and temperature resulted in higher disease incidence and severity. There was no manifestation of symptoms in the absence of wetness under temperatures below 20 °C. The disease was more severe at 28 °C and 72 hours of wetness duration. There was greater dependence of wetness duration when temperatures were below 20 °C. Under low rainfall and low relative humidity in the field, the monomolecular model fitted better to explain the incidence and severity progress and the spatial distribution pattern of the aggregated diseased plants. During periods of increased rainfall and relative humidity, the Gompertz model fitted better to the progress curves and the diseased plants were randomly distributed in the field. The concentration of conidia in the air was higher during the period of higher relative humidity and rainfall, resulting in higher incidence and severity of the gray mold. There was correlation between all environmental variables evaluated and the progress of epidemics and the inoculum concentration in the air. The diagrammatic scale to assess the gray mold severity was made of ten levels of severity (3, 5, 8, 12, 25,

50, 76, 86, 94, and 99%). Its use has enabled precise and accurate evaluations of the severity of the gray mold in bunches of castor bean.

Guidance Committee: Hilário Antônio de Castro - UFLA (Major Professor),
Edson Ampélio Pozza - UFLA

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) vem sendo cada vez mais utilizada, na agricultura brasileira, como alternativa dentre as oleaginosas, principalmente devido à sua ótima adaptação, em todo território nacional e aos incentivos que vem recebendo do atual programa de biocombustíveis. Contudo, com a perspectiva iminente do uso do óleo de mamona na matriz energética brasileira, a demanda para o plantio dessa cultura aumentou. A mamona despontou como uma das grandes alternativas nesse sentido, vislumbrando-se, a curto prazo, a possibilidade de ampliar as áreas de plantio da mamoneira para regiões mais chuvosas, onde o mofo-cinzento pode constituir fator limitante para a produção.

O mofo-cinzento-da-mamoneira, *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert, foi relatado por Godfrey, em 1923, infectando inflorescências e frutos de mamona, nos Estados Unidos. No Brasil, foi constatado pela primeira vez em 1932, no estado de São Paulo. A sintomatologia e a epidemiologia do mofo-cinzento da mamoneira são muito semelhantes às observadas em doenças causadas por *Botrytis* spp., apesar de os fungos não pertencerem ao mesmo gênero. Aliás, até 1973, o *A. ricini* foi classificado como *Botrytis ricini*.

A doença caracteriza-se por afetar o cacho em qualquer fase de seu desenvolvimento, cobrindo-o pelas estruturas vegetativas do patógeno e induzindo o apodrecimento dos frutos. É considerada uma das doenças mais importantes da cultura, sendo mais severa nas regiões onde as precipitações e a umidade relativa do ar são elevadas e a temperatura varia em torno de 25°C. Dependendo do estágio em que ocorreu a infecção, as sementes das cápsulas afetadas apresentam desde redução no teor de óleo até a necrose completa, chegando a perdas de produção acima de 50%.

São poucos os estudos sobre o mofo-cinzento da mamoneira, inclusive sobre sua epidemiologia. Os trabalhos que avaliam a severidade dessa doença o fazem calculando visualmente a porcentagem de área do cacho afetada, sem uma padronização, dificultando a comparação dos resultados obtidos por diferentes pesquisadores ou instituições. Além do mais, o progresso temporal e espacial da doença e as variáveis ambientais relacionadas a maiores taxas de progresso das epidemias do mofo-cinzento também foram pouco estudadas.

A partir do exposto, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o efeito da temperatura sobre os isolados de *A. ricini* oriundos de diferentes regiões do Brasil; avaliar os efeitos da concentração de inóculo, da temperatura e do período de molhamento no progresso da doença em condições controladas; avaliar o efeito do ambiente na dinâmica de inóculo e no progresso espacial e temporal do mofo-cinzento no campo e elaborar uma escala diagramática para avaliação da severidade do mofo-cinzento.

REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.)

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma das 700 espécies da família Euphorbiaceae, sendo a única do gênero *Ricinus*. Existem algumas divergências quanto à sua origem; alguns pesquisadores citam a Etiópia e o Leste da África (Bueno *et al.*, 2001) e outros indicam a Ásia (Pio Corrêa, 1926). No Brasil, sua adaptação às condições edafoclimáticas foi imediata, sendo encontrada praticamente em todo o território nacional.

O Brasil foi, durante décadas, o maior produtor mundial de bagas de mamona e o maior exportador de óleo. Contudo, devido à falta de competição da mamona em relação às culturas concorrentes, ao uso de sementes inadequadas, ao baixo preço pago ao produtor, à baixa oferta de crédito e à assistência técnica aos produtores e ao alto custo da colheita manual, em 1993, o Brasil já ocupava a terceira posição entre os produtores mundiais, sendo ultrapassado pela Índia e pela China (Vieira *et al.*, 1997).

A perda de competitividade do Brasil no mercado mundial pode ser explicada pelo baixo nível tecnológico do produtor de mamona, pela não utilização de insumos, como sementes melhoradas, adubação química ou, mesmo, melhores sistemas de plantio e colheita. A produção mundial de mamona, em 2006, foi de 1.282.807 toneladas, sendo a Índia o principal país produtor, com 62,75% do total, seguida pela China, com 19,49% e pelo Brasil, com 11,35% (FAO, 2006). Apesar de a mamoneira estar difundida em todo território nacional, o cultivo dessa oleaginosa concentra-se nos estados do nordeste, com destaque para Bahia, com 72,09%, seguida pelo Ceará, com

7,99% da produção nacional. Contudo, observa-se nítida expansão do seu cultivo no estado de Minas Gerais (CONAB, 2006).

A tecnologia utilizada no cultivo desta espécie pouco evoluiu. Podem-se definir, basicamente, dois tipos de sistemas de produção. No primeiro, a cultura assume papel social de grande relevância, a força de trabalho familiar explora pequenas áreas, sempre em regime de consórcio com o feijão e o milho. Nesse sistema não existe mecanização nem utilização de insumos modernos, como sementes melhoradas, defensivos e fertilizantes. No segundo sistema, o cultivo assume caráter mais comercial, com a participação da tração mecânica e a utilização de insumos modernos.

A mamona é uma alternativa de relevante importância econômica e social para o Brasil, particularmente para a região nordeste que, segundo levantamento feito pela Embrapa, dispõe de mais de 45 milhões de hectares de terras com aptidão para exploração econômica desta cultura (Vieira *et al.*, 1997). Mesmo com todas as deficiências climáticas, principalmente a hídrica, que dificulta a manutenção de programas de produção pelas indústrias, o principal estado produtor de mamona é a Bahia.

A mamoneira é cultivada desde 40°S a 52°N, nos dois hemisférios, tendo o seu ótimo ecológico em locais de altitude de 300 a 1.500m. Porém não suporta o frio e necessita de, pelo menos, 500mm de água, ou uma precipitação em torno de 700mm, com distribuição regular nos primeiros quatro meses para obter-se boa produção. Adapta-se bem a outros regimes de comprimento de dia, necessitando de 2.000 a 3.800 graus-dia para chegar à maturidade, frutificar e, conseqüentemente, produzir óleo (Savy Filho, 1999; Moshkin, 1986).

As características do óleo de mamona, no que se refere ao seu aspecto físico e grau de pureza, dependem muito de sua forma de obtenção. Industrialmente, pode ser obtido de três maneiras diferentes: pela prensagem das bagas a frio, pela prensagem das bagas a quente e pela extração por solvente. Na

constituição do óleo encontra-se 90% do ácido graxo ricinoléico que, devido aos três grupos hidroxílicos e à posição da dupla ligação na cadeia, torna-o único na natureza, solúvel em álcool. A estrutura química apresentada pelo óleo lhe confere estabilidade e alta viscosidade, que é mantida em larga faixa de temperatura, ao contrário de outros óleos vegetais que perdem viscosidade em altas temperaturas e solidificam em baixas, possuindo também estabilidade à oxidação (Chierice & Claro Neto, 2001).

Existe também a possibilidade de sua utilização como fonte energética, destacando-se, neste papel, o biodiesel, projeto com incentivos do governo para, juntamente com outros óleos de origem vegetal, ser incluído na matriz energética brasileira, visando à sua mistura ao diesel mineral. Essa possibilidade contribuirá para a redução da demanda por este último e para a redução dos níveis de emissão de gases para a atmosfera. Por outro lado, sendo a mamona uma cultura típica de agricultura familiar, espera-se que o aumento da demanda, pelo direcionamento do uso do seu óleo como combustível, contribua significativamente para a geração de renda e de empregos nas diferentes etapas da cadeia produtiva (Carvalho, 1997; Freire, 2001; Turatti *et al.*, 2002). O subproduto residual dos processos de extração do óleo é a torta de mamona, que possui alto valor protéico e pode ser utilizada como adubo orgânico ou na composição de ração animal, após detoxificação.

Entre as principais doenças fúngicas dessa cultura, encontram-se mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*), murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*), podridão-de-macrohomina (*Macrophomina phaseolina*), podridão-de-botryodiplodia (*Botryodiplodia theobromae*), tombamento (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp.), mancha-de-cercospora (*Cercospora ricinella*) e mancha-de-alternaria (*Alternaria ricini*). Dentre as doenças bacterianas destacam-se a mancha-foliar-bacteriana (*Xanthomonas*

axonopodis pv.*ricini*) e a murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) (Lima *et al.*, 2001; Bora *et al.*, 2002).

A podridão-de-macrophomina (*M. phaseolina*) e o mofo-cinzento da mamoneira (*A. ricini*) são as principais doenças nas regiões produtoras de mamona. A primeira predomina em regiões de clima quente e seco, característico da região do semi-árido nordestino. A segunda ocorre, principalmente, nas regiões onde a precipitação é maior no período de frutificação, tais como o agreste de Pernambuco e outras regiões mais próximas à zona da mata nordestina (Batista *et al.*, 1998).

O mofo-cinzento da mamoneira

O mofo-cinzento-da-mamoneira, doença cujo agente etiológico é o fungo *Amphobotrys ricini* (Buchwald) Hennebert, cuja sinonímia é *Botrytis ricini* Buchwald, (teleomorfo *Botryotinia ricini* (Godfrey) Whetzel), foi relatado infectando mamoneiras pela primeira vez nos Estados Unidos, em 1923 (Godfrey, 1923) e constatado no Brasil no estado de São Paulo, em 1932 (Massola Jr.& Bedendo; 2005). A forma teleomorfica, ainda não relatada no Brasil, corresponde ao ascomiceto *Botryotinia ricini* (Godfrey) Whetzel, pertencente à classe dos Ascomycetes, ordem Helotiales e família Sclerotiniaceae (Lima *et al.*, 2001). O fungo já foi descrito, em outras euphorbiaceas, como *Euphorbia pulcherrima* (bico-de-papagaio), *E. heterophylla* (amendoim-bravo), *E. hirta* (erva-de-santa-luzia), *E. milii* (coroa-de-cristo), *E. maculata* (sin. *E. supina*) e *Caperonia palustrisi* (erva-mexicana) (Holcomb *et al.*, 1989; Whitney & Taber, 1986; Holcomb, 1990; Russo, 1991; Sanoamuang, 1996).

A doença caracteriza-se por afetar o cacho em qualquer fase de seu desenvolvimento, cobrindo-o pelas estruturas vegetativas do patógeno e induzindo o apodrecimento dos frutos. É considerada uma das doenças mais

importantes da cultura, sendo mais severa nas regiões onde as precipitações e a umidade relativa do ar são elevadas. Inicialmente, observam-se pequenas manchas, de coloração azulada, na inflorescência e nos frutos, com exsudação amarela. Sob condições de alta umidade relativa, ocorre abundante desenvolvimento de hifas do fungo na superfície dos tecidos, seguido de esporulação intensa, o que confere à área lesionada um aspecto pulverulento cinza. Devido à abundante esporulação do fungo, quando os cachos afetados são agitados, despreendem uma nuvem acinzentada de conídios. Dependendo do estágio em que ocorreu a infecção, as sementes das cápsulas afetadas apresentam desde redução no teor de óleo até a necrose completa, chegando a perdas de produção acima de 50%. A maioria das pesquisas indicam como favoráveis à ocorrência da doença temperaturas em torno de 25 °C e alta umidade relativa.

O inóculo do patógeno dissemina-se pelo vento, bem como por meio de insetos que pousam sobre os esporos nas áreas lesionadas, ou aderido nas sementes (Zarela *et al.*, 2004). O fungo pode sobreviver de um ano para o outro como escleródios no solo ou em restos de cultura ou como micélio em restos de cultura. Mamoneiras espontâneas também podem abrigar inóculo do patógeno.

As principais medidas de controle são a utilização de sementes sadias, a eliminação dos restos de cultura, a escolha apropriada do local de plantio e a utilização de cultivares resistentes. Entretanto, estas medidas não são plenamente eficazes. Alguns autores recomendam o controle químico com benomil, carbendazim, thiran, iprodione e tratamento de semente por imersão em solução de 1 litro de formaldeído (40%) e 240 litros de água (Massola Jr. & Bedendo, 2005; Lima *et al.*, 2001, Kimati *et al.*, 1986). O uso de cultivares resistentes é o método mais adequado para o controle de doenças. Porém, ainda não foram encontrados genótipos resistentes ao mofo cinzento no germoplasma de mamoneira disponível no Brasil e as informações sobre os níveis de resistência das variedades são escassas. As cultivares usadas comercialmente no

Brasil não apresentam bons níveis de resistência à doença (Drummond & Coelho, 1981; Lima & Soares, 1990).

O ambiente e o progresso da doença

O progresso de determinada doença representa a integração dos efeitos do hospedeiro, do patógeno e do ambiente, durante a epidemia e pode oferecer subsídios para analisar, comparar e entender a dinâmica das doenças de plantas (Campbell & Madden, 1990). A melhor representação de uma epidemia pode ser feita pela curva de progresso de doença, com plotagem da proporção de doença *versus* tempo. Dessa forma, podem-se determinar a época de início da epidemia, a quantidade de inóculo inicial, a taxa de progresso da doença, a área abaixo da curva de progresso, a quantidade máxima de doença e a duração da epidemia (Bergamin Filho, 1995). O uso de modelos adaptados especialmente para epidemias de doenças de plantas auxilia na análise de curvas de progresso de doença (Campbell & Madden, 1990).

O padrão de distribuição espacial de doenças constitui uma informação muito útil no manejo da doença. Segundo Hughes et al. (1997), a principal razão para o estudo de padrões espaciais de doenças no campo é que o padrão espacial da doença expressa o processo de dispersão do patógeno. De acordo com Bergamin Filho et al. (2002), com a combinação das análises temporal e espacial, pode-se extrair mais informações dos dados, dentre os quais a caracterização do padrão ou dos padrões de dispersão da doença e o delineamento de estratégias de controle e avaliação de sua eficácia. O padrão espacial de plantas doentes é definido como o arranjo ou o posicionamento das plantas doentes, umas em relação às outras, podendo apresentar três classificações: regular, aleatório e agregado (Campbell & Madden, 1990).

O padrão espacial da doença é reflexo do processo de dispersão do inóculo do patógeno. O padrão espacial aleatório relaciona-se, geralmente, a

patógenos dispersados pelo vento, podendo atingir longas distâncias em curto período de tempo, enquanto patógenos veiculados por respingos de chuva dispersam-se lentamente ao redor dos focos primários. Na natureza, no entanto, raramente é tão simples e a maioria dos patógenos e das doenças possui mais de um mecanismo de dispersão (Bergamin Filho et al., 2002).

O ambiente interfere no progresso de uma epidemia por influenciar as várias fases do ciclo de vida do patógeno, bem como a interação com fases específicas de crescimento com o hospedeiro (Campbell & Madden, 1990). Temperatura moderada, molhamento foliar e umidade relativa elevada são considerados as variáveis climáticas mais importantes no progresso de epidemias de *B. cinerea* (Morgan, 1984).

Avaliando o efeito da temperatura e do molhamento foliar na incidência da podridão cinzenta (*B. cinerea*) em bagas de uva, Nelson (1951) observou maior incidência da doença na faixa de temperatura compreendida entre 12°C e 20°C, no período de molhamento foliar variando de 12 a 24 horas. No entanto, houve incidência da doença fora da referida faixa de temperatura, porém, necessitando um maior período de molhamento foliar. Nair & Allen (1993), ao avaliarem a incidência de *B. cinerea* em flores e bagas de uva, também em função da temperatura e do período de molhamento foliar, observaram incidência de doença numa ampla faixa de temperatura, contudo, com temperaturas ótimas de 23,7°C e 20,8°C para flores e bagas, respectivamente. Quanto ao período de molhamento foliar, foram necessárias de 1,3 a 13,9 horas de molhamento para incidência de doença em flores e bagas, respectivamente. Broome *et al.* (1995), ao avaliarem o mesmo patossistema, observaram incidência de podridão cinzenta nos cachos na faixa de temperatura de 12°C a 32°C. Em período de molhamento foliar correspondente a quatro horas, a incidência foi de 9%, a 12°C, enquanto a 20°C, observaram-se 37% de incidência. Após 24 horas de molhamento foliar, a incidência foi de 54%, a

30°C e acima de 90% quando a temperatura situou-se na faixa entre 12°C e 20°C. Latorre *et al.* (2002), ao avaliarem o efeito de temperaturas no mesmo patossistema, registraram incidência de 0°C a 30°C, entretanto, a temperatura ótima foi de 20°C.

A incidência de mofo-cinzento no período de florescimento do morangueiro foi altamente correlacionada com a umidade relativa do ar, o molhamento foliar e a temperatura na faixa de 15°C a 25°C (Wilcox & Seem, 1994). No mesmo patossistema, Bulger *et al.* (1987) registraram aumento da incidência do mofo-cinzento em flores, quando aumentaram o período de molhamento em todas temperaturas avaliadas (5°C a 30°C). Maior incidência (100%) foi registrada com 24 horas de molhamento e temperatura próxima a 20°C. Segundo Yoder & Whalen (1975), as temperaturas e a umidade relativa favoráveis para *B. cinerea* causar infecção em folhas de repolho armazenado foram de 20°C a 25°C e de 97%, respectivamente. Em umidade relativa abaixo de 93% não ocorreu infecção, entretanto, o progresso da doença foi rápido quando a umidade relativa esteve entre 97 e 100%.

Foi observada incidência de 100% de mofo-cinzento em gerânio nas temperaturas de 21°C a 25°C, com 12 horas de molhamento foliar (Sirijusingh & Sutton, 1996). Porém, não houve esporulação do fungo após curto período de molhamento foliar (4 horas) nestas temperaturas e nem após 24 horas de molhamento foliar nas temperaturas de 5°C e 10°C. Araújo (1995), ao avaliar o efeito da temperatura e dos períodos de molhamento foliar na severidade do mofo-cinzento em pétalas de rosa, observou aumento da severidade em períodos prolongados de molhamento foliar. Menor severidade da doença foi verificada a 10°C, em todos os períodos de molhamento foliar testados e, com 8 horas de molhamento foliar, registraram-se os menores índices de severidade, em todas as temperaturas. A maior severidade foi observada a 20°C, com 24 horas de molhamento foliar. No mesmo patossistema, Willianson *et al.* (1995)

registraram lesões em sépalas de rosa em 24 horas, em condições de $\geq 94\%$, mesmo na ausência de água livre. Oliveira (2004), estudando a epidemiologia da seca da haste (*B. cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*, observou que maiores incidência e severidade da seca da haste foram registradas em condições de temperatura de 15°C e período de molhamento foliar de 24 horas. Mesmo na ausência de molhamento foliar, foram observadas infecções na temperatura de 15°C, porém, sob as temperaturas de 25°C e 30°C, foi necessário maior período de molhamento foliar (12 a 24 horas) para a ocorrência da infecção.

O monitoramento de esporos no ar

A concentração de propágulos infectivos dispersos no ar pode influenciar o progresso de epidemias de doenças em plantas em períodos próximos ou subseqüentes às epidemias. Contudo, a quantificação dos mesmos depende do conhecimento do patossistema, do tipo de propágulos e dos métodos utilizados na quantificação (Campbell & Madden, 1990).

Dentre os métodos utilizados na quantificação de propágulos no ar, são encontrados: o método gravitacional, no qual as partículas sedimentam sobre uma superfície horizontal sob a influência da gravidade; o coletor inercial de impacto, no qual a superfície coletora em movimento colide com as partículas presentes no ar e estas ficam aderidas em sua superfície e o coletor inercial de sucção, em que, durante a sucção de certo volume de ar, as partículas presentes no ar succionado colidem com uma superfície coletora dentro do aparelho e ficam aderidas.

O Rotorod é um dos coletores inerciais de impacto utilizados com eficiência, mesmo com baixas concentrações de esporos no ar. Ele é composto, basicamente, por duas barras verticais, besuntadas com substância adesivas, que giram sobre um eixo, sob rotação constante, o que possibilita o cálculo do volume de ar amostrado. Apesar de ser um equipamento de fácil manuseio, é

necessária a troca das barras de coleta, caso a amostragem seja feita por um longo período. A quantidade de inóculo presente numa área onde ocorre uma epidemia é, muitas vezes, estimada pelo número de esporos coletados por esses aparelhos ou por outros similares (Campbell & Madden, 1990; Hausbeck & Pennypacker, 1991; Panisson *et al.*, 2002; Reis & Mário, 2003).

Em muitos trabalhos relaciona-se a quantidade de esporos no ar com o progresso de suas respectivas epidemias. Hausbeck & Pennypacker (1991) observaram que, a cada período de produção de gerânio em casa de vegetação, a quantidade de conídios de *B. cinerea* aumentava, o que, conseqüentemente, favorecia o aumento da incidência da doença nos cultivos posteriores. Da mesma forma, Xu *et al.* (2000) também verificaram a relação entre o aumento da quantidade de esporos de *B. cinerea* com o aumento das folhas de morangueiro infectadas.

No Rio grande do Sul, esporos de *Peronospora viticola* foram encontrados, durante todo o ano, sob folhas de videira. No entanto, os valores mais elevados de esporos no ar coincidiram com o aumento da superfície foliar da planta e dos sinais do fungo, durante o mês de outubro, com períodos de chuva e frio durante a noite (Reis *et al.* 2003). Oliveira (2005), monitorando esporos de *Cercospora coffeicola* e *H. vastatrix* em cafeeiro, observou, no primeiro patossistema, que as maiores quantidades de conídios se correlacionaram com a intensidade da doença ocorrida aos 15, 30, 45 e 60 dias anteriores a cada avaliação. Já o segundo patossistema teve a quantidade de uredósporos coletados coincidindo com o progresso da doença e com a intensidade da doença ocorrida nos 15 dias anteriores a cada coleta de uredósporos.

A dispersão de esporos de fungos e bactérias pelo vento também pode ser quantificada e correlacionada com epidemias. A relação entre concentração de esporos no ar e as variações ambientais também já foi observada em alguns

trabalhos. Xu *et al.* (2000) observaram correlação positiva entre o número de esporos de *B. cinerea* no ar e as condições de temperatura e umidade relativa do ar. O contrário foi observado para o período de molhamento foliar, em que, quanto maior o período de molhamento do tecido da planta (e dos propágulos), menor a quantidade de esporos presentes no ar.

Contudo, para a ocorrência de uma epidemia, são necessárias, além da presença do hospedeiro e do patógeno, condições ambientes favoráveis à infecção, à colonização e à reprodução do patógeno. Panisson *et al.* (2002) observaram que apenas a presença de ascósporos de *Giberella zea* no ar não é indicativo de que vá ocorrer uma epidemia, sendo necessário que ocorram também períodos prolongados de molhamento das espigas de trigo.

Quantificação da doença – scala diagramática

A quantificação de doenças é fundamental para estudos epidemiológicos e para a avaliação de estratégias de controle. A quantificação de uma variável que expresse a intensidade de doença, seja ela medida pela incidência ou pela severidade, é necessária, tanto para descrever o progresso da epidemia e sua relação com o clima ou com medidas de controle quanto para a validação de modelos de previsão ou para a aplicação do manejo integrado. Portanto, erros na quantificação da doença podem ser magnificados na análise epidemiológica subsequente, interferindo, em maior ou menor grau, nas conclusões alcançadas (Campbell & Madden, 1990). Para que os erros sejam minimizados, o método utilizado na quantificação da doença deve ser capaz de fornecer resultados acurados, precisos e reproduzíveis.

A avaliação do mofo-cinzeno da mamoneira tem sido realizada pela incidência da doença e pela porcentagem de área do cacho afetada (Lima & Soares, 1990; Costa *et al.*, 2004; Ueno *et al.*, 2004; Milani *et al.*, 2005; Demant *et al.*, 2006; Ueno *et al.*, 2006). A quantificação da severidade é, comumente,

realizada com o auxílio de escalas diagramáticas representando folhas ou frutos com diferentes porcentagens de área ocupadas pelas lesões. As escalas são utilizadas na orientação da estimativa visual, de tal modo que a avaliação torne-se mais precisa e acurada após a comparação da amostra com a representação no diagrama. Quando a avaliação visual é feita sem o auxílio de escalas diagramáticas, o avaliador pode atribuir qualquer valor no intervalo de zero a 100% para a superfície do fruto ocupada por sintomas. O uso da escala permite ao avaliador situar sua estimativa num intervalo menor, compreendido entre dois dos níveis representados por seus diagramas (Amorim, 1995). Dessa forma, as escalas diagramáticas contribuem para a redução do erro na estimativa visual da severidade de doenças.

As escalas diagramáticas devem ser simples, aplicáveis em diferentes condições e ter intervalos suficientes para representar os diferentes níveis de severidade de uma determinada doença. Na elaboração de uma escala diagramática, alguns aspectos devem ser considerados, como as quantidades mínimas e máximas de doença observadas no campo e representadas na escala, a representação dos sintomas da maneira mais próxima possível da realidade e os níveis de severidade, respeitando-se as limitações da acuidade da vista humana, definidas pelas leis de estímulo-resposta de Weber e de Fechner, também conhecidas como lei de Weber-Fechner (Horsfall & Barrat, 1945; Nutter & Schultz, 1995). Além da boa qualidade de uma escala diagramática, as estimativas de severidade dependem da percepção visual e da experiência de cada indivíduo na avaliação de doenças.

A precisão e a acurácia das estimativas de severidade variam de acordo com o avaliador. Após a elaboração, as escalas devem ser testadas por diferentes indivíduos, a fim de comprovar sua eficiência na estimativa da severidade. A precisão, medida de confiabilidade e ou repetibilidade nas avaliações de doença (Nutter *et al.*, 1991), pode ser quantificada pelo coeficiente de determinação de

regressões lineares estabelecidas entre a severidade real e as estimativas da severidade de determinada amostra. A precisão será tanto maior quanto mais próximo de 1,0 for o valor do coeficiente de determinação (R^2). A acurácia, representada pelo grau de proximidade entre a estimativa média e a realidade (Nutter *et al.*, 1991), pode ser quantificada pelo coeficiente angular e pela interseção de linhas de regressão estabelecidas entre a severidade real e as estimativas da severidade de uma determinada amostra. A acurácia será tanto maior quanto mais próximo de 1,0 for o coeficiente angular e mais próximo de zero for a interseção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, p.647-671.

ARAÚJO, A.E. **Sobrevivência de *Botrytis cinerea* em restos de cultura, efeitos de fatores do ambiente sobre o patógeno e o progresso do mofo cinzento em roseiras cultivadas em casas-de-vegetação**. 1995. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.; MOREIRA, J.A.N. de; AZEVEDO, D.M.P. de; PIRES, V.A.; VIEIRA, R.M.; SANTOS, J.W. dos. **Avaliação da resistência de genótipos de mamoneira *Ricinus communis* L. ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini* Godfrey**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998. 5 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 73).

BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia: conceitos e objetivos. In: BERGAMIN FILHO, A. (Org.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 5, p.540-553.

BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F.F. Análise espacial de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v. 10, p. 155-218, 2002.

BORA, L.C.; MINKU, D. Occurrence of bacterial wilt of castor, rapeseed, ginger and spinach in Assam. **Plant Disease Research**, Ludhiana, v.17, n.1, p.107-110, jan. 2002.

BROOME, J.C.; ENGLISH, J.T.; LATORRE, B.A.; AVILES, J.C. Development of an infection model for *Botrytis* bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. **Phytopathology**, St. Paul, v.85, n.1, p.97-102, jan. 1995.

BUENO, L.C.S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S.P. **Melhoramento genético de plantas**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

BULGER, M.A.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 8, p. 1225-1230, ago. 1987.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.

CARVALHO, L.O. Mamona (*Ricinus communis* L.). In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Manual técnico das culturas**. 2 ed. Campinas: CATI, 1997. cap.11, p.349-368.

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P de; LIMA, E.F. (Org.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 89- 120.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. MAMONA SÉRIE HISTÓRICA. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2008.

COSTA, R.S.; SUASSUNA, T.M.F.; MILANI, M.; COSTA, M.N.; SUASSUNA, N.D. Avaliação de resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DEMANT, C.A.R.; FURTADO, E.L.; ZANOTTO, M.D.; CHAGAS, A.A. Controle de mofo cinzento com o uso de *Trichoderma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador:Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

DRUMMOND, O. A.; COELHO, S.J. Doenças da mamoneira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 38-43, 1981.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT: Agricultural Statistics Database. Rome: **Word Agricultural Information Centre**, 2003. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 20 maio 2008.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. **O agronegócio da mamona Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-SPI, 2001. p. 295-335.

GODFREY, G.H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 22, n.5, p. 679–715, mai. 1923.

HAUSBECK, M.K.; PENNYPACKER, S.P. Influence of grower activity and disease incidence on concentrations of airborne conidia of *Botrytis cinerea* among geranium stock plants. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.8, p.789-803, ago. 1991.

HOLCOMB, G.E. Basal stem rot of cultivated poinsettia caused by *Amphobotrys ricini*. **Plant Disease**, St. Paul, v.74, n.10, p.828-828, out. 1990.

HOLCOMB, G.E.; JONES, J.P.; WELLS, D.W. Blight of prostate spurge an cultivated poinsettia cause by *Amphobotrys ricini*. **Plant Disease**, St. Paul, v.73, n.1, p.74-75, jan. 1989.

HORSFALL, J.G.; BARRAT, R.W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, St. Paul, v. 35, p. 655, jun. 1945. Abstract.

HUGUES, G.; McROBERTS, N.; MADDEN, L.V.; NELSON, S. Validating mathematical models of plant-disease progress in space and time. **Journal of Mathematics Applied in Medicine & Biology**, Oxford, v.14, n.2, p.85-112, fev. 1997.

KIMATI, H. SOAVE, J.; ESKES, B.; KUROZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; FERNANDES, N. G. **Guia de fungicidas agrícolas**. Piracicaba: Livroceres, 1986. 281 p.

LATORRE, B.A.; RIOJA, M.E.; LILLO, C. Efecto de la temperatura em el desarrollo de la infeccion producida por *Botrytis cinerea* em flores y bayas de uva de mesa. **Ciência e Investigacion Agrária**, Santiago, v.9, n.3, p.145-151, mar. 2002.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E. de ;BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001 p.191-212.

LIMA, E. F.; SOARES, J. J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 96-97, jan./fev.1990.

MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mamoneira (*Ricinus communis*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M.(Ed.) **Manual de fitopatologia** : doenças da plantas cultivadas. 5. ed. Piracicaba: Livroceres, 2005. p. 445-447. 2005.

MILANI, M.; NOBREGA, M.B.M.; SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M. **Resistência da mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao mofo cinzento causado por *Amphobotrys ricini***. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005. 22 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 137).

MORGAN, W.M. The effect of night temperature and glasshouse ventilation on the incidence of *Botrytis cinerea* in a late-planted tomato crop. **Crop Protection**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 243-251, jun. 1984.

MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delli: Oxonian, 1986. 315 p.

NAIR, N.G.; ALLEN, R.N. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. **Mycological Research**, Cambridge, v. 97, n. 8, p. 1012-1014, ago. 1993.

NELSON, K.E. Factor influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers.). **Phytopathology**, St. Paul, v.41, n. 4, p. 319-326, abr. 1951.

NUTTER JÚNIOR, F.W.; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.17, n.1, p.174-184, jan. 1995.

NUTTER JÚNIOR., F.W.; TENG, P.S. ; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n. 11, p.1187-1188, nov. 1991.

OLIVEIRA, C.A. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. 116 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, F.A. **Validação de modelos de previsão da ferrugem do cafeeiro e monitoramento de esporos de *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola* em Lavras, MG**. 2005. 98 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PANISSON, E.; REIS, E.M.; BOLLER, W. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar e infecção em anteras de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p.484-488, jul./ago. 2002.

PIO, M. C.; PENNA, L. de A. (Colab.). **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa. Nacional, 1926.78p.

REIS, E. M.; MENDES, C. S. ; SÔNEGO, O. R. . Flutuação anuaBl de esporangiosporos de plasmopara viticola, no ar, em Bento Gonçalves, RS. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 4, p. 362-364, jul./ago. 2003.

REIS, E.M.; MÁRIO, J.L. Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar, e sua relação com a infecção em grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.143-147, mar./abr. 2003.

RUSSO, V.M. Occurrence of *Amphobotrys ricini* on prostrate spurge in Oklahoma. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.7, p.750, jul. 1991.

SANOAMUANG, N. First report of Gray Mold Blight caused by *Amphobotrys ricini* on crow of thorns in Thailand. **Plant Disease**. St. Paul, v.80, n.2, p.223, fev. 1996.

SAVY FILHO, A. Melhoria da mamona In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.398-404.

SIRJUSINGH, C.; SUTTON, J.C. Effects of wetness duration and temperature on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v.80, n.2, p.160-165, fev. 1996.

TURATTI, J.M.; GOMES, R.A.R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos**: aspectos funcionais e novas tendências. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. 78 p.

UENO, B.; HELLWIG, T.C.; GABRIELA NICKEL, G.; SILVA, S.D.A. Resistência ao mofo cinzento em 15 genótipos de mamoneira cultivadas na região de pelotas, RS, safra 2004/2005 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

UENO, B.; ZANATTA, Z.G.C.N.; SILVA, S.D.A.; GOMES, A.C. Resistência à mancha-de-cercóspora, mofo cinzento e nematóides fitoparasitas de seis cultivares de mamoneira cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

VIEIRA, R.M.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S. Diagnóstico e perspectiva da mamoneira no Brasil. In: Reunião temática Matérias-primas oleaginosas no Brasil. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 180 p.

WHITNEY, N.G.; TABER, R.A. First report of *Amphobotrys ricini* infecting *Caperonia palustris* in the United States. **Plant Disease**, St. Paul, v. 70, p.892, jun. 1986. Abstract.

WILCOX, W.F.; SEEM, R.C. Relationship between strawberry gray mold incidence, environmental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n.3, p. 264-270, 1994.

WILLIANSO, B.; DUNCAN, G.H.; HARRISON, J.G. HARDING, L.A.; ELAD, Y.; ZIMAND, G. Effect of humidity on infection of rose petals by dry-inoculated conidia of *Botrytis cinerea*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, n. 11, p.1303-1310, nov. 1995.

XU, X.; HARRIS, D.; BERRIE, A.M. Modeling Infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. **Phytopathology**, St. Paul, v. 90, n. 12, p. 1367-1374, dez. 2000.

YODER, O.C.; WHALEN, M.L. Factors effecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. **Canadian Journal of Botany**, v.53, n.8, p.691-699, ago. 1975.

ZARELA, G.C.N.Z.; UENO, B.; SILVA, S.D.A.; GOMES, A.C. Fungos associados às sementes de seis cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivadas na região de Pelotas RS safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande:Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

ARTIGO 1

Efeito da temperatura no crescimento micelial, na esporulação, na germinação de conídios e na formação de escleródios de *Amphobotrys ricini* isolados de mamoneira

(Preparado de acordo com as normas da revista Ciência e Agrotecnologia)

RESUMO

O mofo-cinzento da mamoneira, cujo agente etiológico é o fungo *Amphobotrys ricini*, vem adquirindo importância agrônômica, nos últimos anos, haja vista sua ocorrência em cultivos comerciais de mamona em todo o país, causando redução da produção de grãos e do teor de óleo. Diante disso, avaliou-se o efeito da temperatura no crescimento micelial, na esporulação, na germinação dos conídios e na formação de escleródios de isolados de *A. ricini*. Foram avaliados oito isolados, quatro do município de Lavras, MG, dois de Botucatu, SP, um de Barão do Triunfo, RS e um de Engenho Velho, RS, obtidos de inflorescências e frutos sintomáticos de mamona. Os isolados diferiram quanto às características avaliadas, inclusive os de mesma origem, evidenciando alta plasticidade adaptativa para diferentes temperaturas. Cinco isolados formaram escleródios variando de 0,5 a 5,0 mm de diâmetro, apresentando coloração negra, nas temperaturas de 20°C e 25°C, porém, um isolado apresentou escleródios com a mesma coloração das hifas. As temperaturas ótimas para o crescimento micelial, esporulação e germinação de conídios variaram de 20,7°C a 33,7°C, 20,6°C a 22,1°C e 16,1°C a 22,3°C, respectivamente.

Termos para indexação: mofo-cinzento-da-mamoneira,

Effect of the temperature on the mycelial growth, sporulation, conidia germination and sclerotia production to different isolates of *A. ricini* from castor bean

ABSTRACT

The gray mold caused by *Amphobotrys ricini* has acquired agricultural importance in recent years as its occurrence in commercial cultivation of castor bean reduced the production of grains and oil content. The objective of this work was to evaluate the effect of temperature in mycelial growth, sporulation, conidial germination and production of sclerotia to different isolates of *A. ricini*. It were used eight isolates, four from Lavras-MG, two from Botucatu-SP, one from Barão do Triunfo-RS and one from Engenho Velho-RS, obtained from symptomatic flowers and fruits of castor bean. The isolates showed different behavior on the characteristics evaluated, even from isolates of the same origin. It was observed high adaptation capacity to different temperatures. Five isolates showed formation of sclerotia with diameter from 0.5 to 5.0 mm and black color, in the temperatures 20 and 25 °C, but one isolate presented sclerotia with the same color to hyphae. The optimum's temperatures to mycelial growth, sporulation and conidia germination were from 20.7 to 33.7 °C, 20.6 to 22.1 °C and 16.1 to 22.3 °C, respectively.

Keywords: Grey mold

INTRODUÇÃO

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) vem sendo cada vez mais utilizada na agricultura brasileira, como alternativa dentre as oleaginosas, principalmente devido à sua ótima adaptação em todo o território nacional e aos incentivos do programa de biocombustíveis. A expansão da ricinocultura para regiões com maior precipitação pode acarretar problemas fitossanitários, como o mofo-cinzeno. Em ambiente favorável, podem ocorrer altas taxas de progresso da doença, com alta produção de inóculo do patógeno e sua posterior disseminação, danificando flores e frutos de maneira a reduzir a produtividade.

O mofo-cinzeno da mamoneira tem como agente etiológico o fungo *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert, cuja forma teleomórfica é *Botryotinia ricini* (Godfrey) Whetzel, pertencente à classe dos Ascomycetes, ordem Helotiales e família Sclerotiniaceae (Lima et al., 2001). O fungo foi relatado, por Godfrey (1923), infectando inflorescências e frutos de mamona, nos Estados Unidos e foi descrito como *Botrytis ricini*. Posteriormente, Hennebert (1973) estabeleceu o novo gênero *Amphobotrys* para acomodar sua única espécie, *A. ricini*, cuja forma conidial assemelha-se à do gênero *Botrytis*. A sintomatologia e a epidemiologia do mofo-cinzeno da mamoneira são muito semelhantes às observadas em doenças causadas por *Botrytis* spp., apesar de os fungos não pertencerem ao mesmo gênero. O fungo já foi descrito em outras euphorbiaceas, como *Euphorbia pulcherrima*, *E. heterophylla*, *E. hirta*, *E. milii*, *E. maculata* (sin. *E. supina*), *Acalypha hispida*, *Jatropha podagrica* e *Caperonia palustris* (Whitney & Taber, 1986; Holcomb et al., 1989; Holcomb, 1990; Russo, 1991; Sanoamuang, 1996; Lima et al., 2008).

No Brasil, o mofo-cinzeno da mamoneira foi constatado pela primeira vez em 1932, no estado de São Paulo (Massola Jr. & Bedendo, 2005). Da mesma forma que a mamoneira está disseminada pelo país, o fungo pode ser encontrado

em qualquer região, e em condições de alta umidade relativa e temperatura na faixa dos 25°C, pode causar perdas de produção superiores a 50% em cultivos comerciais. Os sintomas iniciais são pequenas manchas azuladas nas inflorescências e em frutos em desenvolvimento, que evoluem com a colonização do fungo, criando uma massa micelial que adquire aspecto cotonoso pardo-violáceo, devido à abundante esporulação (Godfrey, 1923). Outro sintoma descrito é a seca de ramos, em plantas em estágio de enchimento de grãos, em que foram detectadas estruturas semelhantes a escleródios nos troncos e ramos, posteriormente confirmados como *A. ricini* (Ueno, 2007). A infecção e a colonização do fungo podem promover completa deterioração das inflorescências e frutos, com conseqüente redução do teor de óleo das sementes.

Em sua primeira descrição, Godfrey (1923) estabeleceu como 12°C a temperatura mínima para o crescimento micelial em meio ágar corn-meal, 25°C como a temperatura ótima e 35°C, a temperatura máxima. Outros trabalhos mencionam as temperaturas entre 20°C e 25°C como adequadas para esporulação e germinação de conídios (Araújo *et al.*, 2004; Suassuna *et al.*, 2004). Contudo, apesar da ampla distribuição desse patógeno pelo país, pouco se conhece sobre a diversidade dos isolados de *A. ricini*, bem como as condições de temperatura específicas temperaturas ótimas para o seu desenvolvimento.

Portanto, este trabalho foi realizado visando avaliar o efeito da temperatura no crescimento micelial, na esporulação, na germinação de conídios e na formação de escleródios de isolados de *A. ricini* em meio de cultura, oriundo de diferentes locais do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito isolados obtidos em inflorescências (racemos) de *R. communis* que apresentavam sintomas de mofo-cinzento, no município de Lavras e isolados doados por pesquisadores dos estados de São Paulo e do Rio

Grande do Sul, coletados no ano de 2006 (Tabela 1). Para o isolamento a partir das inflorescências sintomáticas, as mesmas foram incubadas em câmara úmida por 24 horas até a esporulação do fungo, quando, então, os conídios foram transferidos para placas de Petri com meio de cultura BDA. Foram obtidas culturas monospóricas dos isolados. As placas foram mantidas em câmaras de crescimento por sete dias e, posteriormente, discos de 5mm de diâmetro foram transferidos das placas para tubos de penicilina, com 4mL de água destilada esterilizada e, posteriormente, lacrados para manutenção dos isolados.

Tabela 1. Origem e hospedeiro dos isolados de *Amphobotrys ricini*. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Isolado	Origem	Cultivar
Ar1	Lavras, MG	Híbrido Savana
Ar2	Ijaci, MG	Espontânea
Ar3	Lavras, MG	Híbrido Savana
Ar4	Lavras, MG	IAC Guarany
Ar5	Barão do Triunfo, RS	-
Ar6	Engenho Velho, RS	-
Ar7	Botucatu, SP	Híbrido Savana
Ar8	Botucatu, SP	Híbrido Íris

Foi avaliado o efeito da temperatura no crescimento micelial, na esporulação, na germinação dos conídios e na formação de escleródios. Para avaliar o efeito da temperatura no crescimento micelial e na esporulação, os isolados foram cultivados em meio BDA, do qual discos de 5mm de diâmetro foram retirados de bordas de colônias de *A. ricini*, cultivadas por sete dias e transferidos para o centro das placas de Petri contendo meio de cultura BDA, sendo mantidos a 14°C, 20°C, 22°C, 24°C, 25°C e 28°C, e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi feita a partir do segundo dia após a repicagem, diariamente, medindo-se o diâmetro de crescimento micelial, em dois sentidos perpendiculares, utilizando-se um paquímetro graduado em milímetros. O término das avaliações se deu no momento em que a primeira colônia atingiu a

borda da placa. Os dados, posteriormente, foram transformados em índice de crescimento micelial diário (ICMD) para análise estatística. O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, sendo cada placa uma unidade experimental. O esquema da análise de variância foi o fatorial, constituído por oito isolados e seis temperaturas.

A avaliação da esporulação deu-se ao fim do ensaio de crescimento micelial, utilizando-se as mesmas placas desse ensaio. Foi obtida suspensão dos conídios a partir de adição de volume de 10 mL de água destilada sobre a placa e remoção dos mesmos com auxílio da alça de “Drigalski”. Os conídios foram contados com auxílio de hemocitômetro e sua unidade foi convertida em conídios/mL. Os dados de esporulação foram transformados para $\ln(x+10)$ para as análises estatísticas.

Foi avaliado o efeito da temperatura sobre a formação de escleródios do fungo. Discos de 5mm de diâmetro foram retirados de bordas de colônias de *A. ricini*, cultivadas por sete dias, transferidos para o centro das placas de Petri contendo meio de cultura BDA e mantidos a 15°C, 20°C, 25°C e 28°C, por 30 dias, em fotoperíodo de 12 horas. Decorrido o período, foram avaliados o tamanho, a forma e a cor dos escleródios. O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada placa uma unidade experimental.

Para estudar o efeito da temperatura na germinação dos conídios, uma gota de 100 µL de suspensão com 10^4 conídios/mL, de cada isolado, foi colocada sobre lâminas de vidro escavadas, mantidas em uma placa de Petri de 9cm de diâmetro, sobre dois discos de papel toalha previamente umedecidos com água destilada. As placas foram fechadas e mantidas nas temperaturas de 15°C, 20°C, 22°C, 24°C, 25°C e 28°C, durante cinco horas. Posteriormente, foi adicionada uma gota de solução de sulfato de cobre 1M. Foi considerado como conídio germinado aquele que apresentou tubo germinativo de comprimento igual ou

superior ao diâmetro do conídio. Foram avaliados 50 conídios em cada lâmina e quatro lâminas por isolado.

As análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar e o ajuste de curvas no programa TableCurve™ 2D for Windows. As variáveis significativas no teste F da análise de variância foram submetidas à análise de regressão. O ajuste do modelo de regressão foi realizado utilizando-se as repetições das variáveis estudadas. Avaliou-se o ajuste de modelos lineares e não lineares. O modelo escolhido para plotar o gráfico foi aquele com maior R^2 , menor quadrado médio dos desvios e melhor gráfico de distribuição de resíduos. Para determinar a temperatura ótima ou o ponto de máximo crescimento, produção e germinação de conídios, foi realizada a derivada de primeira ordem da equação de regressão com melhor ajuste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os isolados apresentaram crescimento micelial inicialmente branco e ralo, tornando-se cotonoso a partir do segundo dia após a repicagem. Com três dias, a colônia apresentou formação de conidióforos e conídios, com coloração inicialmente branca, tornando-se pardo-acinzentada a partir do quinto dia após a repicagem. As características culturais observadas assemelham-se muito às de isolados de espécies do gênero *Botrytis*, com esporulação e formação de escleródios abundantes, concordando com o descrito por Godfrey (1923) e Hennebert (1973), assim como a ausência de formação da forma perfeita, *Botryotinia ricini*, em meio de cultura BDA, nas condições estudadas.

Cinco dias após a repicagem, cinco isolados apresentaram formação de escleródios quando incubados a 25°C. A princípio, os escleródios apresentavam-se achatados junto à superfície da colônia; posteriormente, tornaram-se enegrecidos e rugosos. O isolado Ar7 foi o único a apresentar produção de escleródios nas temperaturas de 20°C e 25°C, contudo, não houve diferença

significativa no número de escleródios produzidos nas diferentes temperaturas, obtendo-se uma média de 62 escleródios por placa. O isolado Ar3 diferiu dos demais quanto à coloração dos escleródios produzidos, em tonalidade pálida, semelhante à do micélio, enquanto os isolados restantes produziram escleródios de coloração negra. O tamanho e a forma dos escleródios variaram entre os isolados, de 0,5 a 5,0 mm de diâmetro, individualizados e rugosos, agrupados e achatados ou nas duas formas (Tabela 2). A descrição de Godfrey (1923) para as características dos escleródios condiz com o observado nos isolados estudados, no entanto, não se encontraram informações sobre o efeito da temperatura em sua formação.

Tabela 2. Tamanho, forma e temperatura de formação de escleródios dos isolados de *Amphobotrys ricini*. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Isolado	Tamanho e forma dos escleródios	Temperatura
Ar 1	sem escleródios	-
Ar 2	sem escleródios	-
Ar 3	0,5-3,0 mm, brancos, agrupados	25°C
Ar 4	0,5-2,0 mm, negros, individualizados e agrupados	25°C
Ar 5	0,5-1,0 mm, negros, individualizados	25°C
Ar 6	Sem escleródios	-
Ar 7	1,0-5,0 mm, negros, individualizados	20°C e 25°C
Ar 8	0,5-3,0 mm, negros, individualizados	25°C

Houve interação significativa entre os diferentes isolados e as temperaturas para o crescimento micelial diário (Figura 1). Houve crescimento micelial, em todas as temperaturas testadas, para todos isolados, detectou-se diferença significativa para os índices de crescimento micelial diários entre os isolados e entre as temperaturas. Contudo, os isolados Ar2 e Ar3 não apresentaram diferença significativa no crescimento micelial nas diferentes temperaturas. As médias dos índices de crescimento micelial diários variaram de 0,36 a 1,08 cm/dia (Tabela 3). As estimativas de temperatura ótima para crescimento micelial, obtidas por meio da derivada de primeira ordem da

equação de regressão ajustada, variaram entre 20,7°C e 33,7°C. A exceção ocorreu para os isolados Ar1 e Ar6, que apresentaram curvas côncavas, cuja derivada da primeira ordem resultou nas temperaturas mínimas para o crescimento micelial, respectivamente, 9,2°C e 16,7°C, ou seja, houve diferença de crescimento micelial entre os isolados. Suassuna *et al.* (2004), quando avaliaram o efeito da temperatura sobre o crescimento micelial e a esporulação de cinco isolados de *A. ricini*, também observaram que quatro isolados apresentaram maior crescimento micelial na faixa de temperatura entre 20°C e 25°C e apenas um dos isolados apresentou maior crescimento micelial na faixa de 15°C a 20°C. Em trabalho realizado na Embrapa Clima Temperado, estudando o crescimento micelial de três isolados de *A. ricini* obtidos na região, Ueno (2007) detectou que a temperatura ótima para o crescimento micelial foi de 20,1°C. Godfrey (1923) estabeleceu a temperatura mínima de 12°C para o crescimento micelial em meio ágar corn-meal, 25°C como a temperatura ótima e 35°C, a temperatura máxima limitante.

Quanto à esporulação, detectou-se interação significativa entre temperatura e isolados na análise de variância (Figura 2). Diferentemente do crescimento micelial, a esporulação não ocorreu em todas as temperaturas, para todos os isolados. Os isolados Ar7 e Ar8 não apresentaram esporulação quando mantidos nas temperaturas de 14°C. As médias da produção de conídios dos isolados variaram de 271 a 154.774 conídios/mL (Tabela 3). As estimativas de temperatura ótima para a produção de conídios, obtidas por meio da derivada de primeira ordem da equação de regressão ajustada, variaram entre 20,6°C e 22,1°C, muito próximas das temperaturas ótimas para o crescimento micelial (Tabela 3).

No entanto, Suassuna *et al.* (2004) concluíram que 25°C foi a temperatura na qual os cinco isolados de *A. ricini* tiveram maior produção de conídios, quando cultivados em meio V8. Lorbeer (1980), em sua revisão,

verificou que isolados do gênero *Botrytis* podem comportar-se de maneira muito diferente quanto às suas características culturais, quando alterados fatores como temperatura, umidade relativa, luminosidade e substrato. O mesmo autor cita o trabalho de Menzinger (1966) que observou mudanças consideráveis nas características culturais de um único isolado, quando submetido a diferentes substratos de cultivo.

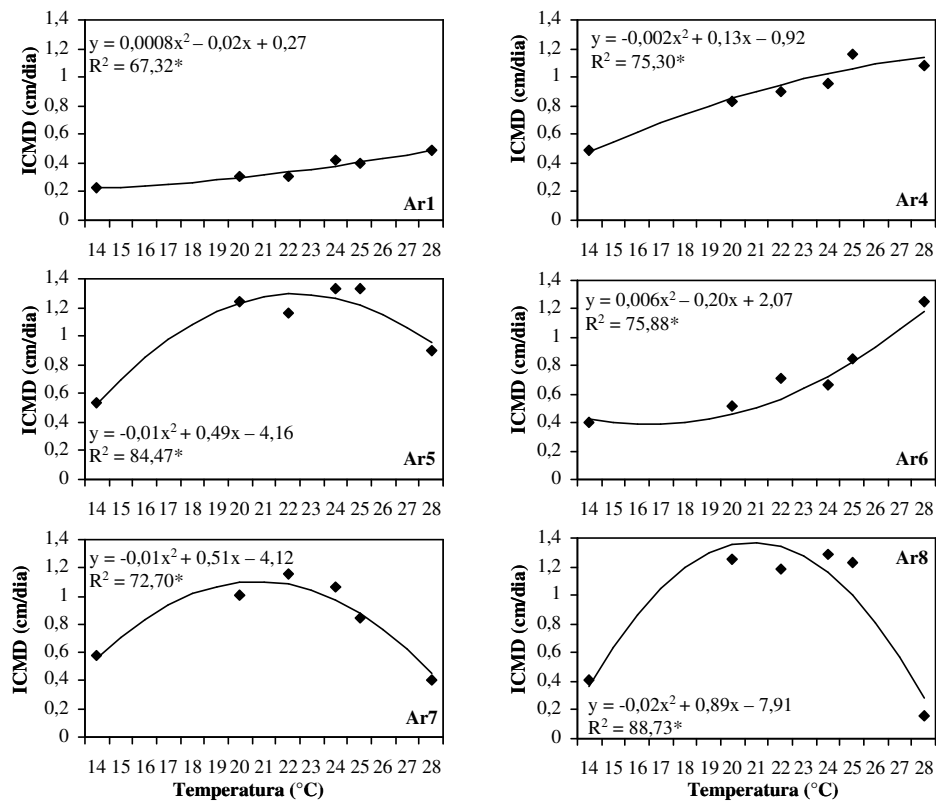


Figura 1. Curvas ajustadas aos índices de crescimento micelial diário (ICMD) dos isolados de *Amphobotrys ricini* submetidos a diferentes temperaturas. *significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Tabela 3. Médias do ICMD, da concentração de conídios/mL e da germinação de conídios dos isolados de *Amphobotrys ricini*, com respectivas temperaturas ótimas para crescimento micelial, esporulação e germinação. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Isolado	ICMD	Temp.	Esporulação (ln(x-10))	Temp.	Germinação	Temp.
Ar 1	0,36	c ¹ 12,5 ²	11,19	a 20,6	84,3	a -
Ar 2	0,44	c -	9,95	b 21,6	60,1	b 22,3
Ar 3	0,63	b -	9,13	b 21,2	86,5	a -
Ar 4	0,92	a 32,5	8,50	b 21,2	83,4	a -
Ar 5	1,08	a 22,4	6,84	c 22,1	65,3	b 21,6
Ar 6	0,70	b 16,7 ²	11,35	a 21,5	67,0	b 16,1
Ar 7	0,84	b 20,7	6,52	c 21,4	84,2	a -
Ar 8	0,92	a 20,9	3,16	d 20,8	57,9	b 21,4
CV	11,69		36,61		10,06	

¹ Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, (p < 0,05).

² Temperaturas mínimas para crescimento micelial

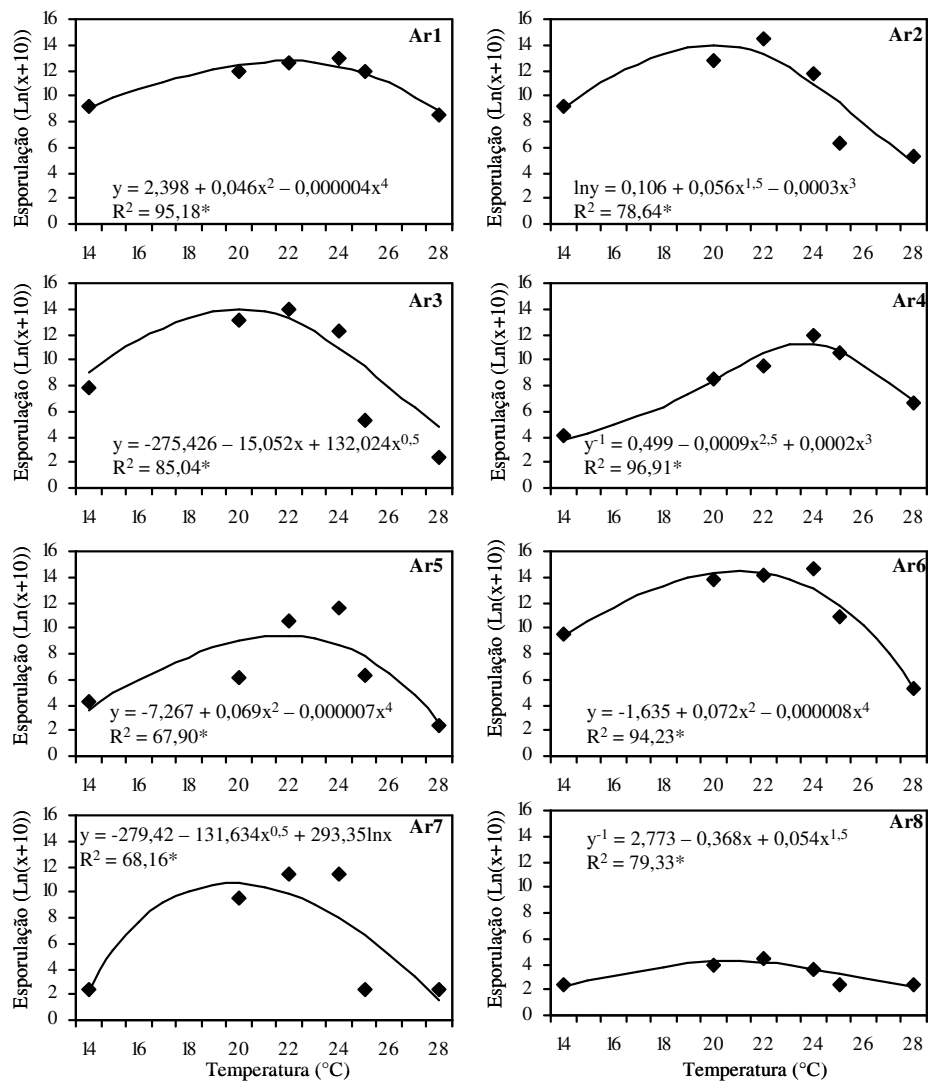


Figura 2. Produção de conídios de isolados de *Amphobotrys ricini* submetidos a diferentes temperaturas. *significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Foi observada diferença significativa no percentual de germinação entre os isolados, contudo apenas quatro isolados apresentaram diferenças significativas na germinação dos conídios quando se alterou a temperatura. A estes quatro isolados, foi detectada interação significativa entre os isolados e as

temperaturas utilizadas (Figura 3). As médias das porcentagens de germinação oscilaram entre 57,9 e 86,5%, e as estimativas de temperatura ótima para a germinação dos conídios variaram entre 16,1 e 22,3 °C (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Araújo *et al.* (2004) quando estudou o efeito da temperatura sobre a germinação de conídios de cinco isolados de *A. ricini*. Um dos isolados estudados apresentou maior germinação a 20 °C, enquanto três isolados apresentaram maior germinação a 25 °C, e outro a 30 °C, ou seja, o patógeno tem alta plasticidade, com germinação dos conídios em ampla faixa de temperatura.

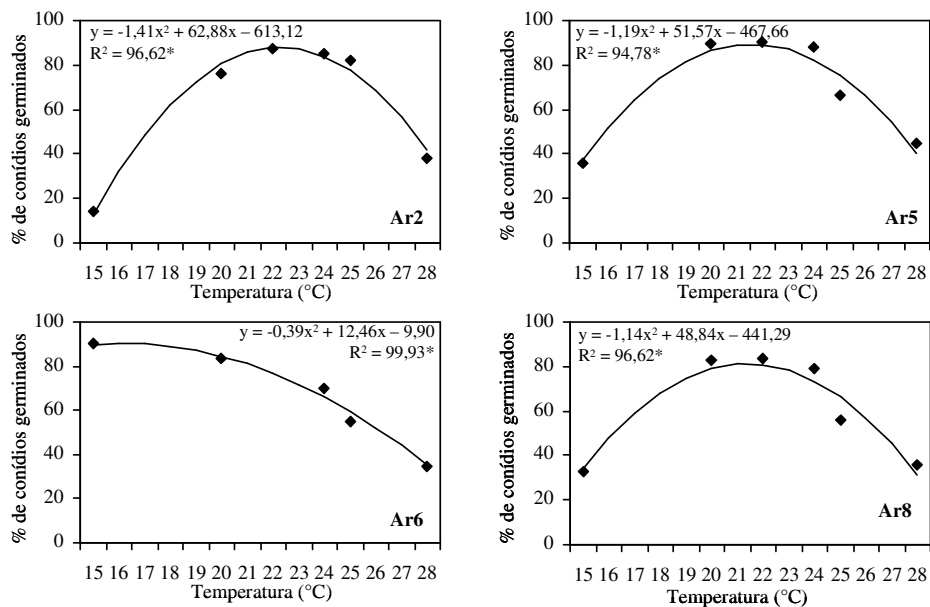


Figura 3. Germinação de conídios de isolados de *Amphobotrys ricini* submetidos a diferentes temperaturas. *significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2008.

CONCLUSÕES

A temperatura influenciou o crescimento micelial, a esporulação, a germinação dos conídios e a formação de escleródios dos isolados de *A. ricini*.

Houve interação significativa entre a temperatura e os isolados para o crescimento micelial, a esporulação e a germinação de conídios e diferenças significativas entre os isolados para o crescimento micelial, esporulação e germinação de conídios.

Os isolados de mesma origem não apresentaram características culturais que os agrupassem.

A ampla faixa de temperatura na qual foram observados crescimento micelial, esporulação, germinação dos conídios e formação de escleródios dos isolados reflete sua plasticidade.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor e pelo auxílio financeiro para a realização do trabalho (Proc. APQ-3525-3.09/07).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.E.; SUASSUNA, N.D.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura na germinação de esporos de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, (suplemento), p.200-200, Ago. 2004.

GODFREY, G.H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 22, n.5, p. 679–715, mai. 1923.

HENNEBERT, G.L. *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. **Persoonia**, Leiden, v. 7, n.3, p.183-204, mar. 1973.

HOLCOMB, G.E. Basal stem rot of cultivated poinsettia caused by *Amphobotrys ricini*. **Plant Disease**, St. Paul, v.74, n.10, p.828-828, out. 1990.

HOLCOMB, G.E.; JONES, J.P.; WELLS, D.W. Blight of prostate spurge an cultivated poinsettia cause by *Amphobotrys ricini*. **Plant Disease**, St. Paul, v.73, n.1, p.74-75, jan. 1989.

LIMA, B.V.; SOARES, D.J.; PEREIRA, O.L.; BARRETO, R.W. Natural infection of *Acalypha hispida* and *Jatropha podagrica* inflorescences by *Amphobotrys ricini* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, Rockhampton, v.3, n.1, p.5–7, mar. 2008.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E. de ;BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**, Campina Grande Embrapa Algodão, 2001 p.191-212.

LORBEER, J.W. Variation in *Botrytis* and *Botryotinia*. In: COLEY-SMITH, J.R.; VERHOEFF, K. JARVIS, W.R. (Ed.). **The Biology of Botrytis**. London: Academic, 1980. p.19-40.

MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mamoneira (*Ricinus communis*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M.(Ed.) **Manual de fitopatologia : doenças da plantas cultivadas**. 5. ed. Piracicaba: Livrocere, 2005. p. 445-447. 2005.

MENZINGER, W. On the variability and taxonomy of varieties and forms of the species *Botrytis* Mich. I. Studies on culture-conditioned variation of morphological properties of the species *Botrytis*. **Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene**, Berlin, v.120, n.2, p.141-178, abr. 1966.

RUSSO, V.M. Occurrence of *Amphobotrys ricini* on prostrate spurge in Oklahoma. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.7, p.750, jul. 1991.

SANOAMUANG, N. First report of Gray Mold Blight caused by *Amphobotrys ricini* on crow of thorns in Thailand. **Plant Disease**. St. Paul, v.80, n.2, p.223, fev. 1996.

SUASSUNA, N.D.; ARAÚJO, A.E.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura no crescimento e esporulação de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28 (suplemento), p.232-232, ago. 2004.

UENO, B. Presença de escleródios de *Amphobotrys ricini* em tronco e ramos de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, n.32 (suplemento), p.246-246, ago. 2007.

WHITNEY, N.G.; TABER, R.A. First report of *Amphobotrys ricini* infecting *Caperonia palustris* in the United States. **Plant Disease**, St. Paul, v. 70, p.892, jun. 1986. Abstract.

ARTIGO 2

Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo-cinzeno em mamoneira

(Preparado de acordo com as normas da revista Tropical Plant Pathology)

RESUMO

Uma escala diagramática foi desenvolvida para padronizar a avaliação do mofo-cinzeno em cachos de mamoneira, causado pelo fungo *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert (*Botryotinia ricini* (Godf) Whetzel). Foram considerados os limites de severidade mínima e máxima da doença observados no campo e os níveis intermediários seguiram incrementos logarítmicos, representando: 3%, 5%, 8%, 12%, 25%, 50%, 76%, 86%, 94% e 99% de área necrosada. A validação da escala foi realizada com auxílio de dez avaliadores e foi dividida em três fases: na primeira fase, os avaliadores analisaram 40 fotografias de cachos com diferentes níveis de severidade, sem o uso da escala diagramática. Na segunda e na terceira fases, os mesmos avaliadores estimaram a severidade da doença das mesmas 40 fotografias, apresentadas em ordem diferente, com intervalo entre as avaliações de 7 dias. Por meio de regressão linear, confrontando valores de severidade reais e estimadas, e estimativas da primeira e de segunda avaliação com uso da escala, analisaram-se a acurácia, a precisão, a

repetibilidade e a reprodutibilidade das estimativas dos avaliadores. As avaliações com escala diagramática foram precisas e acuradas nas estimativas dos avaliadores, concentrando os erros absolutos dentro dos limites aceitáveis e proporcionaram alta reprodutibilidade entre as avaliações de diferentes avaliadores. A escala proposta foi adequada para a avaliação da severidade do mofo-cinzento em mamona.

Palavras-chave: *Amphobotrys ricini*, *Ricinus communis*, quantificação

ABSTRACT

Elaboration and validation of diagrammatic scale to evaluate gray mold severity in castor bean.

A diagrammatic scale was developed to standardize assessment of gray mold in castor beans bunches, caused by *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert (*Botyotinia ricini* (Godf.) Whetzel). Both the maximum and minimum limits of disease severity observed in the field were considered, and the intermediated values progressed by logarithmic increments, representing: 3%, 5%, 8%, 12%, 25%, 50%, 76%, 86%, 94% and 99% of necrotic area. The scale was validated by 10 raters in three phases, first the raters estimated the severity in 40 photographs without using the scale. In the second and third phases, the same raters estimated the severity in the photographs but with different sequences, with a seven day interval between assessments. Accuracy, precision, repeatability and reproducibility of estimates were determined by linear regression, relating assessments performed by raters using the scale to actual severity, and relating the results between two assessments using the scale. Assessments with the diagrammatic scale were precise and accurate, the absolute errors were lower than the acceptable limits and the raters exhibited good repetition of estimates. The proposed diagrammatic scale proved to be adequate for severity assessments of gray mold in castor bean.

Keywords: *Amphobotrys ricini*, *Ricinus communis*, quantification

INTRODUÇÃO

Dentre as culturas oleaginosas, a mamona (*Ricinus communis* L.) vem se destacando nos programas energéticos ligados à agricultura familiar, em todo o território nacional. No entanto, foram relatadas perdas associadas ao mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini* (Godfrey) Hennebert) superiores a 50%, em regiões com umidade relativa alta e maior pluviosidade durante o período reprodutivo da mamoneira (Melhorança & Staut, 2005), destruindo as flores e as bagas, deteriorando os grãos e reduzindo seu teor de óleo.

Apesar de provocar severas perdas e ter sido reportada há quase um século (Godfrey, 1923), até o momento, são poucos os estudos epidemiológicos para esta doença. Estes estudos requerem métodos padronizados para avaliar a severidade da doença no campo, que devem ser simples e de rápida utilização em condições diferenciadas, bem como acurados, precisos e reprodutíveis. Entre esses métodos, destaca-se o uso de escalas diagramáticas (Berger, 1980; Nutter Jr. & Schultz, 1995).

A utilização de escalas diagramáticas na avaliação de doenças proporciona maior acurácia, precisão e reprodutibilidade nas estimativas de severidade da doença. A acurácia representa o grau de proximidade entre a estimativa e a quantidade real de doença; a precisão refere-se à confiabilidade e ou à repetibilidade nas avaliações da doença e a reprodutibilidade indica ausência de variação em estimativas quando a mesma amostra é avaliada por outro avaliador. Porém, até o momento, foram utilizadas estimativas diretas da porcentagem do cacho afetado na avaliação da severidade do mofo-cinzeno (Lima & Soares, 1990; Costa *et al.*, 2004; Ueno *et al.*, 2004; Milani *et al.*, 2005; Demant *et al.*, 2006; Ueno *et al.*, 2006), que apresentam a inconveniência de serem subjetivas e não seguirem ajustes que levem em conta a acuidade visual

para avaliação dos diferentes níveis de severidade (Horsfall & Cowling, 1978; Campbell & Madden, 1990).

De acordo com o exposto acima, objetivou-se, com a realização deste trabalho, construir e validar uma escala diagramática para avaliar a severidade do mofo-cinzento em inflorescências de mamoneira.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração de escala diagramática

Foram coletados cachos de mamona do híbrido Savana e cultivar IAC Guarani, em campo experimental, nos quais observou-se ampla variação da severidade do mofo-cinzento. Os cachos foram fotografados sob fundo azul, com câmera digital. Com auxílio do programa ImageTool[®] da Uthsca, determinou-se o percentual de área necrosada de cada cacho fotografado. Baseando-se na lei de “Weber-Fechner” (Horsfall & Cowling, 1978; Nutter Jr. & Schultz, 1995) de acuidade visual e os níveis máximo e mínimo de severidade observados no campo, foi elaborada escala diagramática com dez níveis de severidade, considerando a forma e a distribuição das lesões observadas com maior frequência. Depois de estabelecidas as porcentagens de doença a serem representadas na escala, reproduziu-se uma imagem de cacho de mamona, de tamanho e de formato próximos aos das cultivares comerciais atualmente utilizadas, acrescentando-se desenhos de frutos colonizados pelo fungo, de maneira a retratar os sintomas observados no campo.

Validação da escala diagramática

No teste de validação da escala diagramática, imagens de 40 cachos com sintoma foram projetadas por meio de projetor tipo “multimídia”. A

severidade da doença foi avaliada por 10 pessoas, alunos Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, a maioria sem experiência na quantificação de doenças em mamoneira. Inicialmente, a severidade foi estimada sem auxílio da escala diagramática e, após sete dias, com o auxílio da mesma. Visando avaliar a repetibilidade das estimativas com a escala diagramática, sete dias após a primeira avaliação com escala nova seqüência das mesmas imagens foi organizada e uma segunda estimativa visual com auxílio da escala foi efetuada pelos mesmos avaliadores.

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, com a severidade real obtida eletronicamente como variável independente e a severidade estimada como variável dependente. A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste *t* aplicado ao intercepto da regressão linear (*a*), para verificar a hipótese $H_0: a = 0$ e ao coeficiente angular da reta (*b*), para testar a hipótese $H_1: b = 1$, a 5% de probabilidade. Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 descrevem a presença de desvios constantes, enquanto valores de coeficiente angular da reta que diferem significativamente de 1 indicam a presença de desvios sistemáticos. A precisão das estimativas foi obtida por meio do coeficiente de determinação da regressão (R^2), por erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) e pela repetibilidade das estimativas, determinada pela regressão da segunda avaliação em relação à primeira de uma mesma unidade amostral. A reprodutibilidade das estimativas foi determinada por valores de R^2 obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas entre os diferentes avaliadores combinados em pares (Campbell & Madden, 1990, Nutter Jr. et al., 1993; Nutter Jr. & Schultz, 1995). As análises de regressão foram efetuadas com auxílio do software estatístico SAS®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor máximo da severidade observada no campo foi de 100%, devido à ocorrência de infecção precoce do cacho em período de alta umidade relativa e temperatura em torno de 23°C, favoráveis à doença. A escala diagramática para quantificar o mofo-cinzento da mamoneira foi elaborada com dez níveis de severidade, representados pelos valores de 3%, 5%, 8%, 12%, 25%, 50%, 76%, 86%, 94% e 99% de área lesionada (Figura 1).

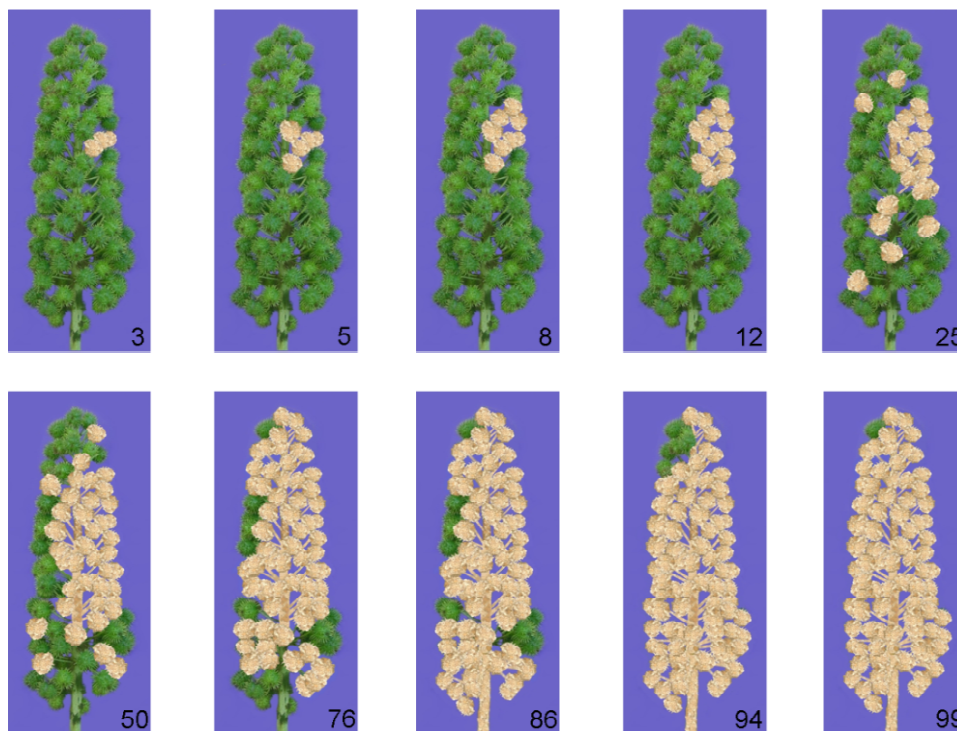


Figura 1. Escala diagramática de severidade do mofo-cinzento causado por *Amphobotrys ricini*, em cachos de mamona. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Apesar de não terem experiência na avaliação de doenças da mamoneira, os avaliadores apresentaram certa acurácia, pois apenas 20% apresentaram valores do intercepto diferente de zero ($P < 0,05$), para as retas de regressão entre severidade real e estimada, contudo, com valor médio de 3,3.

Sem a utilização da escala, um avaliador superestimou e outro subestimou consistentemente a severidade do mofo-cinzento. Com a escala, dois avaliadores em cada avaliação subestimaram a severidade em níveis significativos.

A precisão das estimativas foi considerada alta sem o auxílio da escala, pois os coeficientes de determinação variaram entre 0,89 e 0,97, com média de 0,93 (Tabela 1). A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala diagramática apresentou estimativas com erros absolutos variando entre -34,59 e 35,00 (Figura 2).

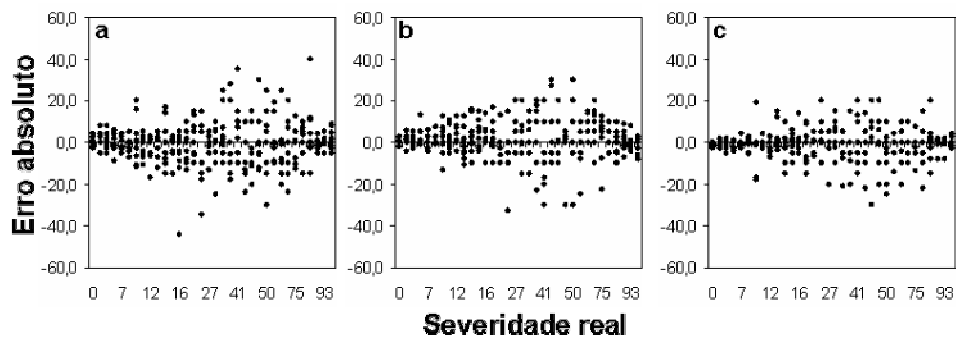


Figura 2. Erros absolutos (diferenças entre severidades estimada e real) de todos avaliadores, em avaliação sem uso da escala diagramática (a) e com o uso da escala diagramática (b e c). Pontos representam as 40 estimativas de cada avaliador. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Todos avaliadores melhoraram a precisão das estimativas com a utilização da escala, com coeficientes de determinação variando entre 0,92 e 0,98, para a primeira avaliação (Tabela 1) e entre 0,93 e 0,98, para a segunda avaliação, com médias de 0,95 e 0,96, respectivamente, assemelhando-se aos verificados em outros estudos de validação de escalas (Sposito *et al.*, 2004; Halfeld-Vieira & Nechet, 2006)

Houve redução dos erros absolutos para as estimativas com o auxílio da escala diagramática, quando comparadas com a distribuição dos resíduos das estimativas obtidas sem a escala. Com a utilização da escala, os erros absolutos não apresentaram padrão tendencioso à superestimação ou à subestimação da

severidade e variaram, na primeira e na segunda avaliações, entre -33,00 e 30,00, e entre -25,00 e 20,00, respectivamente (Figura 2). Para valores de severidade inferiores a 20% e superiores a 80%, os erros absolutos apresentaram valores menores em relação aos outros níveis de severidade. A maioria dos erros absolutos dos avaliadores que utilizaram a escala foi inferior a 10%. Segundo os critérios adotados em estudos de avaliação de escalas diagramáticas, os erros absolutos obtidos na validação são aceitáveis (Amorim et al., 1993; Nutter Jr. & Schultz, 1995; Sposito *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 2005; Michereff *et al.*, 2000, 2006; Barbosa *et al.*, 2006), porém, podem ser minimizados com o treinamento dos avaliadores (Nutter Jr. & Schultz, 1995).

Tabela 1. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) das equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada do mofo-cinzeno, efetuadas por avaliadores, com e sem o auxílio de escala diagramática. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Avaliador	Sem escala			Com escala					
				1ª avaliação			2ª avaliação		
	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2
A	6,33*	0,96	0,92	-2,61	1,05	0,97	-3,58*	1,06	0,96
B	1,83	0,96	0,97	-1,46	1,00	0,97	-0,09	0,95	0,96
C	1,03	1,01	0,95	-1,97	1,01	0,96	0,33	0,97	0,95
D	-5,34	1,07	0,91	-2,50	1,08	0,94	-1,25	1,12*	0,94
E	1,47	1,11	0,92	-3,46	1,11*	0,96	-3,43	1,10	0,95
F	-6,69*	1,09	0,89	-1,93	1,01	0,92	-2,50	1,13*	0,93
G	-1,47	1,09	0,92	-4,78*	1,08	0,97	-3,57	1,09	0,93
H	-4,64	0,99	0,90	-4,58*	1,09	0,97	-4,94*	1,03	0,96
I	3,86	0,96	0,94	-2,97	1,03	0,92	0,45	1,00	0,94
J	-0,31	1,02	0,97	-2,99	1,05	0,98	-1,98	1,05	0,98
Média			0,93			0,96			0,95

* indica que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($p<0,05$).

A princípio, observou-se tendência de subestimação dos valores de severidade, visto que os valores de intercepto na primeira avaliação foram todos negativos. Porém, o treinamento com a escala pode minimizar esta condição, conforme observado na segunda avaliação, quando dois avaliadores deixaram de subestimar a doença. Michereff *et al.* (2000) também observaram que o treinamento dos avaliadores contribuiu para melhorar os índices de precisão e acurácia na avaliação da severidade da queima das folhas de inhame.

Os avaliadores relataram sentir maior dificuldade de estimar a severidade de cachos com baixa densidade de frutos, diferente dos cachos utilizados na escala. Segundo Kranz (1988), a qualidade da estimativa da doença pode ser influenciada pela complexidade amostral, como tamanho, forma, cor e número das lesões da unidade amostral. As cultivares de mamona hoje utilizadas

apresentam certa diversidade quanto a tamanho, cor, forma e compacidade, e esta diversidade foi parcialmente explorada neste trabalho. Apesar de a escala ter sido montada com apenas um padrão de formato de cacho (comprimento médio e densidade moderada) (Nóbrega *et al.*, 2001), foram utilizados cachos de diferentes tamanhos e compacidade, além da variação da severidade.

Os avaliadores apresentaram boa repetibilidade nas estimativas, o que pode ser observado nos resultados da regressão entre a primeira e a segunda avaliação. A média do coeficiente de determinação de todos avaliadores foi de 96%. Apenas dois avaliadores apresentaram valor de coeficiente angular da reta significativamente diferente de 1 ($P \leq 0,01$). Apenas um avaliador apresentou valor de intercepto diferente de zero ($P \leq 0,01$), quando deixa de subestimar e passa a superestimar a severidade, contudo, com valores significativamente iguais a um, em ambos os casos (Tabela 2).

Tabela 2. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) das equações de regressão linear relacionando a segunda à primeira estimativa de mofo-cinzento, por um mesmo avaliador, com auxílio da escala diagramática. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Avaliador	a	b	R^2
A	1,44	0,96	0,98
B	-1,08	1,04	0,99
C	-0,71	0,99	0,93
D	-0,38	0,94	0,95
E	0,68	0,99	0,97
F	1,68	0,86*	0,91
G	0,60	0,93	0,94
H	1,52	1,03	0,96
I	-3,67*	1,05*	0,99
J	-0,79	0,99	0,99
Média			0,96

* indica que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($p < 0,01$).

A reprodutibilidade das estimativas entre os avaliadores também foi utilizada como indicativo de análise da precisão da escala. Segundo Nutter Jr. et al. (1993), diferentes avaliadores, utilizando uma mesma escala e avaliando o mesmo material, devem estimar os mesmos valores de severidade, cuja significância é verificada por meio de regressões lineares entre as severidades estimadas pelos avaliadores, aos pares. Sem a utilização da escala diagramática, o coeficiente de determinação (R^2) das regressões das estimativas entre os pares de avaliadores variou de 82% a 97%, com média de 91%. Com a utilização da escala diagramática, os valores de R^2 variaram de 87% a 98%, com média de 94%, assemelhando-se ao constatado na validação de escalas diagramáticas para outros patossistemas (Nascimento *et al.*, 2005; Michereff *et al.*, 2006). Sendo assim, a reprodutibilidade das avaliações foi garantida com o uso da escala diagramática.

A padronização da avaliação da severidade do mofo-cinzento da mamona é desejável e necessária, pois a uniformização da metodologia de avaliação permitirá comparar resultados obtidos em experimentos em diferentes locais, variedades e métodos de controle, entre outros. A escala diagramática proposta para a avaliação da severidade do mofo-cinzento em mamoneira foi de fácil utilização, proporcionando boa acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas.

Tabela 3. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionando as estimativas do mofo-cinzento entre avaliadores com e sem o auxílio da escala diagramática (primeira e segunda avaliações). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Avaliador	Sem escala								
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0,92	0,95	0,83	0,89	0,87	0,90	0,87	0,92	0,95
B		0,96	0,92	0,95	0,89	0,92	0,95	0,95	0,97
C			0,88	0,94	0,87	0,88	0,91	0,96	0,97
D				0,91	0,82	0,83	0,88	0,88	0,92
E					0,91	0,90	0,87	0,93	0,97
F						0,85	0,85	0,91	0,93
G							0,84	0,91	0,93
H								0,91	0,94
I									0,97
Avaliador	Com escala – 1ª Avaliação								
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0,93	0,91	0,94	0,96	0,88	0,97	0,97	0,90	0,97
B		0,96	0,93	0,94	0,93	0,97	0,96	0,91	0,98
C			0,90	0,92	0,91	0,93	0,94	0,88	0,96
D				0,95	0,93	0,94	0,91	0,91	0,97
E					0,91	0,96	0,96	0,91	0,98
F						0,92	0,91	0,93	0,96
G							0,96	0,93	0,98
H								0,91	0,98
I									0,95
Avaliador	Com Escala – 2ª Avaliação								
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,97	0,93	0,98
B		0,94	0,93	0,94	0,93	0,90	0,97	0,95	0,98
C			0,92	0,94	0,92	0,93	0,95	0,94	0,97
D				0,92	0,91	0,93	0,93	0,95	0,97
E					0,93	0,93	0,93	0,93	0,97
F						0,87	0,94	0,93	0,96
G							0,91	0,89	0,95
H								0,94	0,98
I									0,97

CONCLUSÕES

A escala diagramática proposta neste trabalho apresenta a acurácia, a precisão, a repetibilidade e a reprodutibilidade necessárias para a quantificação da severidade do mofo-cinzento em cachos de mamona.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor e pelo auxílio financeiro para a realização do trabalho (Proc. APQ-3525-3.09/07). Aos pós-graduandos do Departamento de Fitopatologia e Departamento de Agricultura da UFLA, pelo auxílio na validação da escala diagramática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R.B.; GODOY, C.V.; TORRES, G.M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.174-180, mar./abr. 1993.

BARBOSA, M.A.G; MICHEREFF, S.J.; MORA-AGUILERA, G. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.1, p. 57-62, jan. /mar. 2006.

BERGER, R.D. Measuring disease intensity. In: TENG, P.S.; KRUPA, S.V. (Ed.) **Crop loss assessment**. St. Paul: University Minnesota, 1980. p.28-31.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.

COSTA, R.S.; SUASSUNA, T.M.F.; MILANI, M.; COSTA, M.N.; SUASSUNA, N.D. Avaliação de resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DEMANT, C.A.R.; FURTADO, E.L.; ZANOTTO, M.D.; CHAGAS, A.A. Controle de mofo cinzento com o uso de *Trichoderma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

GODFREY, G.H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 22, n. 5, p. 679–715, mai. 1923.

HALFELD-VIEIRA, B.A.; NECHET, K.L. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da mancha-de-cercospora em melancia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p. 46-50, jan./fev. 2006.

HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Ed.) **Plant Disease: an**

advanced treatise-how disease develops in populations. New York: Academic. 1978. v.2, p.119-136.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p.35-50.

LIMA, E. F.; SOARES, J. J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 96-97, jan./fev. 1990.

MELHORANÇA, A.L.; STAUT, T.A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62 p.

MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; NORONHA, M.A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação de severidade do carvão da folha do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.1, p.51-56, jan./mar. 2006.

MICHEREFF, S.J.; MAFFIA, L.A.; NORONHA, M.A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p.612-619, jul./ago. 2000.

MILANI, M.; NOBREGA, M.B.M.; SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M. **Resistência da mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao mofo cinzento causado por *Amphobotrys ricini***. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005. 22 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 137).

NASCIMENTO, A.R.P.; MICHEREFF, S.J., MARIANO, R.L.R, GOMES, A.M.A. Elaboração de escala diagramática para o cancro bacteriano da videira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, n.1, p.59-64, jan./fev. 2005.

NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W.; LEITE, E. J.. Germoplasma. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão, 2001. p. 257-281.

NUTTER JÚNIOR., F.W. GLEASON, M.L.; JENCO, J.H.; CHRISTIANS, N.C. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, n.8, p.806-812, ago. 1993.

NUTTER JÚNIOR., F.W.; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.17, n.1, p.174-184, jan. 1995.

SPOSITO, M.B.; AMORIM,L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; AQUINO, R. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p. 81-85, jan./fev. 2004.

UENO, B.; HELLWIG, T.C.; GABRIELA NICKEL, G.; SILVA, S.D.A. Resistência ao mofo cinzento em 15 genótipos de mamoneira cultivadas na região de pelotas, RS, safra 2004/2005 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROM.

UENO, B.; ZANATTA, Z.G.C.N.; SILVA, S.D.A.; GOMES, A.C. Resistência à mancha-de-cercóspora, mofo cinzento e nematóides fitoparasitas de seis cultivares de mamoneira cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

ARTIGO 3

Influência da temperatura, do período de molhamento e da concentração de conídios na infecção da mamoneira por *Amphobotrys ricini*

(Preparado de acordo com as normas da revista Summa Phytopathologica)

RESUMO

Sussel, A.A.B.; Pozza, E.A.; Castro, H.A. 2008. Influência da temperatura, do período de molhamento e da concentração de conídios na infecção da mamoneira por *Amphobotrys ricini*. **Summa Phytopathologica**.

Avaliou-se o efeito da temperatura (15°C, 20°C, 25°C e 28°C), do período de molhamento (0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas) e da concentração de conídios (0, 1×10^2 , 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 e 1×10^6 conídios/mL) na incidência e na severidade do mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*) em cachos de mamona (*Ricinus communis*). O trabalho foi dividido em dois experimentos. No primeiro, avaliou-se apenas o efeito da concentração de conídios, fixando-se a temperatura em 25 °C e o período de molhamento em 48 horas. No segundo experimento, a concentração de inóculo foi fixada em 1×10^5 conídios/mL e avaliaram-se os efeitos das temperaturas e dos períodos de molhamento. A partir do segundo dia após a inoculação, as plantas foram avaliadas quanto à incidência de frutos com sintomas e à severidade em cada cacho. Foi calculada a área abaixo da curva do

progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) e os resultados submetidos à análise de variância e regressão. Houve diferença significativa para as diferentes concentrações de conídios, para as temperaturas e para os períodos de molhamento, além de ocorrer interação significativa entre a temperatura e o período de molhamento. Com o aumento da concentração de conídios, tanto a incidência quanto a severidade do mofo-cinzento apresentaram acréscimos até a concentração de 10^5 conídios/mL. Houve aumento da AACPI e da AACPS com incremento do período de molhamento e elevação da temperatura. Não houve manifestação de sintomas na ausência do molhamento foliar em temperaturas abaixo de 20°C. A doença foi mais severa na temperatura de 28°C e período de molhamento de 72 horas. Em temperaturas mais baixas, observou-se maior dependência do molhamento foliar.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, epidemiologia.

ABSTRACT

Sussel, A.A.B.; Pozza, E.A.; Castro, H.A. 2008. Influence of temperature, wetness duration and conidial concentration on the infection of castor bean by *Amphobotrys ricini*. **Summa Phytopathologica**.

The effect of temperature (15, 20, 25 and 28 °C), wetness duration (0, 6, 12, 24, 48 and 72 hours) and conidia concentration (0, 1×10^2 , 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 and 1×10^6 conidia/mL) on the incidence and severity of gray mold (*Amphobotrys ricini*) in castor bean (*Ricinus communis*) bunches were evaluated. The work was divided into two experiments. In the first experiment the effect of conidia concentration at 25°C and a 48 hour wetness period was assessed, on the incidence and severity of gray mold. In the second experiment, the effect of temperature and wetness period when the inoculum concentration was fixed at 1×10^5 conidia/mL, was evaluated. The plants were evaluated as to the incidence of fruit with symptoms and severity in each bunch from the second day after the inoculation. The area under incidence progress curve (AUIPC) and under severity progress curve (AUSPC) was calculated, and the results submitted to variance and regression analysis. There was a significant difference for the different concentrations of conidia, for the temperatures and for the wetness period. There was significant interaction between temperature and the wetness period. With the increased concentrations of conidia, both the incidence and the severity of the gray mold showed increases until the 10^5 conidia/mL concentration. There was an increase of AUIPC and AUSPC for the wetness period increase and the temperature. There were no symptoms in the absence of wetness at temperatures below 20 °C. At the temperature of 28 °C and 72 hours of wetness duration the disease was more severe. At lower temperatures there was greater dependence on wetness duration.

Keywords: *Ricinus communis*, Epidemiology.

INTRODUÇÃO

O cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) expandiu-se impulsionado pelo programa nacional de biocombustíveis. Contudo, em algumas regiões onde o período de chuvas prolongadas e temperaturas amenas coincidem com a época de florescimento da mamona e o início de sua frutificação, foram constatadas perdas severas devido ao mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert) (Melhorança & Staut, 2005). O patógeno infecta o cacho em qualquer fase de seu desenvolvimento, ficando este totalmente encoberto por micélio e esporulação do fungo, o que confere o aspecto pulverulento cinza.

A sintomatologia da doença e os sinais do fungo permitiram a Godfrey (1923) descrevê-lo inicialmente como uma espécie do gênero *Botrytis*, cuja forma teleomórfica denominou *Sclerotinia ricini* Godfrey. A doença caracteriza-se pelo apodrecimento dos frutos, principalmente sob alta umidade relativa. A associação da ocorrência do mofo-cinzento com períodos chuvosos foi constatada desde seus primeiros relatos (Godfrey, 1923), contudo, inexistem estudos no Brasil para determinar as condições ambientais e de concentração de inóculo mais favoráveis para o progresso dessa doença. Há apenas os relatos de altas incidência e de severidade nas regiões onde há precipitação e temperatura em torno dos 25°C, durante o ciclo da cultura (Melhorança & Staut, 2005).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da concentração de inóculo, da temperatura e da duração do período de molhamento na incidência e na severidade do mofo-cinzento em cachos de mamona, sob condições controladas, em câmaras de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

O isolado utilizado foi obtido a partir de cacho de mamona com lesões de mofo-cinza, coletado em plantas espontâneas de mamoneira, no campus da UFLA. O isolamento foi realizado retirando-se micélio aéreo do fruto da mamona, após ser submetido à câmara úmida de 24 horas, que foi plaqueado em meio de cultura BDA e mantido a 25°C. A estrutura reprodutiva do fungo foi visualizada em microscópio óptico para confirmar sua identidade e, posteriormente, repicada para tubos de ensaio contendo meio BDA para a sua preservação em geladeira. A patogenicidade do isolado foi confirmada inoculando-se suspensão de conídios em cachos de mamona do híbrido Savana, em casa de vegetação.

Para se obter o inóculo, o isolado de *A. ricini* foi repicado para placas de Petri contendo meio BDA, nas quais foi cultivado, por sete dias, a 25°C, sob fotoperíodo de 12 horas. Os conídios foram suspensos com auxílio de alça de platina, em água destilada + Tween 20, e sua concentração ajustada em hemocítmetro, conforme o experimento pretendido.

Os ensaios foram conduzidos em câmaras de crescimento instaladas no Departamento de Fitopatologia. Utilizaram-se plantas de mamona do híbrido Savana, cultivadas em casa de vegetação até o período de frutificação, em vasos de plástico com capacidade para três litros, contendo substrato de areia, terra de barranco e esterco curtido, na proporção de 1:2:1. Foram colocadas três sementes por vaso, porém, após a emergência, foi realizado desbaste, deixando apenas uma planta por vaso.

Os cachos das mamoneiras foram inoculados por aspersão da suspensão de conídios até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, os cachos foram envolvidos por saco plástico transparente e umedecido, de modo a formar uma câmara úmida e os vasos foram colocados em câmaras de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas.

Para avaliar o efeito da concentração de conídios na incidência e na severidade do mofo-cinzento, as plantas foram mantidas em câmara de crescimento, sob temperatura constante de 25°C e a câmara úmida desfeita 48 horas após a inoculação. As concentrações da suspensão de inóculo foram ajustadas para 1×10^2 , 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 e 1×10^6 conídios/mL.

Para avaliar o efeito da temperatura e do período de molhamento, as plantas foram mantidas sob temperaturas constantes de 15°C, 20°C, 25°C e 28°C e os sacos plásticos foram retirados interrompendo-se o período de molhamento após 0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas, constituindo um fatorial 4x6. A concentração de suspensão de inóculo utilizada neste ensaio foi calibrada em 1×10^5 conídios/mL.

Em ambos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada repetição foi composta por cacho tratado. Cachos aspergidos com água destilada + Tween 20 serviram como controle. As avaliações foram realizadas em dias alternados, a partir do segundo dia após a inoculação, por meio da incidência de frutos doentes e da severidade da doença em cada cacho, até a estabilização dos sintomas.

Foi calculada a área abaixo da curva do progresso da incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) em cada unidade experimental. Estes índices foram utilizados para as análises de variância. As variáveis significativas no teste F foram submetidas ao ajuste de modelos de regressão linear e não-linear para a determinação da função da concentração de inóculo e a função da superfície de resposta das variáveis temperatura e período de molhamento, com auxílio dos softwares estatísticos TableCurve™ 2D for Windows e SAS®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para a concentração de inóculo, a temperatura e o período de molhamento, quando analisadas a incidência (AACPI) e a severidade (AACPS) do mofo-cinzento.

Na análise de regressão para comparar os níveis de inóculo, as AACPI e AACPS foram maiores quanto maior a concentração de inóculo (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Spotts & Cervantes (2001), ao avaliarem o efeito da inoculação de diferentes concentrações de conídios de *Botrytis cinerea* sobre a superfície úmida de pêra. Os autores observaram incremento de 0,1% a 83,1% na incidência da doença, quando aumentaram a concentração de 0 a 8,6 conídios secos por litro de ar.

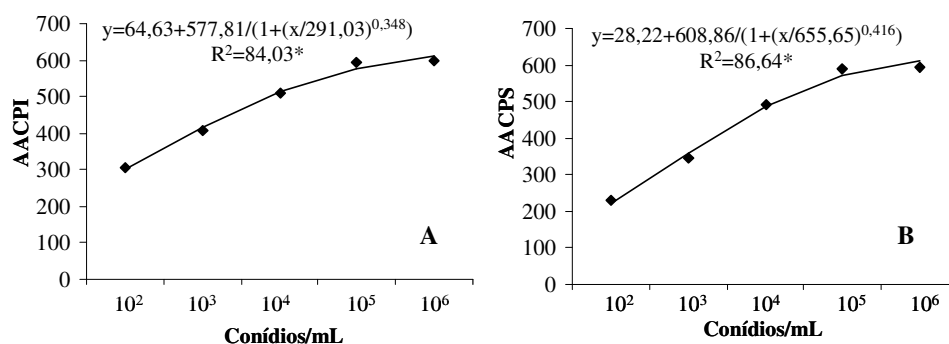


Figura 1 - Área abaixo da curva do progresso da incidência (AACPI)(A) e da severidade (AACPS)(B) do mofo-cinzento em cachos de mamona inoculados artificialmente com diferentes concentrações de conídios de *Amphobotrys ricini*. *significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Os resultados desse trabalho estão de acordo com os obtidos por Eden *et al.* (1996), ao avaliarem a concentração de inóculo de *B. cinerea* sobre a infecção de tomates em casa de vegetação, observaram que a infecção de partes

permanentes de flores do tomateiro aumentou conforme a concentração de inóculo do ar aumentava, além de obter interação significativa entre a concentração de inóculo, a temperatura e a umidade relativa do ar. Contudo, O'Neill *et al.* (1997) trabalhando também no patossistema *B. cinerea*-tomate, verificaram que a proporção de ramos inoculados e com ferimento apresentando sintoma aumentou conforme a concentração de conídios também aumentou de 10 a 10^4 conídios por ramo, concentrações estas muito aquém das utilizadas nesse trabalho.

Buscando auxiliar na padronização dos procedimentos de seleção de plantas de lírio resistentes ao *Botrytis elliptica*, Doss *et al.* (1984) inocularam folhas destacadas de lírio com suspensão de conídios, com concentração variando de 10^3 a 10^6 conídios/mL. Após a avaliação da incidência nas folhas, foi ajustada uma curva sigmóide relacionando a concentração de esporos com a probabilidade de ocorrer infecção, onde se observa um aumento inicial exponencial da probabilidade de infecção até 50%, quando a concentração de conídios foi de 10^4 conídios/mL. A partir deste ponto de inflexão, a curva deixa de ser exponencial e apresenta uma estabilização assintótica da infecção, estimando infecção máxima com 10^7 conídios/mL.

De acordo com os estudos realizados por Morandi *et al.* (2003), a redução da incidência do mofo-cinza em botões de rosa pode ser obtida a partir da diminuição do inóculo presente em áreas de cultivo por práticas de sanitização associadas ao controle biológico, utilizando-se o fungo *Clonostachys rosea*.

No presente estudo, todas as concentrações de conídios foram capazes de assegurar a infecção e o progresso da doença e o aumento da concentração de conídios promoveu aumento da severidade e da incidência até, aproximadamente, 10^5 conídios/mL (Figura 1).

O progresso da incidência e da severidade ajustou-se ao modelo logístico dose-resposta. O aumento da incidência e da severidade do mofo-cinzeno em função do aumento de inóculo evidencia a necessidade do controle das fontes de inóculo do fungo, seja em plantas hospedeiras ou no próprio campo de cultivo, para evitar o início e o desenvolvimento de epidemias.

Houve interação entre a temperatura e os períodos de molhamento foliar, visto que ambos influenciaram a incidência e a severidade do mofo-cinzeno. O aumento da AACPI e da AACPS acompanhou o incremento do período de molhamento e da temperatura (Figura 2). Maiores incidência e severidade foram observadas a 28°C e com 72 horas de molhamento, condição esta que permitiu o progresso da doença em um menor período. Não houve ocorrência de sintomas nos períodos de 0 hora de molhamento, em nenhuma temperatura e o mesmo ocorreu no tratamento de 6 horas de molhamento, a 15°C.

Quando se observa isoladamente o efeito da temperatura na infecção e no progresso da doença, constata-se que os resultados obtidos neste trabalho não se assemelham aos estudos de patossistemas envolvendo espécies do gênero *Botrytis*. As temperaturas mais propícias para o progresso de doenças do gênero *Botrytis* estão entre 12°C e 25°C (Jarvis, 1980; Nair & Allen, 1993; Wilcox & Seem, 1994; Araújo, 1995; Broome *et al.*, 1995; Sirijusingh & Sutton, 1996; Latorre *et al.*, 2002; Oliveira, 2004). Contudo, Yoder & Whalen (1975) observaram que *Botrytis cinerea* promoveu índices de infecção acima de 97% em folhas de repolho armazenadas em temperaturas variando entre 20°C e 25°C. Sendo assim, nenhum trabalho relata altos índices de incidência e de severidade de doenças causadas por espécies do gênero *Botrytis*, para condições de temperatura superiores a 25°C, como observado neste trabalho.

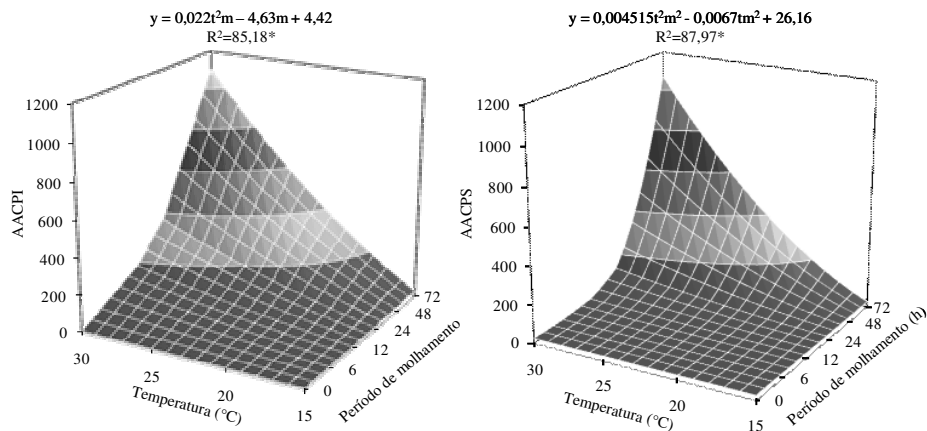


Figura 2. Efeito da temperatura (t) e do período de molhamento foliar (h) sobre a AACPI e AACPS do mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*) em cachos de mamona. *significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Seria necessário empregar temperaturas superiores a 28°C para obter um ponto de inflexão. É provável que a temperatura máxima para o progresso do mofo-cinzento esteja entre 30°C e 35°C, pois, ensaios de crescimento micelial e germinação de conídios “in vitro” indicam esta temperatura como limite máximo para a germinação, o crescimento e a esporulação do fungo (Godfrey, 1923; Araújo *et al.*, 2004; Suassuna *et al.*, 2004, Lima *et al.*, 2006).

A não ocorrência de infecção observada na ausência de molhamento confirma a necessidade de água livre na superfície do hospedeiro para o estabelecimento da doença. Estudando a influência da umidade no desenvolvimento do mofo-cinzento, Godfrey (1923) constatou ser necessária sucessão de vários dias de molhamento contínuo para promover o crescimento e a dispersão do patógeno, além de observar a ausência da doença em períodos secos.

No presente estudo, aparentemente, temperaturas acima de 20°C foram mais favoráveis à doença, pois, mesmo com período de molhamento de 6 horas, houve doença. Foram registrados incidência e severidade na temperatura de 15°C, entretanto, em menores níveis e somente em maiores períodos de molhamento. Este mesmo comportamento foi observado por Nelson (1951), quando avaliou o efeito da temperatura e do molhamento foliar na incidência da podridão-cinzenta (*B. cinerea*) em bagas de uva, constatando a incidência da doença fora da faixa de temperatura ótima, porém, necessitando de maior período de molhamento. Nair & Allen (1993), ao avaliarem a incidência de *B. cinerea* em flores e bagas de uva, verificaram que foram necessários de 1,3 a 13,9 horas de molhamento para incidência de doença em flores e bagas, respectivamente. Broome *et al.* (1995), avaliando o mesmo patossistema, observaram que, com quatro horas de molhamento foliar, a incidência variou de 9% a 37%, enquanto que, após 24 horas de molhamento foliar, a incidência foi de 54% a 30°C e, acima de 90%, quando a temperatura esteve na faixa de 12°C e 20°C.

A incidência de mofo-cinzento no período de florescimento do morangueiro foi altamente correlacionada com a umidade relativa do ar, com o molhamento foliar e com a temperatura na faixa de 15°C a 25°C (Wilcox & Seem, 1994). No mesmo patossistema, Bulger *et al.* (1997) registraram aumento da incidência do mofo-cinzento em flores, passando de menos de 10% para 100%, quando aumentaram o período de molhamento em todas as temperaturas avaliadas (5°C a 30°C). Maior incidência (100%) foi registrada com 24 horas de molhamento. Foi observada incidência de 100% de mofo-cinzento em gerânio, quando submetidos a 12 horas de molhamento foliar (Sirijusingh & Sutton, 1996). Porém, não houve esporulação do fungo após curto período de molhamento foliar (4 horas), nem após 24 horas de molhamento foliar nas temperaturas de 5°C e 10°C. Araújo (1995), ao avaliar o efeito da temperatura e

de períodos de molhamento foliar na severidade do mofo-cinzento em pétalas de rosa, observou aumento da severidade em períodos de molhamento foliar entre 8 e 24 horas. Oliveira (2004), estudando a epidemiologia da seca da haste (*B. cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*, observou que a maior incidência e severidade da seca da haste foram registradas em condições de molhamento foliar de 24 horas.

Outro fato observado foi o crescimento de hifas aéreas do fungo sobre a superfície do hospedeiro, quando em câmara úmida por mais de 24 horas. O crescimento micelial proporcionou a infecção de frutos de mamona sadios vizinhos ao fruto doente, o que, provavelmente, colaborou com o incremento na incidência e na severidade do mofo-cinzento nos tratamentos com maior período de câmara úmida. Segundo revisão feita por Jarvis (1980), a infecção de *B. cinerea* por hifas é facilmente visualizada quando tecidos infectados de flores caem sobre folhas do mesmo hospedeiro e iniciam nova infecção.

Em trabalhos realizados com o objetivo de identificar materiais geneticamente resistentes de mamoneira ao mofo-cinzento, Batista *et al.* (1998) e Costa *et al.* (2004) observaram que os genótipos com cachos mais compactos foram mais vulneráveis ao mofo-cinzento que os genótipos com cachos menos compactos. Este fato também foi constatado por Orellana & Thomas (1962) quando observaram que a doença foi mais severa em cultivares com cachos mais compactados, menores comprimentos de internódios e flores estaminadas distribuídas ao longo da inflorescência. Plantas de variedades anãs, inflorescências compactas, com presenças de acúleos nos frutos e adensadas contribuem para formar microclima favorável ao progresso do mofo-cinzento, principalmente pela manutenção de alta umidade relativa e pouca aeração no interior das copas e dos cachos (Lima & Soares, 1990; Ferreira *et al.*, 2005; Massola Jr. & Bedendo, 2005).

Sendo assim, temperaturas acima de 20°C e períodos de molhamento superiores a 12 horas foram favoráveis ao progresso da doença. Estas características devem ser consideradas no desenvolvimento de modelos de previsão para o mofo-cinzentado.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor e pelo auxílio financeiro para a realização do trabalho (Proc. APQ-3525-3.09/07).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.E. **Sobrevivência de *Botrytis cinerea* em restos de cultura, efeitos de fatores do ambiente sobre o patógeno e o progresso do mofo cinzento em roseiras cultivadas em casas-de-vegetação.** 1995. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ARAÚJO, A.E.; SUASSUNA, N.D.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura na germinação de esporos de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28 (suplemento), p.200-200, Ago. 2004.

BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.; MOREIRA, J.A.N. de; AZEVEDO, D.M.P. de; PIRES, V.A.; VIEIRA, R.M.; SANTOS, J.W. dos. **Avaliação da resistência de genótipos de mamoneira *Ricinus communis* L. ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini* Godfrey.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998. 5 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 73).

BROOME, J.C.; ENGLISH, J.T.; LATORRE, B.A.; AVILES, J.C. Development of an infection model for *Botrytis* bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. **Phytopathology**, St. Paul, v.85, n.1, p.97-102, jan. 1995.

BULGER, M.A.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Influence of temperature and wetness on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. **Phytopathology**, St. Paul, v.77, n.8, p.1225-1230, ago. 1997.

COSTA, R.S.; SUASSUNA, T.M.F.; MILANI, M.; COSTA, M.N.; SUASSUNA, N.D. Avaliação de resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DOSS, R.P.; CHASTAGNER, G.A.; RILEY, K.L. Techniques for inoculum production and inoculation of lily leaves with *Botrytis elliptica*. **Plant Disease**, St. Paul, n.68, v.6, p.854-856, jun. 1984.

EDEN, M.A.; HILL, R. A.; BERESFORD, R.; STEWART, A. The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. **Plant Pathology**, St. Paul, v.45, n.4, p.795–806, abr. 1996.

FERREIRA, G.B.; VASCONCELOS, O.L.; PEDROSA, A.M.B.A.R.; FERREIRA, A.F.; FERNANDES, A.L.P. Produtividade da mamona híbrida Savana em diversas populações de plantio no sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2004, Campina Grande. **Anais....** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 1 CD-ROM.

GODFREY, G.H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.22, n.5, p. 679–715, mai. 1923.

JARVIS, W.R. Epidemiology. In: COLEY-SMITH, J.R.; VERHOEFF, K.; JARVIS, W.R. (Ed.) **The Biology of Botrytis**. London.: Academic,1980. p. 219-250.

LATORRE, B.A.; RIOJA, M.E.; LILLO, C. Efecto de la temperatura em el desarrollo de la infeccion producida por *Botrytis cinerea* em flores y bayas de uva de mesa. **Ciência e Investigacion Agrária**, Santiago, v.9, n.3, p.145-151, Mar. 2002.

LIMA, E. F.; SOARES, J. J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 96-97, jan./fev. 1990.

LIMA, J.S.; ASSUNÇÃO, I.P.; CRUZ, M.M.; AMORIM, E.P.R.; LIMA, G.S.A. Efeito da temperatura no crescimento micelial e na esporulação de *Amphobotrys ricini*. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31 (suplemento), p.257-257, ago. 2006.

MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mamoneira (*Ricinus communis*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M.(Ed.) **Manual de fitopatologia** : doenças da plantas cultivadas. 5. ed. Piracicaba: Livrocere, 2005. p. 445-447. 2005.

MELHORANÇA, A.L.; STAUT, T.A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62 p.

MORANDI, M.A.B.; MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, E.S.G.; ALFENAS, A.C.; BARBOSA, J.G. Suppression of *Botrytis cinerea* sporulation by *Clonostachys rosea* on rose debris: a valuable component in *Botrytis* blight management in commercial greenhouses. **Biological Control**, .v. 26, n. 2, p.311–317, mar. 2003.

NAIR, N.G.; ALLEN, R.N. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. **Mycological Research**, Cambridge, v. 97, n. 8, p. 1012-1014, ago. 1993.

NELSON, K.E. Factor influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers.). **Phytopathology**, St. Paul, v.41, n.4, p. 319-326, abr. 1951.

O'NEILL, T. M.; SHTIENBERG, D.; ELAD, Y. Effect of some host and microclimate factorson infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v.81, n.1, p.36-40, jan. 1997.

OLIVEIRA, C.A. Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*. 2004. 116 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ORELLANA, R.G.; THOMAS, C.A. Nature of predisposition of castorbeans to *Botrytis*. I. Relation of leachable sugar and certain other biochemical constituents of the capsule to varietal susceptibility. **Phytopathology**, St. Paul, v.52, n.5 p.533-538, mai. 1962.

SIRJUSINGH, C.; SUTTON, J.C. Effects of wetness duration and temperature on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v.80, n.2, p.160-165, fev. 1996.

SPOTTS, R. A.; CERVANTES, L. A. Disease incidence–inoculum dose relationships for *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* and decay of pear fruit using dry, airborne conidia. **Plant Disease**, St. Paul, v.85, n.7, p.755-759, jul. 2001.

SUASSUNA, N.D.; ARAÚJO, A.E.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura no crescimento e esporulação de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28 (suplemento), p.232-232, ago. 2004.

WILCOX, W.F.; SEEM, R.C. Relationship between strawberry gray mold incidence, environmental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. **Phytopathology**, St. Paul, v.84, n.3, p.264-270, 1994.

YODER, O.C.; WHALEN, M.L. Factors effecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. **Canadian Journal of Botany**, Montreal: NRC Research Press, v.53, n.8, p.691-699, ago. 1975.

ARTIGO 4

Efeito do ambiente na dinâmica de inóculo e no progresso espacial e temporal do mofo-cinzeno da mamoneira

(Preparado de acordo com as normas da revista *Tropical Plant Pathology*)

RESUMO

Foram avaliados o efeito da temperatura, da umidade relativa, da pluviosidade, do período de molhamento foliar e da velocidade do vento na dinâmica de inóculo do fungo *Amphobotrys ricini* e no progresso temporal e espacial do mofo-cinzeno da mamoneira, por meio de quatro experimentos. O modelo monomolecular foi ajustado ao progresso da incidência e da severidade no período de baixa pluviosidade e de umidade relativa e a doença apresentou padrão de distribuição agregado. No período de maior pluviosidade e umidade relativa, o modelo de Gompertz ajustou-se melhor às curvas de progresso e as plantas doentes distribuíram-se aleatoriamente no campo. Da mesma forma, a flutuação da quantidade de conídios foi maior no período de maior umidade relativa e pluviosidade, conseqüência dos maiores índices de incidência e severidade do mofo-cinzeno no período. Todas as variáveis ambientais avaliadas apresentaram correlação com o progresso das epidemias e a quantificação do inóculo no ar. Assim sendo, conclui-se que as variáveis climáticas avaliadas afetam o progresso do mofo-cinzeno da mamoneira, desde a formação e a liberação do inóculo até a infecção e a colonização do

hospedeiro, alterando tanto o progresso temporal quanto o padrão de dispersão espacial de plantas doentes.

Palavras-chave: curva de progresso da doença, monomolecular, Gompertz, dispersão, epidemiologia.

ABSTRACT

The effect of temperature, relative humidity, rainfall, leaf wetness duration and wind speed were assessed on the inoculum dynamic of the fungus *Amphobotrys ricini*, and on the time and space progress of castor bean gray mold in four experiments. The different behaviour of environmental variables in each experiment enabled to fit the monomolecular model during the period of low rainfall and low relative humidity, and resulted in an aggregated pattern of distribution of diseased plants. The Gompertz model fitted better to the incidence and severity progress curves in the period of increased rainfall and humidity and the diseased plants were randomly distributed in the field. Similarly, the variation in the amount of conidia was higher in the period of greatest relative humidity and rainfall, a consequence of higher incidence and severity of the gray mold in the period. All environmental variables tested showed correlation with the epidemic progress and the measurement of inoculum in the air. The climatic variables tested affect the progress of the gray mold, from the formation and release of inoculum, to the infection and colonization of the host, changing the progress time as well as the spatial dispersion pattern of diseased plants.

keywords: disease progress curve, monomolecular, Gompertz, dispersion, epidemiology.

INTRODUÇÃO

Até 1980, o Brasil destacou-se como maior produtor de bagas de mamona e o maior exportador mundial de óleo. Hoje, o país volta a ter posição de destaque com os biocombustíveis e a mamona volta a ser alternativa de importância econômica e social. Para atingir essas premissas, a cultura deve estar em seu máximo potencial produtivo. Dentre os fatores responsáveis por reduzir sua produtividade, encontram-se as doenças, principalmente o mofo-cinzento, causado pelo fungo *Amphobotrys ricini*, uma das mais destrutivas e que afeta as inflorescências, cachos e sementes, reduzindo assim a produção de frutos e de óleo (Lima *et al.*, 2001).

O mofo-cinzento foi observado, em mamona, pela primeira vez, nos Estados Unidos, em 1918 (Godfrey, 1923). No Brasil, seu primeiro relato data de 1932, no estado de São Paulo (Lima *et al.*, 2001). Provavelmente, as principais fontes de inóculo do patógeno são mamoneiras espontâneas que nascem nas proximidades das áreas de plantio, sendo a dispersão do patógeno realizada pelo vento, insetos (Kimati, 1980) e sementes (Neergaard, 1979). Entretanto, ainda não está clara a dinâmica da dispersão de conídios no progresso do mofo-cinzento, muito menos os fatores que a influenciam.

O progresso de uma doença no campo é resultante da interação entre uma planta suscetível, um agente patogênico e condições ambientais favoráveis. O ambiente, portanto, é um componente relevante nesta interação, podendo, inclusive, limitar a intensidade da doença, mesmo na presença do hospedeiro suscetível e de fonte de inóculo (Bergamin Filho & Amorim, 1996). O processo de infecção do fungo é estimulado pela quantidade de açúcares solúveis presentes nos nectários das inflorescências (Orellana & Thomas, 1962) e o conseqüente progresso temporal e espacial da doença está relacionado com as condições favoráveis de umidade relativa e temperatura (Godfrey, 1923).

O estudo do padrão espacial de plantas doentes em fitopatologia pode conduzir a inferências sobre as características da epidemia e permite construir hipóteses sobre fatores ambientais e biológicos para a associação entre propágulos de patógenos e plantas doentes, sobre a influência de fatores do ambiente na disseminação de patógenos (Agostini *et al.*, 1993) ou, ainda, sobre a natureza infecciosa do agente etiológico de uma doença. A premissa básica, neste último caso, é a de que doenças bióticas de causa desconhecida apresentam padrão espacial de plantas doentes semelhante ao padrão espacial encontrado em doenças de causa biótica, já caracterizadas na literatura (Laranjeira *et al.*, 1998).

Considerando-se a escassez de informações sobre a dinâmica do mofo-cinzento da mamoneira, bem como sobre os efeitos das variáveis ambientais sobre o mesmo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar o efeito do ambiente na aerobiologia e no progresso espacial e temporal dessa doença.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no campo experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras e na fazenda experimental da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (Faepe), em Lavras, Minas Gerais, em quatro experimentos, no período de dezembro de 2005 e abril de 2007. Os tratos culturais seguiram as recomendações estabelecidas para a cultura, com exceção da aplicação de fungicida (Azevedo & Lima, 2001).

O primeiro experimento (Exp1), implantado em dezembro de 2005, na fazenda experimental da FAEPE, foi subdividido em quatro parcelas de dez linhas e 20 plantas por linha, cercadas por bordadura feita por três linhas de milho, semeadas na mesma época da semeadura do híbrido de mamona Savana.

Os demais experimentos (Exp2, Exp3 e Exp4) foram implantados no campo experimental do Departamento de Fitopatologia, nos meses de março,

agosto e dezembro de 2006. Foram utilizados o híbrido Savana no Exp2 e a cultivar IAC Guarany, nos experimentos Exp3 e Exp4. Os plantios foram realizados em espaçamento 0,5 x 1,0 m, dispostos em 11 linhas com 38 plantas por linha.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e período de molhamento foliar foram obtidos com intervalos de 15 minutos por estação microclimática modelo Datalogger-CR10X, Campbell Scientific Inc., instalada no interior das parcelas. Contudo, apenas no Exp4 o molhamento foliar foi monitorado. Dados de precipitação diária, coletados por estação climatológica, localizada a 800 metros do campo experimental, foram cedidos pelo Departamento de Engenharia da UFLA.

Avaliação da incidência e da severidade

Os experimentos foram avaliados em dias alternados, a partir da emissão da inflorescência, buscando-se observar o surgimento dos sintomas. A partir do primeiro cacho encontrado com sintomas, realizou-se, no Exp1, avaliação semanal da incidência e da severidade. Nos experimentos Exp2 e Exp4, as avaliações foram realizadas a cada 15 dias, aproximadamente. No Exp3 a avaliação foi feita em dias alternados, quando houve precipitação no dia seguinte à avaliação e a cada cinco dias, quando não houve precipitação. Foram avaliados o primeiro, o segundo e o terceiro cacho de todas as plantas no Exp1 e no Exp4, e apenas o primeiro cacho no Exp2 e no Exp3. A severidade foi quantificada por meio de estimativa visual da porcentagem da área do cacho afetada. Foram calculadas a taxa de progresso da incidência e da severidade, em cada intervalo de avaliação. As médias da incidência e da severidade e as médias das respectivas taxas foram correlacionadas com as médias das temperaturas mínima, máxima e média, umidade relativa, período de molhamento foliar diário e a pluviosidade diária do primeiro ao décimo dia anterior a cada avaliação.

No Exp1 e no Exp4, a incidência foi determinada pela porcentagem de plantas com sintoma da doença, em relação ao total de plantas avaliadas, enquanto a severidade foi estimada visualmente pela porcentagem do cacho afetada. Nos experimentos Exp2 e Exp3, apenas a severidade foi estimada.

Análise temporal do mofo-cinzento da mamoneira

As plantas dos experimentos Exp1 e Exp4 tiveram a severidade média dos três primeiros cachos calculada e, posteriormente, calculada a severidade média de todas as plantas de cada parcela, em cada avaliação. Os demais experimentos tiveram sorteadas 30 plantas, as quais constituíram as unidades amostrais e em cada planta foi avaliada a severidade do primeiro cacho a apresentar sintoma.

As curvas de progresso para incidência e severidade foram plotadas utilizando-se valores médios obtidos nas avaliações em relação ao tempo. Os dados foram analisados por meio de análise de regressão linear simples, em que foram ajustados quatro modelos empíricos: exponencial, logístico, monomolecular e de Gompertz (Campbell & Madden, 1990). Para a escolha do melhor modelo, foram levados em consideração o coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão (R^2), o valor do quadrado médio dos desvios e o gráfico dos resíduos (Vale et al., 2004).

Análise espacial do mofo-cinzento da mamoneira

Foram realizadas a análise de seqüências ordinárias ou “Ordinary runs” e o teste de “doublet” para a distinção dos padrões espaciais nas linhas de plantio. A análise de seqüências ordinárias (Madden *et al.*, 1982) foi realizada para verificar o agrupamento de plantas doentes dentro das linhas de plantio ou entre elas, levando em consideração o número de vezes que plantas doentes se

intercalam com plantas sadias. A agregação foi testada considerando as áreas como um todo, nas parcelas do Exp1 e em todo o Exp4. Em cada avaliação foi calculado o índice Z_R , para testar a significância da agregação das plantas. A hipótese de nulidade considerada foi a de um dado conjunto ordenado por plantas infectadas de forma aleatória. A hipótese alternativa foi a de as plantas infectadas estarem agrupadas. Os valores de Z_R tornam-se mais negativos conforme aumenta a agregação das plantas infectadas. As plantas doentes foram consideradas agrupadas a 5% de significância, quando o valor de Z_R foi igual ou inferior a -1,64 (Laranjeira et al., 2004).

O teste de “doublet” levou em consideração o número de vezes que uma planta doente se posicionou imediatamente anterior ou posterior à outra planta doente. A agregação foi testada considerando as áreas como um todo, nas parcelas do Exp1 e em todo o Exp4. Em cada avaliação, foi calculado o índice Z_D para testar a significância da agregação das plantas. A hipótese de nulidade considerada foi a de um dado conjunto ordenado por plantas infectadas de forma aleatória. A hipótese alternativa foi a de as plantas infectadas estarem agrupadas. Os valores de Z_D tornam-se maiores e positivos conforme aumenta a agregação das plantas infectadas. As plantas doentes foram consideradas agrupadas, a 5% de significância, quando o valor de Z_D foi superior a 1,64.

Índice de dispersão

Utilizando-se os dados de incidência de plantas dos experimentos Exp1 e Exp4, foi avaliado o progresso da doença. O Exp1 foi dividido em quatro parcelas (p1, p2, p3, p4) de 144 plantas e o Exp4 formou uma parcela de 342 plantas. Com base nos dados obtidos em cada avaliação, foram confeccionados mapas de distribuição de plantas afetadas. A partir desses mapas, foi feita a classificação das áreas em dados binários definidos pela presença ou ausência de sintomas. Sobre os mapas originais com dados binários expressos, foram

estabelecidos quadrats retangulares de 2x2, 2x3, 3x3, 3x4 e 4x4. Para cada quadrat, foi determinada a quantidade de plantas afetadas e calculada a incidência da doença (p) no bloco. O índice de dispersão (D) foi estimado para cada bloco com base na equação: $D = V_{obs}/V_{bin}$ (Gottwald *et al.*, 1996), em que $V_{obs} = \sum [(x_i - np)^2 / n^2 (N-1)]$ e $V_{bin} = p(1-p)/n$ (HUGHES *et al.*, 1996).

O afastamento da aleatoriedade foi determinado pelo teste de chi-quadrado (χ^2), considerando N-1 graus de liberdade, a 5% de probabilidade (Laranjeira *et al.*, 1998). A Lei de Taylor modificada foi criada visando relacionar a variância observada (V_{obs}) e a variância esperada (V_{bin}), para um padrão aleatório. Assim, $\log(V_{obs}) = \log(A) + \log b(V_{bin})$, em que A e b são parâmetros (Laranjeira *et al.*, 1998). Realizou-se uma análise de regressão considerando como variável independente o logaritmo das variâncias binomiais estimadas para cada bloco avaliado e, como variável dependente, o logaritmo das variâncias observadas. Determinou-se a significância entre $\log(V_{obs})$ e $\log(V_{bin})$ pelo teste F e o ajuste do modelo pelo coeficiente de determinação (R^2). Para definir se o parâmetro b era igual a 1, empregou-se o teste t, utilizando-se a estimativa do parâmetro e o desvio padrão. Considerou-se como hipótese alternativa $b \neq 1$. Portanto, para $b=1$ e $a=0$, ter-se-ia distribuição ao acaso e para $b \neq 1$ ou $a \neq 0$, ter-se-ia distribuição agregada. As hipóteses foram testadas a 5% de significância.

Dinâmica do inóculo

O monitoramento da presença e da quantidade de conídios de *Amphobotrys ricini* dispersos no ar foi conduzido entre maio de 2006 e abril de 2007, no campo experimental da UFLA. Para amostragem, empregou-se o coletor 'Rotorod Sampler' modelo 20. O equipamento é dotado de duas hastas coletoras com dimensões 1,52 x 1,52 x 22 mm, as quais foram untadas com líquido adesivo (óleo mineral) para a retenção dos esporos fúngicos. A

concentração dos esporos (C) foi obtida de acordo com a fórmula $C = P/V$, em que P é a quantidade de esporos coletada em um determinado volume de ar (V). A coleta foi realizada seis vezes durante o dia, às 7, 9, 11, 14, 16 e 18 horas, com duração de 15 minutos. Posteriormente, a contagem de conídios nas hastes foi realizada com auxílio de microscópio de luz.

A coleta foi realizada no centro da área experimental, com os coletores distanciados de 1,0 e 2,0 metros da superfície do solo. As coletas foram realizadas em períodos alternados, nos meses de maio, junho, julho, outubro e dezembro de 2006 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2007.

A quantidade de esporos e as variáveis ambientais foram plotadas para melhor visualização durante a condução do experimento.

Foi realizada a correlação da quantidade de conídios no ar com as variáveis ambientais ocorridas momentos antes da coleta (15, 30, 45, 60, 75 e 90 minutos) e do primeiro ao décimo dia anterior à coleta e a análise de variância entre os dias coletados, as alturas de coleta e os horários de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido às diferentes épocas em que os experimentos foram montados, cada experimento foi influenciado diferentemente pelas variáveis ambientais, principalmente pelas condições de pluviosidade, umidade relativa e temperatura.

O experimento Exp1 teve, como médias de umidade relativa e temperatura, 78,3% e 22,3°C, e o somatório pluviométrico totalizou 296,3mm, durante o período de avaliação. O experimento Exp2 transcorreu em período de baixa pluviosidade (47,7mm), baixos índices de umidade relativa (68,7%) e temperatura média de 16,5°C. O experimento Exp3, diferentemente do segundo, apresentou somatório pluviométrico de 371mm, umidade relativa média de 81,8% e temperatura média de 22,6°C. Finalizando, o experimento Exp4 teve, no início do florescimento das plantas, um período úmido e chuvoso, no entanto,

o período seguinte foi seco, reduzindo os índices de pluviosidade para uma soma de 80 mm, umidade relativa média do período para 75,7%, temperatura média de 20,1°C e o período de molhamento foliar médio para 6,46 horas (Figura 1).

As condições ambientais favoráveis, aliadas à suscetibilidade do hospedeiro e à presença do patógeno, resultaram no progresso das epidemias do mofo-cinzento nos experimentos Exp1, Exp3 e Exp4. Os sintomas tiveram início, em média, aos 22 dias após início do florescimento, com a formação de pequenas lesões necróticas nos frutos, nas flores masculinas e femininas e junto ao eixo central do cacho. Nos dias de alta umidade relativa ou molhamento foliar, notou-se maior crescimento de hifas do fungo sobre as lesões e sobre frutos sadios próximos, do mesmo cacho. O contrário também aconteceu em dias secos. Cachos mais compactos da variedade IAC Guarany apresentaram, em seu interior, intenso crescimento micelial, ao contrário de cachos cujos frutos ficavam mais distantes uns dos outros. Godfrey (1923) constatou que foi necessária uma sucessão de vários dias de molhamento contínuo para que ocorressem o crescimento e a dispersão do patógeno, além de observar que cultivos conduzidos em períodos secos não apresentavam a ocorrência do mofo-cinzento. Esta constatação repetiu-se nos experimentos, pois o Exp2 apresentou índices de incidência e severidade muito baixos, os quais não possibilitaram ajustes às curvas de progresso de doença, justamente em um período de baixa precipitação e umidade relativa.

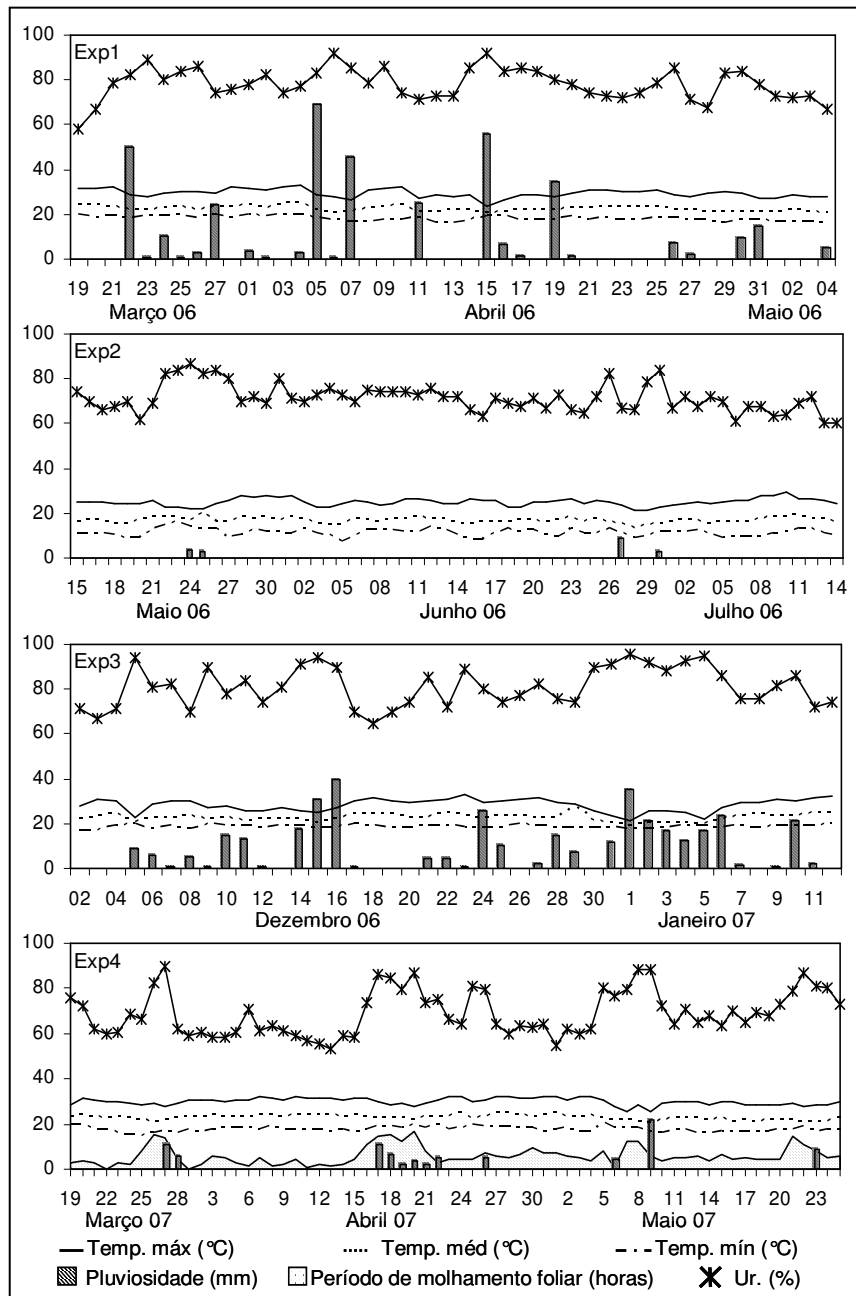


Figura 1. Variáveis ambientais diárias, coletadas durante os períodos de avaliação da incidência e da severidade do mofo-cinza, nos experimentos Exp1, Exp2, Exp3 e Exp4. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Avaliação da incidência e da severidade

No experimento Exp1, houve elevados índices de incidência e de severidade durante as avaliações, quando comparado ao Exp4, sendo a incidência ao final das avaliações de 96,4, e 45,3%, respectivamente. A severidade média em cada experimento seguiu a tendência observada para a incidência de plantas doentes; ao final das avaliações, os experimentos Exp1 e Exp4 apresentaram 66,4% e 12,2% do cacho afetado. Os cachos avaliados no Exp3 apresentaram alta severidade, variando, ao final das avaliações, de 46% a 100% de severidade, respectivamente. Diferentemente dos demais experimentos, no Exp2 constatou-se menos de 3% de plantas sintomáticas e, dentre essas plantas, até o final das avaliações, a severidade manteve-se abaixo dos 5%. Isto ocorreu devido ao período seco durante toda fase reprodutiva da cultura. Assim sendo, não se obteve um número mínimo de plantas doentes para avaliação e ajuste das curvas de progresso de incidência e severidade neste experimento.

Observou-se correlação significativa entre a incidência, a severidade e suas respectivas taxas de progresso, com as médias de umidade relativa, temperaturas máximas médias e mínimas, pluviosidade e molhamento foliar para o período compreendido entre o primeiro e o décimo dia anterior a cada avaliação (Tabela 1). Contudo, as correlações não apresentaram repetibilidade entre todos os experimentos, pois ora se apresentavam como correlações positivas e significativas, e ora se apresentavam negativas, ou não significativas.

As correlações da precipitação com as taxas absolutas da incidência e da severidade nos Exp1 e Exp3, experimentos nos quais houve maior precipitação, foram significativas e positivas. Da mesma forma, no Exp4 observaram-se correlações positivas e significativas entre o período de molhamento foliar e as taxas absolutas de progresso da incidência e da severidade.

As correlações nos Exp1 e Exp3 foram significativas para as oscilações nas variáveis ambientais que ocorreram principalmente entre o quarto e oitavo dias anteriores às avaliações da incidência e da severidade. Já para o Exp4, as correlações foram significativas para as oscilações nas variáveis ambientais que ocorreram entre o primeiro e o terceiro dias anteriores às avaliações.

Correlações significativas entre variáveis ambientais, como temperatura, umidade relativa e período de molhamento foliar, com o progresso de doenças fúngicas em plantas, foram encontradas em diversos trabalhos e foram utilizadas na formulação de modelos de previsão e alerta para epidemias.

Epidemias causadas por fungos do gênero *Botrytis*, geralmente, apresentam correlação com temperaturas que oscilam entre 12°C e 25°C, além de sua estreita relação com a umidade relativa superior a 80%, a ocorrência de chuvas e um período mínimo de molhamento. A incidência de mofo-cinza em mudas de eucalipto correlacionou-se negativamente com as temperaturas máxima, média e mínima do ar, em experimento instalado em viveiro de mudas em Oriente, MG (Mafia *et al.*, 2006). Nos meses em que a temperatura máxima foi inferior a 27°C, observou-se maior incidência do mofo-

Tabela 1. Correlação entre as médias das variáveis climáticas: temperatura máxima (Temp. máx.), temperatura média (Temp. méd.), temperatura mínima (Temp. mín.), umidade relativa (UR), precipitação e período de molhamento foliar (Período molhamento) com a incidência, a taxa absoluta de incidência, a severidade e a taxa absoluta de severidade nos experimentos Exp1, Exp3 e Exp4. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Experimento	Variáveis	Severidade		Taxa Absoluta da Severidade		Incidência		Taxa Absoluta da Incidência	
		DAA ^a	% corr ^b	DAA	% corr	DAA	% corr	DAA	% corr
Exp1	Temp. máx.	6° - 9°	-0,809 ^{ns}	6° e 7°	0,981*	1°	-0,863 ^{ns}	5°	-0,965*
	Temp. méd.	6° - 10°	-0,873 ^{ns}	2° e 3°	0,999**	6° - 10°	-0,854 ^{ns}	5°	-0,965*
	Temp. mín.	6° - 8°	-0,731 ^{ns}	4°	-0,901 ^{ns}	4° - 8°	-0,924*	3° e 4°	0,967*
	UR	2° - 5°	-0,932*	6° - 10°	0,964*	3° - 7°	-0,992**	5°	-0,979*
	Precipitação	4°	0,979**	6° - 10°	0,991**	4° - 7°	-0,910*	1° e 2°	0,972*
Exp3	Temp. máx.	4° - 8°	-0,655*	5° e 6°	-0,561 ^{ns}				
	Temp. méd.	3° - 7°	-0,395 ^{ns}	5° e 6°	-0,505 ^{ns}				
	Temp. mín.	3° - 7°	-0,695*	5°	-0,608*				
	UR	5° - 9°	0,723*	6°	0,541 ^{ns}				
	Precipitação	6° - 10°	0,659*	5°	0,727*				
Exp4	Temp. máx.	1°	-0,956*	1°	-0,981*	1°	-0,973**	5° e 6°	0,761 ^{ns}
	Temp. méd.	1°	-0,803 ^{ns}	1°	-0,995**	1°	-0,774 ^{ns}	2°	0,735 ^{ns}
	Temp. mín.	3°	-0,968**	1° - 5°	0,966*	3°	-0,981**	1°	0,999**
	UR	1° e 2°	0,961**	1° - 4°	0,981*	1° e 2°	0,941*	5° - 9°	-0,666 ^{ns}
	Precipitação	4°	0,761 ^{ns}	5°	-0,978*	4°	0,727 ^{ns}	5°	0,726 ^{ns}
	Período molhamento	1°	0,882 ^{ns}	4° - 7°	0,998**	1°	0,881 ^{ns}	3°	0,975*

^aDAA: dia anterior à avaliação;

^bValores marcados com * e ** indicam coeficiente de correlação a 5 e 1% de significância, respectivamente.

cinzento nas mudas de eucalipto. Devido à irrigação diária das mudas, nos período de baixas temperaturas, a condição foi favorável à infecção e ao progresso da doença, mesmo não tendo sido observadas altas correlações da incidência do mofo-cinzento nas mudas com a umidade relativa e a pluviosidade. Xu *et al.* (2000), ao ajustarem modelos para infecção de flores de morango por *Botrytis cinerea* no campo, chegaram à conclusão de que a elevação da temperatura noturna, juntamente com a redução do déficit de pressão de vapor durante o dia, contribuiu para o aumento da infecção, devendo assim ser utilizadas em modelos de previsão de doenças. Além disso, a concentração de conídios no ar também foi analisada, e observou-se que os modelos que apresentaram variáveis climáticas juntamente com a concentração de inóculo, produziam melhores previsões. Precipitação diária, número de dias com chuva, temperatura do ar, número de dias com mais de 6 horas nublado e número de dias com umidade relativa menor que 25%, foram as variáveis utilizadas por Shtienberg & Elad (1997), quando incorporaram a previsão do tempo no manejo integrado de *Botrytis cinerea*.

Em outros patossistemas é nítida a relação entre temperatura e umidade relativa com o processo infeccioso. Kurt & Tok (2006) observaram que apesar dos sintomas de septoriose em salsa manifestarem-se na faixa de temperatura de 15°C a 32°C, o número de lesões de *Septoria petroselini* aumentou conforme o incremento no período de molhamento foliar, atingindo seu máximo em 72 horas de molhamento foliar na faixa de temperatura entre 20°C e 23°C. A produção de picnídios sobre o tecido foliar apresentou-se semelhante ao desenvolvimento das lesões. Concluiu-se que o período de molhamento foliar aumentou significativamente a severidade da doença, contudo, isso ocorreu apenas nas temperaturas ótimas para o crescimento da lesão. Ao analisarem o efeito da temperatura e de períodos de molhamento foliar na infecção de *Venturia nashicola* em pêra, Li *et al.* (2005) observaram que o número de lesões

por folha aumentou conforme aumento o período de molhamento foliar contínuo, além do incremento do número de lesões por folha ajustar-se ao modelo logístico quando as temperaturas entre 5°C e 25 °C foram utilizadas como variável independente na regressão, em condição de molhamento. Buscando padronizar as condições ambientais mais favoráveis para a seleção de cultivares de trigo resistentes à *Septoria tritici*, Chungu *et al.* (2001) observaram que o aumento na temperatura de incubação, sobre o período de molhamento foliar e a concentração de inóculo, resultou no aumento da severidade de septoriose em variedades de trigo para panificação e trigo duro. Outro fato constatado foi o incremento no número de picnídios formados quando do incremento do período de molhamento foliar. No patossistema *Alternaria solani* – tomate verificou-se a necessidade de quatro a seis horas de molhamento foliar para a que ocorresse infecção das plantas de tomate pela *A. solani*. Também se observou que o incremento no período de molhamento foliar até 24 horas, promoveu o incremento na porcentagem de área foliar, apresentando sintomas e de desfolha das plantas (Vloutoglou & Kalogerakis, 2000).

Contudo, inexistem trabalhos relacionando variáveis ambientais com o progresso do mofo-cinzento da mamoneira, e analisando aqueles que relacionaram o efeito da temperatura no comportamento “*in vitro*” do *A. ricini*, encontra-se uma faixa de temperatura que variando de 12°C a 35°C, sendo possível observar o crescimento micelial do fungo (Godfrey, 1923) com temperatura ótima para crescimento (Godfrey, 1923; Suassuna *et al.*, 2003; Ueno 2007) e esporulação (Suassuna *et al.*, 2003) na faixa de 20°C a 25°C. As faixas de temperatura monitoradas no campo, durante as epidemias nos Exp1 Exp3 e Exp4, coincidiram com as temperaturas que propiciaram maior crescimento micelial e esporulação nos trabalhos *in vitro* acima citados, assim como no Exp2 onde incidência e severidade foram muito baixas, e a temperatura média variou em torno dos 16°C, desfavorável ao crescimento e à esporulação

do fungo *in vitro*. A temperatura do ar, bem como a umidade relativa, o molhamento foliar e a pluviosidade, por apresentar altos índices de correlação de uma maneira geral, poderiam ser utilizada na elaboração de modelos de previsão e na recomendação de locais e épocas de plantio.

Análise temporal do mofo-cinzeno da mamoneira

Os experimentos Exp1 Exp3 e Exp4 apresentaram comportamento distinto quanto aos resultados da incidência e da severidade e aos respectivos ajustes dos modelos.

Os resultados obtidos na análise temporal sugerem o modelo monomolecular como de melhor ajuste, tanto para o progresso da incidência, quanto para o progresso da severidade do mofo-cinzeno no Exp4, com maiores valores de coeficiente de determinação e menores valores do quadrado médio dos resíduos (Tabela 2 e 3). No entanto, as condições ambientais durante o Exp4 não foram as ideais para o progresso da doença no campo, o que pode ser observado quando se comparam as taxas de progresso e os índices de doença final para a incidência e severidade do Exp4, com os dos Exp1 e Exp3. A severidade final obtida pelo modelo monomolecular no Exp4 não ultrapassou 0,12, enquanto os índices de severidade final obtidos para os Exp1 e Exp3 variaram de 0,63 a 0,86. O mesmo comportamento foi verificado para os ajustes dos dados de incidência. Observa-se também a presença de valores negativos para severidade inicial nos Exp1 e Exp3, nos ajustes para as curvas de progresso da incidência e da severidade, com o uso do modelo monomolecular.

Os modelos logístico e de Gompertz apresentaram o mesmo valor de coeficiente de determinação no ajuste da curva de progresso da incidência do Exp1, superior ao modelo monomolecular. O modelo de Gompertz apresentou valor de quadrado médio dos resíduos próximo do menor valor observado, tornando-se a melhor opção de modelo para ajuste da curva de progresso da

incidência para o Exp1.

Tabela 2. Comparação entre os modelos linearizados para descrever as taxas estimadas de progresso da incidência (r), incidência inicial (y_0) e incidência final (y_f) do mofo-cinzento da mamoneira, nos experimentos Exp1 e Exp4. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Experimento	Modelos	r	y_0	y_f	R^2	QMR
Exp1	Exponencial	0,096	0,074	2,08	0,54	1,34
	Logístico	0,191	0,059	0,98	0,95	2,01
	Monomolecular	0,095	-0,158	0,96	0,84	0,46
	Gompertz	0,132	0,039	0,97	0,95	0,78
Exp4	Exponencial	0,040	0,066	0,57	0,85	0,239
	Logístico	0,051	0,064	0,52	0,92	0,277
	Monomolecular	0,011	0,034	0,46	0,97	0,007
	Gompertz	0,026	0,056	0,49	0,96	0,045

Tabela 3. Comparação entre os modelos linearizados para descrever as taxas estimadas de progresso da severidade (r), severidade inicial (y_0) e severidade final (y_f) do mofo-cinzento da mamoneira, nos experimentos Exp1, Exp3 e Exp4.

Experimento	Modelos	r	y_0	y_f	R^2	QMR
Exp1	Exponencial	0,238	$3,8 \times 10^{-4}$	1,57	0,65	2,026
	Logístico	0,281	$2,4 \times 10^{-4}$	0,81	0,88	1,568
	Monomolecular	0,043	-0,63	0,63	0,78	0,148
	Gompertz	0,109	$3,2 \times 10^{-8}$	0,69	0,96	0,240
Exp3	Exponencial	0,108	0,008	1,36	0,88	4,584
	Logístico	0,158	$3,1 \times 10^{-5}$	0,86	0,96	2,983
	Monomolecular	0,049	-1,45	0,77	0,95	0,203
	Gompertz	0,088	$3,4 \times 10^{-7}$	0,81	0,98	0,263
Exp4	Exponencial	0,039	0,018	0,15	0,89	0,214
	Logístico	0,042	0,018	0,14	0,90	0,202
	Monomolecular	0,002	0,011	0,12	0,96	$0,4 \times 10^{-2}$
	Gompertz	0,010	0,017	0,14	0,94	0,017

Apesar do modelo monomolecular apresentar menor valor do quadrado médio dos resíduos para ajuste da curva de progresso da severidade nos

experimentos Exp1, Exp2 e Exp3, o modelo de Gompertz apresentou maior valor de coeficiente de determinação para os experimentos Exp1 e Exp3, além de apresentar o segundo menor valor do quadrado médio dos resíduos nos três experimentos. O modelo exponencial não se ajustou às curvas de progresso de qualquer experimento, apresentando os menores valores de coeficiente de determinação e os maiores valores de quadrado médio dos resíduos, além de índices de incidência e de severidade final superiores a 100%.

Durante os experimentos Exp1 e Exp3, observou-se maior número de dias com chuva e com umidade relativa elevada, variáveis que apresentaram correlação significativa com o progresso da incidência e da severidade. A análise temporal dos Exp1 e Exp3 indicou o modelo de Gompertz como o mais apropriado para descrever tanto o progresso da incidência do Exp1 quanto o progresso da severidade do Exp1 e do Exp3. Esta decisão confirma a condição policíclica da doença, sua grande capacidade de produção de inóculo secundário, aliada ao comportamento das curvas que apresentam ponto de inflexão antes que a incidência ou severidade atinjam 50% (Figura 2). A análise gráfica das curvas de progresso da incidência e severidade das epidemias permite observar que não há inflexão nas curvas do Exp4, enquanto que, nas curvas de progresso dos Exp1 e Exp3, a inflexão da curva ocorre logo no início da epidemia.

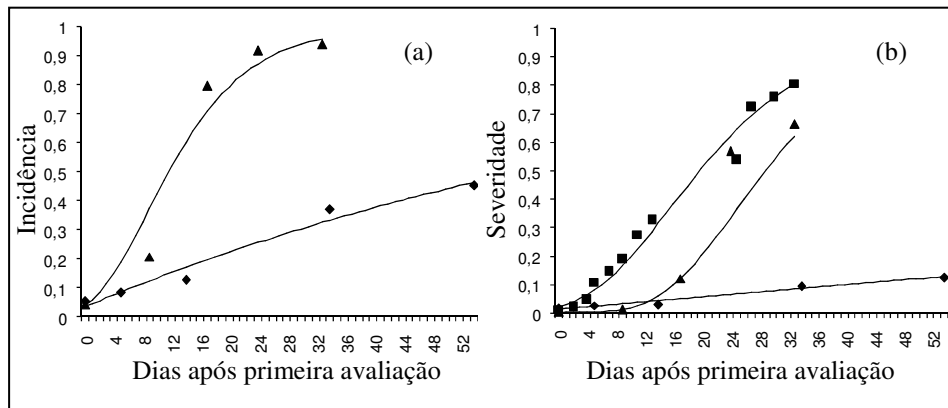


Figura 2. Curvas de progresso de incidência (a) e de severidade (b) com os modelos de Gompertz (reta) ajustados para os experimentos Exp1 (▲) e Exp3 (■), e Monomolecular (reta) para o experimento Exp4 (◆).UFLA, Lavras, MG, 2008.

Análise espacial do mofo-cinzento da mamoneira

A partir da análise dos “ordinary runs”, observou-se que não houve a predominância de um padrão de arranjo espacial para o mofo-cinzento nos dois experimentos analisados. No Exp1, apenas a parcela 4 apresentou padrão espacial agregado, ao longo da linha de plantio, no momento em que 6,8% das plantas apresentavam sintomas (Tabela 4). As demais análises detectaram padrão de distribuição aleatória de plantas doentes.

No Exp4, as primeiras avaliações apresentaram arranjo aleatório de plantas doentes. Contudo, o padrão espacial agregado ao longo da linha foi detectado nas duas últimas avaliações, quando as plantas apresentavam incidência de 33,5% e 43,0% (Figura 3). Não foi detectado padrão de agregação de plantas doentes nas entrelinhas de plantio, nem nas condições em que a incidência superou 70%, observadas nas parcelas do Exp1, a partir da terceira avaliação. A predominância do padrão de distribuição aleatório de plantas no início da epidemia, evoluindo para o padrão de distribuição agregado com o

progresso da doença, pode indicar que as primeiras plantas sintomáticas receberam inóculo externo à área de cultivo e, posteriormente, por meio da disseminação secundária da doença, as plantas vizinhas são infectadas, aumentando a incidência e a agregação. De fato, as plantas não foram inoculadas em nenhum dos experimentos, assim sendo as primeiras infecções nos experimentos em estudo foram originadas de inóculo externo à área de cultivo.

Tabela 4. Incidência, índice de dispersão (D) para nos diferentes quadrats, e índices Z_R e Z_D , ao longo das linhas (all.) e nas entrelinhas (el.), de plantas de mamona apresentando sintomas de mofo-cinzento. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Experimento	Data avaliação	Incidência (%)	D ^a					Run (Z_R) ^b		Doublet (Z_D) ^c	
			2x2	2x3	3x3	3x4	4x4	all.	el.	all.	el.
Exp1 p1	01/03/06	2,8	0,94	0,89	0,84	1,31	1,99*	6,13	4,48	1,47	1,47
	10/03/06	12,5	0,98	1,09	0,23	1,18	0,74	4,63	4,24	-1,26	0,29
	18/03/06	81,9	1,22	1,46	0,89	1,21	1,04	1,39	3,09	0,90	0,90
	25/03/06	93,1	1,68**	1,55*	0,85	1,37	0,62	1,25	0,59	2,14*	3,37*
	03/04/06	99,3	1,01	1,01	0,67	1,01	1,14	4,39	4,39	4,15*	4,15*
Exp1 p2	01/03/06	0,7	1,01	1,01	1,35	1,01	1,14	4,39	4,39	0,00	0,00
	10/03/06	15,9	0,97	1,13	0,65	1,07	0,65	0,58	3,40	1,88*	1,25
	18/03/06	78,5	1,28	1,50	0,64	1,75	2,10*	1,45	2,20	0,78	1,75*
	25/03/06	87,5	1,37	1,62*	0,47	2,15*	0,82	0,77	1,54	2,32*	2,32*
	03/04/06	99,3	1,01	1,01	0,67	1,01	0,13	4,39	4,39	4,15*	4,15*
Exp1 p3	01/03/06	4,9	1,80**	1,72*	2,00*	1,79*	1,73	2,04	3,90	2,34*	2,34*
	10/03/06	18,8	0,97	1,08	0,91	1,41	1,52	1,28	2,93	0,90	0,90
	18/03/06	79,9	1,228	1,17	0,50	0,89	0,86	-0,47	3,70	2,78*	1,25
	25/03/06	86,8	1,43*	1,39	0,61	1,25	0,09	-0,55	2,40	3,45*	2,03*
	03/04/06	94,4	1,66*	1,29	0,48	1,25	1,51	1,96	0,32	3,00*	4,49*
Exp1 p4	01/03/06	4,9	0,87	1,40	1,54	2,12*	1,17	0,17	3,90	4,27*	2,34*
	10/03/06	6,8	1,45*	1,55*	0,57	1,46	2,67**	-1,90*	1,45	3,91*	2,57*
	18/03/06	71,5	0,92	0,82	0,35	0,93	1,49	-0,03	3,88	1,84*	-0,19
	25/03/06	86,1	1,37	0,93	0,45	0,68	0,72	0,37	4,60	2,44*	0,40
	03/04/06	94,4	0,85	1,01	0,29	0,96	1,04	3,59	6,05	0,00	0,00
Exp4	01/03/07	5,1	1,16	1,03	1,09	1,39	1,11	-0,15	9,18	3,93*	-0,13
	05/03/07	8,1	1,45**	1,58**	1,69**	2,15**	2,11*	-0,58	6,35	3,49*	0,32
	14/03/07	11,4	1,36*	1,86**	1,69**	1,85*	1,92*	0,06	6,82	2,63*	1,98*
	05/04/07	33,5	1,41*	1,86**	2,52**	3,62**	3,69**	-3,70*	2,25	5,04*	2,13*
	25/04/07	43,0	1,37*	1,57**	2,32**	3,27**	2,52**	-3,41*	2,71	4,63*	6,50*

^aValores marcados com * e ** indicam D estatisticamente diferente de 1 pelo Teste X^2 , a 5 e 1% de significância, respectivamente;

^bValores marcados com * indicam Z_R estatisticamente < que -1,64 pelo Teste X^2 , a 5% de significância;

^cValores marcados com * indicam Z_D estatisticamente > que 1,64 pelo Teste X^2 , a 5% de significância.

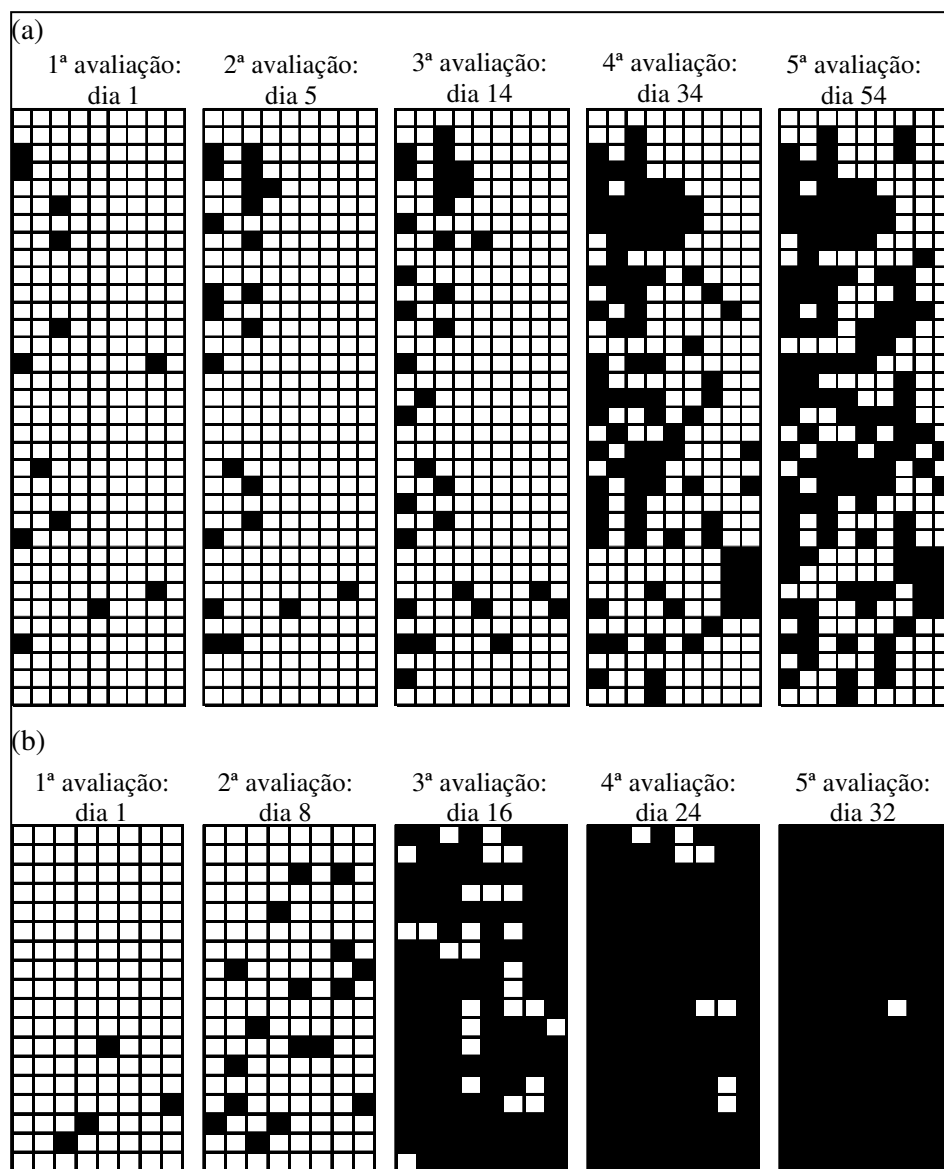


Figura 3. Mapa de distribuição espacial de plantas doentes (■) no Exp4 (a) e Exp1 p1(b). UFLA, Lavras, MG, 2008.

A condição de mudança no arranjo espacial de plantas doentes foi observada por Azevedo *et al.* (2002), ao analisarem o progresso espacial da podridão-negra e da alternariose na cultura do repolho. Silva *et al.* (2001), em análise de seqüências ordinárias para descrição do arranjo espacial do vira-

cabeça-do-fumo (*Groundnut ringspot virus*, GRSV), constataram predominância do arranjo aleatório de plantas doentes e baixo percentual de agregação nas linhas de plantios. Segundo esses autores, a predominância do arranjo aleatório de plantas doentes indica que a infecção das plantas de fumo com GRSV pode ter sido originária de uma fonte exógena à área de plantio ou decorrente de mudas infectadas. Xu & Madden (2002) demonstraram que plantas infectadas pelo oídio da macieira apresentam distribuição aleatória e associaram esta distribuição à dispersão dos conídios de pelo vento. Sposito *et al.* (2008) observaram que, no início da epidemia de mancha marrom. Em frutos cítricos o padrão de distribuição de plantas doentes é aleatório e atribuíram esta condição à dispersão dos ascósporos de *Guignardia citricarpa* pelo vento. Carisse *et al.* (2008) monitoraram a densidade de lesões e a concentração de conídios de *Botrytis squamosa*, visando encontrar relação entre estes dois fatores durante a dispersão aérea do patógeno. Áreas nas quais não foi adotado nenhum manejo para controle da doença apresentaram padrão aleatório no início da estação, porém, este padrão evoluiu para agregação de plantas doentes ao final da estação de cultivo. A densidade de lesões e a concentração de conídios não foram agregadas no início das epidemias, quando a intensidade da doença e a concentração de conídios foram baixas. Isso foi verificado na avaliação de campos comerciais que manejaram a doença, em que, os níveis de doença foram baixos e não existiu agregação para as duas variáveis estudadas. Os autores concluíram que monitorar a concentração de conídios no ar com algumas armadilhas de esporos no campo é uma atividade exequível para o manejo do botrytis leaf blight. Outros trabalhos também relacionam a dispersão de propágulos fúngicos pelo vento, por longas distâncias, como fonte de origem das primeiras infecções de epidemias (Shaw & Royle, 1987, 1989; Nágajaran, 1990; Kolmer, 1992; Boeger *et al.* 1993; Casa *et al.*, 2004; Urashima *et al.*, 2007).

Acredita-se que a ausência de agregação das plantas doentes nas

entrelinhas de plantio no Exp4, como observado nas linhas, tenha ocorrido pela baixa produção de inóculo e pela maior distância entre as plantas. Durante o Exp4, os índices de umidade relativa e de pluviosidade foram menores que os observados nos Exp1 e Exp3, dificultando o progresso da epidemia e a reprodução do fungo (Godfrey, 1923), reduzindo-se, assim, a produção de inóculo. A redução na produção de inóculo fez com que a dispersão do mesmo permanesse agregada, próximo a planta doente, orientando, assim, o padrão de distribuição das futuras infecções. No estudo da dispersão espacial do brusone no arroz, as plantas doentes agregadas tiveram como fonte de inóculo plantas que foram infectadas aleatoriamente no início da epidemia, por sementes contaminadas ou conídios dispersos pelo vento e produziram o inóculo necessário para a posterior dispersão de brusone (Suriya Rao et al., 2007).

O teste de “doublet” detectou padrões de agregação e aleatoriedade tanto nas linhas quanto nas entrelinhas no Exp1 e Exp4. Não se observou influência do nível de severidade no comportamento do padrão espacial de plantas doentes, quando utilizado o teste de “doublet”. Não houve correspondência entre os resultados observados pelo teste “doublet” e a análise de seqüências ordinárias, tendo 60% dos resultados das análises nas linhas de plantio e 52% dos resultados das análises das entrelinhas de plantio apresentado resultados diferentes para os dois testes. O teste de “doublet” sugere a condição de agregação em todas as parcelas do Exp1 e no Exp4, porém, em 28% dessas sugestões as análises do índice de dispersão e de seqüências ordinárias apontam para o padrão casualizado. O oposto foi relatado do por Suriya Rao *et al.* (2007), quando analisaram o padrão de distribuição espacial de brusone em arroz. O teste de “doublet” indicou padrão de distribuição aleatório de plantas de arroz infectadas por brusone, quando havia altos níveis de incidência e as plantas doentes estavam agregadas. Essas divergências de resultados para com outros testes justificam a preferência pelo uso do “ordinary runs” (Madden *et al.*, 1982;

Suriya Rao *et al.* 2007).

Constataram-se em 84% das análises do Exp1, valores de índice de dispersão (D) estatisticamente iguais a 1, enquanto que no Exp4 apenas 20% das análises apresentaram este comportamento (Tabela 4). De acordo com Campbell & Madden (1990), o índice de dispersão oferece uma medida do grau de agregação espacial em uma população. Assim sendo, valores de D estatisticamente iguais a 1 indicam distribuição ao acaso de plantas sintomáticas em um determinado bloco, ao passo que valores de D estatisticamente maiores que 1 sugerem distribuição agregada.

No Exp1 não foi observada relação entre a incidência de plantas com mofo-cinzeno e a agregação das mesmas. Apesar de poucas as avaliações em que as plantas foram consideradas agregadas, estas ocorrem desde a incidência de 2,8% no quadrat 4x4, até a incidência 94,4% no quadrat 2x2. Já o Exp4 não apresentou nenhuma avaliação indicando agregação de plantas quando a incidência é de 5,1%, mas a partir de 8,1% todos os quadrats apresentam valores de índices de dispersão estatisticamente superiores a 1. Semelhante ao observado neste trabalho, Sposito *et al.* (2008), ao detectarem agregação de plantas de citros infectadas por *Guignardia citricarpa*, observaram valores de *b* significativamente maiores que 1 em áreas nas quais incidência foi menor que 50%. No entanto, as áreas em que incidência de plantas cítricas doentes variou entre 20% e 93%, o nível de agregação foi constante mesmo com o incremento da incidência.

A partir da regressão do logaritmo da variância observada pelo logaritmo da variância binomial estimada, podem-se determinar os valores dos parâmetros *b* e *A* da Lei de Taylor Modificada. Foram encontrados valores de *b* diferentes de 1, e valores de *A* maiores que 0, a 5% e 1% de probabilidade, na avaliação do Exp4, nos quadrats 3x3, 3x4 e 4x4 (Tabela 5). As análises do Exp1 não apresentaram valores de *b* e *A* significativamente diferentes de 1 e 0,

respectivamente. Sposito *et al.* (2008), ao realizarem análise combinada de todas as áreas estudadas, observaram valores de $A=3,31$ e $b=1,06$, sendo b significativamente igual a um, com padrão de agregação independente do nível de incidência, o que difere dos resultados de Exp4, quando analisadas as 5 avaliações em conjunto. No Exp4, tanto A quanto b diferem estatisticamente de 1 e zero, respectivamente, confirmando a relação entre índice de dispersão e a incidência de plantas doentes.

Os dois experimentos analisados (Exp1 e Exp4) apresentaram distribuições espaciais distintas, permitindo-se inferir que as condições climáticas no período reprodutivo da cultura influenciam o padrão de distribuição das plantas doentes no campo.

Tabela 5. Valores dos parâmetros b e log(A) da equação da Lei de Taylor modificada, seus respectivos erros padrões (SE) e coeficiente de determinação, para plantas de mamona com mofo-cinzeno do Exp1 e o Exp4, em cinco tamanhos de quadrat. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Quadrat	Experimento	log (A)	SE	b	SE	R ²
2x2	Exp1 p1	0,43	0,40	1,07	0,11	0,97
	Exp1 p2	0,37	0,19	1,06	0,05	0,99
	Exp1 p3	-1,07	0,87	0,63	0,11	0,92
	Exp1 p4	0,89	0,40	1,23	0,17	0,95
	Exp4	0,55	0,17	1,07	0,06	0,99
2x3	Exp1 p1	0,74	0,33	1,12	0,26	0,98
	Exp1 p2	0,75	0,20	1,11	0,05	0,99
	Exp1 p3	-0,70	0,70	0,77	0,11	0,94
	Exp1 p4	-0,24	0,90	0,92	0,22	0,85
	Exp4	1,31	0,35	1,22	0,14	0,96
3x3	Exp1 p1	-1,04	1,53	0,89	0,26	0,79
	Exp1 p2	-1,21	0,81	0,84	0,11	0,96
	Exp1 p3	-2,22	2,20	0,57	0,52	0,28
	Exp1 p4	-2,44	2,32	0,60	0,51	0,32
	Exp4	2,48**	0,16	1,43**	0,08	0,99
3x4	Exp1 p1	0,49	0,22	1,05	0,05	0,99
	Exp1 p2	-1,12	0,39	1,15	0,09	0,98
	Exp1 p3	-1,06	1,37	0,73	0,19	0,83
	Exp1 p4	-0,99	0,71	0,77	0,34	0,63
	Exp4	3,29**	0,17	1,52**	0,10	0,99
4x4	Exp1 p1	-0,93	1,38	0,84	0,19	0,86
	Exp1 p2	1,75	0,97	1,35	0,31	0,87
	Exp1 p3	-3,81	1,61	0,30	1,10	0,03
	Exp1 p4	-1,99	0,79	1,35	0,35	0,83
	Exp4	3,53*	0,30	1,57*	0,18	0,96

Valores marcados com * e ** indicam b estatisticamente diferente de 1, ou Log(A) estatisticamente diferente de 0 (zero) pelo Teste t, à 5 e 1% de significância, respectivamente.

Dinâmica do inóculo

Verificou-se a presença de conídios de *A. ricini* no ar em todo o período de coleta (Figura 3). As coletas que apresentaram maior número de conídios no ar ocorreram entre 15 de dezembro e 18 de janeiro. Houve diferença significativa do número de conídios coletados nos diferentes meses,

principalmente devido ao acréscimo na quantidade de conídios coletados a partir de dezembro de 2006, porém não foram detectadas diferenças significativas nas coletas realizadas em diferentes momentos do mesmo dia. A diferença do número de conídios de *A. ricini* coletados nos diferentes meses coincidiu com os resultados obtidos por outros autores que relacionaram tais variações com alterações do clima, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento (Hausbeck & Pennypacker, 1991; Kerssies, 1993; Panisson *et al.*, 2002).

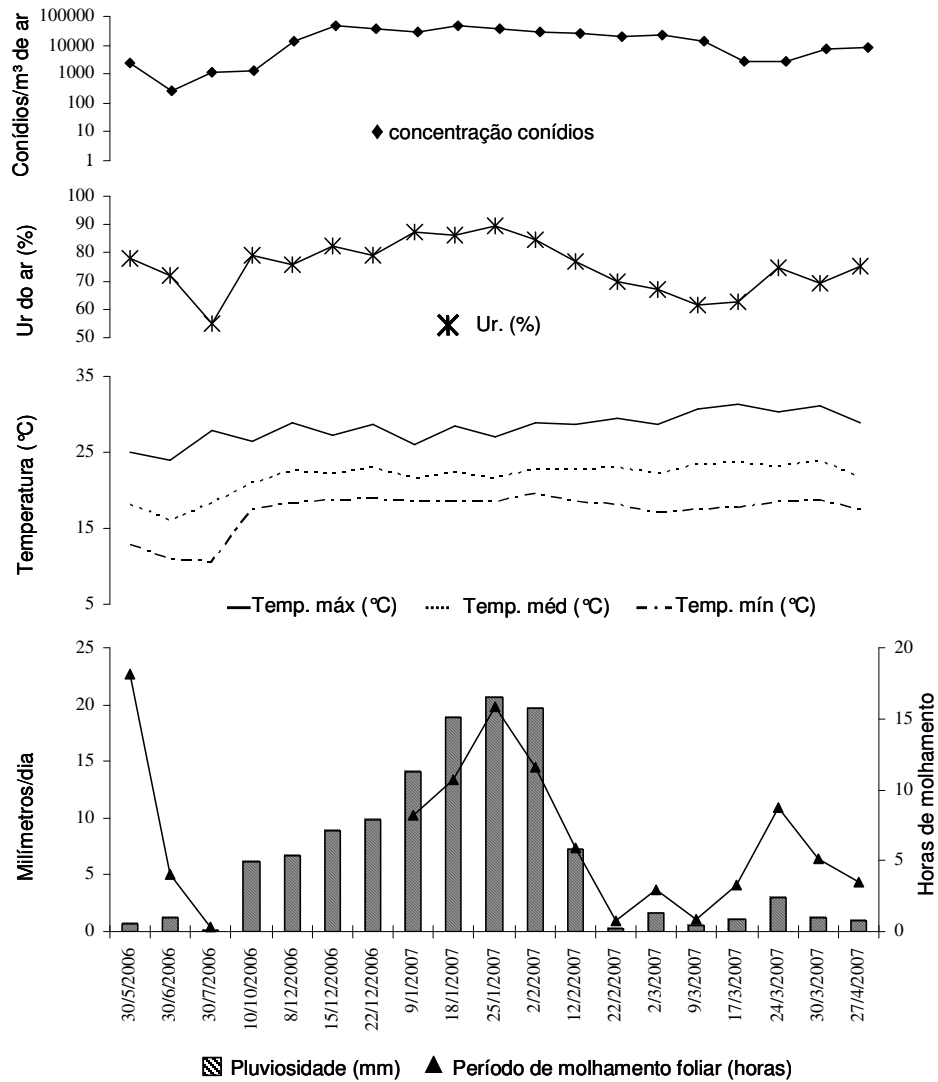


Figura 4. Concentração de conídios de *A. ricini* no ar e médias das variáveis ambientais dos dez dias anteriores às coletas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Contudo, ao não se detectarem diferenças significativas nas coletas realizadas em diferentes momentos do mesmo dia para os conídios de *A. ricini*, rejeitou-se a hipótese de a liberação de conídios obedecer um padrão circadiano,

como verificado nos estudos feitos com espécies de *Botrytis* spp. (Jarvis, 1980). Acredita-se que a falta de padrão na liberação de conídios se deve à influência da chuva que ocorreu em algumas datas de coleta, alterando o ciclo natural de liberação de conídios, pois houve correlação significativa entre a concentração de conídios e as pluviosidades médias nos dez dias anteriores às coletas. Houve também correlação positiva entre a umidade relativa nos 90 minutos anteriores à coleta das 14 horas e a concentração de conídios no ar, o que pode ter ocorrido devido à precipitação no período vespertino, nos meses de dezembro de 2006 e janeiro de 2007, não registrados pelos sensores, coincidindo o aumento da concentração de conídios no ar com a elevação da umidade relativa do ar de 42,6 para 81,5%. A influência da chuva na liberação de conídios descrita por Jarvis (1980), explica que a oscilação da temperatura e da umidade relativa do ar, promovida pela precipitação altera a liberação dos conídios de *B. cinerea* durante o dia.

Não foi notada diferença significativa nas alturas de coleta, o que pode indicar que o monitoramento dos conídios de *A. ricini* poderia ser feito com apenas uma altura de coleta.

Houve correlação significativa positiva entre o número médio diário de conídios coletados no ar e a temperatura mínima, a umidade relativa média, a precipitação média diária e o período de molhamento diário (Tabela 6). O aumento do número de conídios coletados coincidiu com a elevação da temperatura mínima média de 14,6°C para 18,1°C, com a umidade relativa do ar média que aumentou de 42% para 94%, com a pluviosidade diária média que passou de 1,4 para 28,3 mL/dia e com o período de molhamento foliar que aumentou de 1 para 20 horas (Figura 4). Também houve correlação entre o número de conídios coletados e as variáveis climáticas ocorridas minutos antes das coletas. A umidade relativa do ar apresentou correlação negativa, enquanto a velocidade do vento apresentou correlação positiva nos 15 minutos anteriores á

coleta das 7 horas (Tabela 7).

Tabela 6. Teste de correlação entre as médias das variáveis climáticas: temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa, precipitação e período de molhamento foliar com o número médio de conídios coletados em armadilha Rotorod. UFLA, Lavras, MG, 2008.

	Temp. máxima	Temp. média	Temp. mínima	UR (%)	Pluviosidade	Período molhamento
Número de conídios coletados	-0,365	0,435	0,720*	0,657*	0,587*	0,743*
DAC ^a	3°	6° - 9°	1° - 10°	1° - 7°	1° - 10°	1° - 8°

Valores marcados com * indicam coeficiente de correlação significativa a 1% de probabilidade;
^aDAC: dia anterior à coleta dos conídios.

A correlação significativa positiva entre as variáveis climáticas e o número de conídios de *A. ricini* coletados assemelha-se com os resultados obtidos por Xu *et al.* (2000), ao correlacionarem a número de conídios de *B. cinerea* coletados por armadilha de esporos. Os autores verificaram correlação do número de conídios com a temperatura, a umidade relativa e o período de molhamento ocorridos no dia anterior à coleta, tendo a correlação para temperatura foi positiva, e negativa para a umidade relativa e molhamento foliar. No entanto, não houve correlação para a pluviosidade ocorrida no dia anterior ao da coleta.

Tabela 7. Teste de correlação entre as médias das variáveis climáticas: temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa, período de molhamento foliar e velocidade do vento com o número médio de conídios coletados em armadilha Rotorod em diferentes horários do dia. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Esporulação	Temp. máxima	Temp. média	Temp. mínima	UR (%)	Período molhamento	Velocidade vento
7h00	0,113	0,113	0,113	-0,859*	-0,734	0,877**
MAC ^a	15	15	15	30	30	15
9h00	0,640	0,669	0,702	-0,139	0,666	0,697
MAC	90	90	90	90	15	30
11h00	0,294	0,318	0,322	0,194	-0,538	0,533
MAC	90	90	90	90	15	30
14h00	0,138	0,192	-0,208	0,510	---	-0,784*
MAC	60	60	60	45	---	60
16h00	-0,620	-0,603	-0,574	0,988**	---	0,471
MAC	75	90	90	90	---	15
18h00	-0,299	-0,300	-0,304	0,711	---	0,630
MAC	90	90	60	90	---	15

Valores marcados com * e ** indicam coeficiente de correlação significativa a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente;

^aMAC: minutos anteriores à coleta de conídios.

A maior concentração de conídios verificada a partir do mês de dezembro de 2006 coincidiu com a expressiva severidade detectada no Exp3 e com as condições ambientais favoráveis ao progresso da doença como já discutido. O mesmo não se pode dizer das coletas feitas entre os meses de maio e outubro de 2006, período em que o Exp2 foi avaliado, resultando na escassez de sintomas, além do menor número de conídios coletados do ar. A relação entre a elevação da concentração de conídios de *Botrytis* spp. e o incremento da severidade da doença já foi relatada em inúmeros trabalhos (Doss *et al.*, 1984; Eden *et al.*, 1996; O'Neill *et al.*, 1997; Xu *et al.*, 2000; Spotts & Cervantes, 2001).

Assim sendo, conclui-se que as variáveis climáticas como temperatura, umidade relativa e pluviosidade afetam o progresso mofo-cinzeno da mamoneira, desde a formação e liberação do inóculo, até infecção e colonização do hospedeiro, alterando tanto o progresso temporal quanto o padrão de dispersão espacial de plantas doentes.

CONCLUSÕES

A incidência e a severidade, bem como o progresso temporal e o progresso espacial do mofo-cinzento da mamoneira foram influenciados pela concentração de inóculo presente no ar e pelas variáveis ambientais estudadas.

Períodos com alta umidade relativa, dias com precipitação e temperaturas médias superiores a 16,8°C propiciaram a ocorrência de maiores taxas de incidência e de severidade do mofo-cinzento, além de correlacionarem-se com o aumento no número de conídios de *Amphobotrys ricini* coletados.

As variáveis ambientais e a incidência do mofo-cinzento influenciaram o padrão de distribuição de plantas doentes.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor e pelo auxílio financeiro para realização do trabalho (Proc. APQ-3525-3.09/07).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, J. P., GOTTWALD, T. R., TIMMER, L. W. Temporal and spatial dynamics of postbloom fruit drop of citrus in Florida. **Phytopathology**, St. Paul, v. 83, n. 3, p. 485-490, mar. 1993.

AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão 2001. 350 p.

AZEVÊDO, S.S.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da Alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n.1, p.017-026, jan./fev.2002.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289 p.

BOEGER, J.M.; CHEN, R.S.; McDONALD, B.A. Gene flow between geographic populations of *Mycosphaerella graminicola* (anamorph *Septoria tritici*) detected with Restriction Fragment Length Polymorphism markers. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, n.11, p.1148-1154, nov. 1993.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.

CARISSE, O.; SAVARY, S.; WILLOCQUET, L. Spatiotemporal relationships between disease development and airborne inoculum in unmanaged and managed *Botrytis* leaf blight epidemics. **Phytopathology**, St. Paul, v.98, n.1, p.38-44, jan. 2008.

CASA, R.T., REIS, E.M. & ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.141-147, mar./abr. 2004.

CHUNGU, C.; GILBERT, J.; TOWNLEY-SMITH, F. *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentrations, and host. **Plant Disease**, St. Paul, v.85, n.4, p.430-435, abr. 2001.

DOSS, R.P.; CHASTAGNER, G.A.; RILEY, K.L. Techniques for inoculum production and inoculation of lily leaves with *Botrytis elliptica*. **Plant Disease**, St. Paul, n.68, v.6, p.854-856, jun. 1984.

EDEN, M.A.; HILL, R.A.; BERESFORD, R.; STEWART, A. The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. **Plant Pathology**, St. Paul, v.45, n.4, p.795-806, abr. 1996.

GODFREY, G.H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.22, n.5, p. 679-715, mai. 1923.

GOTTWALD, T.R.; CAMBRA, M.; MORENO, P.; CAMARASA, E.; PIQUER, J. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in eastern Spain. **Phytopathology**, St. Paul, v.86, n.1, p.45-55, jan. 1996.

HAUSBECK, M.K.; PENNYPACKER, S.P. Influence of grower activity and disease incidence on concentrations of airborne conidia of *Botrytis cinerea* among geranium stock plants. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.8, p.789-803, ago. 1991.

HUGHES, G.; MADDEN, L.V.; MUNKVOLD, G.P. Cluster sampling for disease incidence data. **Phytopathology**, St. Paul, v. 86, n.1, p.132-137, jan. 1996.

JARVIS, W.R. Epidemiology. In: COLEY-SMITH, J.R.; VERHOEFF, K. JARVIS, W.R. (Ed.) **The Biology of Botrytis**. London.: Academic, 1980. p.219-250.

KERSSIES, A. Horizontal and vertical distribution of airborne conidia of *Botrytis cinerea* in a gerbera crop grown under glass. **European Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v.99, n.5/6, p.303-311, mai./jun. 1993.

KIMATI, H. Doenças da mamoneira : *Ricinus communis* L. In: GALLI, F. (Coord.) **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 347-351.

KOLMER, J.A. Diversity of virulence phenotypes and effect of host sampling between and within populations of *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* in Canada. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n.5, p. 618-621, mai. 1992.

KURT, S.; TOK, F.M. Influence of inoculum concentration, leaf age, temperature, and duration of leaf wetness on Septoria blight of parsley. **Crop Protection**, Oxford, v.25, n. 6, p.556-561, June 2006.

LARANJEIRA, F. F.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; BERGER, R.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro com ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 397-403, mai./jun. 1998.

LARANJEIRA, F.F.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GOTTWALD, T.R. Dinâmica espacial da clorose variegada dos citros em três regiões do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.56-65, jan./fev. 2004.

LI, B.H.; XU, X.M.; LI, J.T.; LI, B.D. Effects of temperature and continuous and interrupted wetness on the infection of pear leaves by conidia of *Venturia nashicola*. **Plant Pathology**, Oxford, v.54, n.3, p.357-363, mar. 2005.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E. de ;BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001 p.191-212.

MADDEN, L.V.; RAYMOND LUIE, J.J.; KNOKE, J.K. Evaluation of tests for randomness of infected plants. **Phytopathology**, St. Paul, v.72, n.2, p.195-198, fev. 1982.

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, E.M.; LEITE, F.P.; SOUZA, F.S. Variáveis climáticas associadas à incidência de mofo-cinza em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.2, p.152-157, mar./abr. 2006.

NAGARAJAN, S. Long-distance dispersion of rust pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, St. Paul, v.28, p.139-153, set. 1990.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. Londres: McMillan, 1979. 839 p.

O'NEILL, T. M.; SHTIENBERG, D.; ELAD, Y. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v.81, n.1, p.36-40, jan. 1997.

ORELLANA, R.G.; THOMAS, C.A. Nature of predisposition of castorbeans to *Botrytis*. I. Relation of leachable sugar and certain other biochemical constituents of the capsule to varietal susceptibility. **Phytopathology**, St. Paul, v.52, n.5 p.533-538, mai. 1962.

PANISSON, E.; REIS, E.M.; BOLLER, W. Quantificação de propágulos de *Gibberela zeae* no ar e infecção em anteras de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p.484-488, jul./ago. 2002.

SHAW, M.W.; ROYLE, D.J. Spatial distribution of *Septoria nodorum* and *S. tritici* within crops of winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v.36, n.1, p.84-94, jan. 1987.

SHAW, M.W.; ROYLE, D.J. Airborne inoculum as a major source of *Septoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*) in the UK. **Plant Pathology**, Oxford, v.38, n.1, p.35-43, jan. 1989.

SHTIENBERG, D.; ELAD, Y. Incorporation of weather forecasting in integrated, biological-chemical management of *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 87, n.3, p.332-340, mar. 1997.

SILVA, J.N.; MICHEREFF, S.J.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P. Arranjo espacial do vira-cabeça do fumo em Arapiraca, estado de Alagoas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.4, p.721-725, dez. 2001.

SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L.; BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B. Spatial pattern of black spot incidence within citrus trees related to disease severity and pathogen dispersal. **Plant Pathology**, Oxford, v.57, n.1, p.103-108, jan. 2008.

SPOTTS, R. A.; CERVANTES, L. A. Disease incidence-inoculum dose relationships for *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* and decay of pear fruit using dry, airborne conidia. **Plant Disease**, St. Paul, v.85, n.7, p.755-759, 2001.

SUASSUNA, N.D.; ARAÚJO, A.E.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura no crescimento e esporulação de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis*

ricini). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28 (suplemento), p.232-232, aago. 2003.

SURIYA RAO, A.V.; MUKHERJEE, A.K.; MOHAPATRA, N.K.; NAYAK, P. Spatial distribution of rice blast disease under natural field epidemics. **Research Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v.3, n.6, p.615-620, jun. 2007.

UENO, B. Presença de escleródios de *Amphobotrys ricini* em tronco e ramos de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, n.32 (suplemento), p.246-246, agosto, 2007.

URASHIMA, A.S.; LEITE, S.F.; GALBIERI, R.L. Efficiency of aerial dissemination of *Pyricularia grisea*. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.3, p.275-279, jul./set. 2007.

VALE, F.X.R.; JESUS JR., W.C.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. 531p.

VLOUTOGLOU, I.; KALOGERAKIS, S.N. Effects of inoculum concentration, wetness duration and plant age on development of early blight (*Alternaria solani*) and on shedding of leaves in tomato plants. **Plant Pathology**, Oxford, v.49, n.3, p.339-345, mar. 2000.

XU, X.; HARRIS, D.; BERRIE, A.M. Modeling Infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* usin field data. **Phytopathology**, St. Paul, v.90, n.12, p.1367-1374, dez. 2000.

XU, X.; MADDEN, L.V. Incidence and density relationship of powdery mildew on apple. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, n.9, p.1005-1014, set. 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão de uma cultura para uma determinada região demanda estudos fitossanitários e epidemiológicos em busca de conhecimento dos patógenos e das epidemias resultantes da associação destes com seu hospedeiro, em diferentes condições climáticas.

A partir dos experimentos conduzidos neste estudo, verificou-se que os isolados de *Amphobotrys ricini*, oriundos de diferentes locais do Brasil, apresentam-se adaptados à faixa de temperatura de 14°C a 28°C, na qual são capazes de crescer, esporular e germinar, formando escleródios nas temperaturas de 20°C e 25°C, quando cultivados “in vitro”.

Quanto ao progresso da incidência e da severidade do mofo-cinzeno, a condição de molhamento da superfície do hospedeiro foi necessária para a ocorrência da doença, principalmente em baixas temperaturas. Registrou-se aumento tanto da incidência quanto da severidade do mofo-cinzeno com o aumento da temperatura e do período de molhamento.

A concentração do inóculo influenciou o progresso da incidência e da severidade em condições controladas. Semelhantemente, altas concentrações de inóculo foram detectadas no ar no campo nos períodos em que se registraram alta incidência e severidade do mofo-cinzeno. Tal informação serve como indicador para futuros trabalhos com monitoramento do inóculo do ar para a elaboração de sistemas de alerta para epidemias de mofo-cinzeno.

As variáveis ambientais analisadas correlacionaram-se tanto com o progresso da doença no campo quanto com a concentração de conídios coletados do ar. Novamente, observou-se a necessidade de presença de água sobre o hospedeiro para a ocorrência da doença. O aumento da precipitação correlacionou-se com o aumento da taxa de progresso da incidência e da severidade. Portanto, recomenda-se a escolha do local e do período de plantio

avaliando-se a não coincidência de períodos chuvosos com o período reprodutivo da mamoneira.

As avaliações da severidade do mofo-cinzento foram realizadas estimando-se visualmente a porcentagem do cacho afetada, sem a utilização de uma escala diagramática como referência quantitativa. A elaboração e a validação da escala diagramática proposta neste estudo foram realizadas durante o curso dos experimentos e sua conclusão não ocorreu a tempo de ser utilizada nas avaliações. No entanto, demonstrou ser adequada para a avaliação da severidade do mofo-cinzento em mamona, sendo indicada para futuros estudos nos quais seja necessário quantificar a doença.