

**QUANTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS MONOCÍCLICOS DA
ANTRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum*) E DA MANCHA
ANGULAR (*Phaeoisariopsis griseola*) DO FEIJOEIRO**

MARISTELLA DALLA PRIA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **ARMANDO BERGAMIN FILHO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de concentração:
Fitopatologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro - 1997

**QUANTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS MONOCÍCLICOS DA
ANTRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum*) E DA MANCHA
ANGULAR (*Phaeoisariopsis griseola*) DO FEIJOEIRO**

MARISTELLA DALLA PRIA

Aprovada em: 27.10.1997

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr^a. Lilian Amorim

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ivan Paulo Bedendo

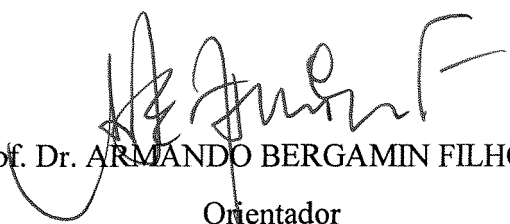
ESALQ/USP

Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

FCA/UNESP

Prof. Dr. Modesto Barreto

FCAVJ/UNESP


Prof. Dr. ARMANDO BERGAMIN FILHO
Orientador

DEDICO

À minha mãe, Mafalda, meus irmãos,
Ana Lucia e Alexandre e ao meu
sobrinho Lucas

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Armando Bergamin Filho, pela orientação, incentivo e amizade.

À Prof^a Dr^a Lilian Amorim, pelas sugestões e colaboração.

Ao Dr. Bernhard Hau pelas sugestões nas análises dos dados.

Ao Dr. Juan A. Navas Córtes pelo auxílio com a análise dos dados.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Tasso Leo Krüger, pela redação do Summary.

À bibliotecária Eliana Maria Garcia Sabino, pelo auxílio na organização das referências bibliográficas.

Ao colega Marcelo Giovanetti Canteri pela colaboração durante as avaliações dos experimentos.

Aos colegas Juliana C. Freitas, Gisele A. M. Torres, Marilene T. Iamauti, Maria Edna T. Nunes, Cláudia V. Godoy, Marise C. Martins, Kátia R. Schwan Estrada, Maria Heloísa Duarte de Moraes, Silvia R. Galleti, Lilian Maria A. Bacchi, Sonia Lúcia Maciel, Marcelo G. Canteri, José Renato Stangarlin, Renato Bassanezi, Nilceli Fernandes, pela amizade e companheirismo.

Aos professores e funcionários da ESALQ/USP pela colaboração na realização do trabalho.

A todas as pessoas, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
APÊNDICE	x
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Antracnose	03
2.1.1. Importância	03
2.1.2. Etiologia	04
2.1.3. Epidemiologia	06
2.1.4. Sintomatologia	06
2.1.5. Controle	07
2.2. Mancha angular	08
2.2.1. Importância	08
2.1.2. Etiologia	09
2.1.3. Epidemiologia	09
2.1.4. Sintomatologia	10
2.1.5. Controle	11
2.3. Quantificação de parâmetros monocíclicos	12
2.3.1. Temperatura	14
2.3.2. Período de molhamento	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da antracnose e da mancha angular	17
3.1.1. Hospedeiro	17

3.1.2. Obtenção e preparo do inóculo	17
3.1.3. Inoculação	19
3.1.4. Parâmetros avaliados	19
3.2. Avaliação do efeito do período de molhamento foliar nos parâmetros monocíclicos da antracnose e da mancha angular	23
3.2.1. Hospedeiro	23
3.2.2. Obtenção e preparo do inóculo	23
3.2.3. Inoculação	24
3.2.4. Parâmetros avaliados	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da antracnose	26
4.2. Avaliação do efeito do período de molhamento foliar nos parâmetros monocíclicos da antracnose	33
4.3. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da mancha angular	39
4.4. Avaliação do efeito do período de molhamento foliar nos parâmetros monocíclicos da mancha angular	47
5. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

Figura n°		Página
1	Escala para avaliação do tamanho das lesões de mancha angular do feijoeiro (valores em mm ²) (Bassanezi, 1995)	20
2	Escala diagramática de severidade (porcentagem de área foliar afetada) da mancha angular do feijoeiro (Godoy et al., 1997)	22
3	Escala diagramática de severidade (porcentagem de área foliar afetada) da antracnose do feijoeiro (Carneiro et al., não publicado) ..	24
4	Severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições	29
5	Efeito da temperatura no período de incubação da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições	31
6	Severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, em diferentes períodos de molhamento foliar, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam o erro padrão da média	34
7	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, no cultivar Carioca	37
8	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, no cultivar Rosinha	38
9	Severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam erro padrão da média	41

10	Efeito da temperatura no período de incubação da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições	43
11	Taxa de crescimento das lesões (mm^2/hora) da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B)	46
12	Severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, em diferentes períodos de molhamento foliar, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam erro padrão da média	48
13	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, no cultivar Carioca	53
14	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, no cultivar Rosinha	54

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Equações e respectivos coeficientes de determinação (R^2), obtidos via regressões não-lineares, para ajuste dos dados de severidade da antracnose, em função do tempo, para cada uma das temperaturas testadas, para os cultivares Carioca e Rosinha	28
2	Equações e respectivos coeficientes de determinação (R^2), obtidos nas regressões não-lineares, para ajuste dos dados de severidade da mancha angular, em função do tempo em cada uma das temperaturas, para os cultivares Carioca e Rosinha	42

APÊNDICE

Apêndice n°		Página
1	Curvas de progresso dos dados de severidade da antracnose do feijoeiro no cultivar Carioca, nas temperaturas de 06, 10, 14, 17, 21, 25 e 29°C e 48, 42, 36 e 30 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada um dos períodos de molhamento foliar testados	76
2	Curvas de progresso dos dados de severidade da antracnose do feijoeiro no cultivar Rosinha, nas temperaturas de 06, 10, 14, 17, 21, 25 e 29°C e 48, 42, 36 e 30 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada um dos períodos de molhamento foliar testados	77
3	Curvas de progresso dos dados de severidade da mancha angular do feijoeiro nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B), nas temperaturas de 06, 10, 14, 17, 21, 25 e 29°C e 48, 42, 36 e 30 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada uma das temperaturas testadas	78
4	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, no cultivar Carioca	79
5	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (<i>C. lindemuthianum</i>) do feijoeiro, no cultivar Rosinha	80

6	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, no cultivar Carioca	81
7	Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (<i>P. griseola</i>) do feijoeiro, no cultivar Rosinhá	82

**QUANTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS MONOCÍCLICOS DA
ANTRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum*) E DA MANCHA
ANGULAR (*Phaeoisariopsis griseola*) DO FEIJOEIRO**

Autora: MARISTELLA DALLA PRIA

Orientador: PROF. DR. ARMANDO BERGAMIN FILHO

RESUMO

Foram realizados experimentos em ambiente controlado, em câmaras de crescimento, para duas doenças do feijoeiro, mancha angular e antracnose, em dois cultivares, Rosinha e Carioca, para a quantificação de parâmetros monocíclicos.

Os parâmetros monocíclicos avaliados foram: período de incubação, severidade da doença e taxa de crescimento das lesões, sob as temperaturas de 6, 10, 14, 17, 21, 25, 29 e 33°C. A antracnose não se desenvolveu nas temperaturas de 6 e 33°C e nenhum sintoma da mancha angular ocorreu em 6 e 29°C. A temperatura que mais favoreceu a antracnose foi 17°C e o menor período de incubação ocorreu a 29°C, para o cv. Rosinha, e 25°C para o cv. Carioca, sendo o ajuste obtido pela função Beta. Para a mancha angular, a severidade foi favorecida pela faixa de temperatura entre 20 e 25°C e o período de incubação foi favorecido pela temperatura de 25°C, para os dois cultivares testados. Esta temperatura também proporcionou a maior taxa de crescimento das lesões e estes dados foram ajustados por uma equação do primeiro grau.

O efeito do período de molhamento foliar (5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 e 54 horas) na severidade das doenças também foi estudado. Não houve incremento na severidade da antracnose do feijoeiro para períodos de molhamento superiores a 24 horas. Para a mancha angular do feijoeiro, ao contrário, a severidade aumentou com o aumento da duração do molhamento foliar até o máximo de 54 horas testadas. As variações de severidade da antracnose e mancha angular do feijoeiro, em relação ao

número de horas de molhamento foliar, foram explicadas pelo modelo de Richards. A função Beta-Richards explicou o efeito combinado da temperatura e duração do molhamento foliar na severidade da antracnose e mancha angular do feijoeiro para ambos os cultivares.

**QUANTIFICATION OF MONOCYCLIC PARAMETERS OF THE
ANTHRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum*) AND ANGULAR
LEAF SPOT (*Phaeoisariopsis griseola*) OF COMMON BEAN**

Author: MARISTELLA DALLA PRIA

Adviser: PROF. DR. ARMANDO BERGAMIN FILHO

SUMMARY

Monocyclic parameters of two bean diseases (angular leaf spot and anthracnose), were quantified on two bean cultivars (Rosinha and Carioca), in growth chambers.

Incubation period, disease severity and lesion growth rate were assessed, under the temperatures of 6, 10, 14, 17, 21, 25, 29 and 33°C. Anthracnose did not develop under the temperatures of 6 and 33°C and no angular leaf spot symptoms occurred at 6 and 29°C. Temperature that favoured best anthracnose was 17°C and shorter incubation period occurred at 29°C for the variety Rosinha, and 25°C for the variety Carioca. The curve adjustment was obtained by the Beta function. For the angular leaf spot, the severity was favoured by the temperature range 20 and 25°C and incubation period were favoured by the temperature of 25°C, for both varieties tested. This temperature also provided the greatest lesion growth rate and data were adjusted by a first grade equation.

The effect of the leaf wetness duration (5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 and 54 hours) in the diseases severity was studied as well. There was no increment in anthracnose severity of the bean for periods of wetness superior of 24 hours. For the angular leaf spot, however the severity increased with the wetness duration period to the maximum of 54 hours tested. The variations of anthracnose and angular leaf spot in

relation to the number of hours of leaf wetness were explained by the Richards model. The Beta-Richards function explained the combined effect of the temperature and leaf wetness duration in the severity of anthracnose and angular leaf spot, for both varieties.

1. INTRODUÇÃO

A epidemiologia é o “estudo de populações de patógenos em populações de hospedeiro, e da doença resultante desta interação sob a influência do ambiente, e a interferência humana” (Kranz, 1974). A descrição do processo de desenvolvimento e a quantificação das doenças de plantas é um dos principais objetivos da epidemiologia. Estudos epidemiológicos são baseados em experimentos de campo, experimentos em câmaras de crescimento sob condições controladas e modelos de simulação (Kranz, 1974; Aust & Kranz, 1988).

Uma epidemia pode ser estudada por meio de curvas de progresso da doença, que expressam a proporção de doença em função do tempo e podem ser construídas para qualquer patossistema. Com a análise das curvas de progresso da doença pode-se caracterizar parâmetros importantes, como a época do início da epidemia, a quantidade de inóculo inicial, a taxa de aumento da doença, as quantidades máximas e final de doença e a duração da epidemia.

Trabalhos realizados em ambiente controlado, em câmaras de crescimento, fornecem uma sólida base para o melhor entendimento do efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento das epidemias (Kranz & Hau, 1980). Dados obtidos em câmaras de crescimento fornecem uma idéia do que possivelmente ocorre no campo, mas podem não simular com exatidão o desenvolvimento da doença na natureza. Assim, da mesma forma que um modelo é uma representação simplificada da realidade, o ambiente controlado é uma representação simplificada do ambiente (Rotem, 1988).

Poucos dados estão disponíveis na literatura sobre o efeito dos fatores ambientais na curva de progresso da doença para os patossistemas mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) e antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura e do período de molhamento sobre os parâmetros monocíclicos da antracnose e da mancha angular, em plantas de feijoeiro mantidas sob condições de ambiente controlado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Antracnose

2.1.1. Importância

A antracnose, causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Lams.-Scrib., é considerada uma das doenças mais graves que atinge a cultura do feijoeiro no Brasil, uma vez que pode ocorrer em toda parte aérea da planta e ao encontrar condições favoráveis, causar grandes perdas na produção (Zambolim & Chaves, 1978). Esta doença é de distribuição ampla, já foi constatada em vários países da Europa, África, Ásia e América. No Brasil, ocorre nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Espírito Santo, Alagoas, Sergipe e Paraíba. Esta ampla abrangência deve-se ao uso de cultivares suscetíveis em regiões onde ocorrem temperaturas amenas, variando de 13 a 26°C, em determinadas épocas do ano, e alta umidade, podendo causar redução na produção de até 100%, principalmente quando sementes contaminadas são usadas para plantio e ocorrem períodos prolongados de condições favoráveis ao desenvolvimento da doença durante o ciclo da cultura (Resende, 1989; Schwartz, 1994). As perdas são maiores quanto mais precoce for o aparecimento da doença na lavoura. Além de diminuir o rendimento da cultura, a antracnose deprecia a qualidade do produto por ocasionar manchas no grãos, tornando-os indesejáveis para o consumo (Sartorato & Rava, 1994).

No Brasil, a doença está disseminada por diversas áreas produtoras, tornando-se ainda mais séria por ser transmitida pela semente, e os produtores em geral

não se preocupam em utilizar sementes sadias no plantio, além de raramente utilizarem o controle químico da doença. Por estas razões, o método de controle mais eficaz é o emprego de variedades resistentes (Zambolim et al., 1982; Resende, 1989).

A antracnose afeta plantas de feijão em todos os estádios de crescimento, atacando folhas, caule, ramos, vagens e sementes (Sherbakoff, 1917¹; Barrus, 1921²; citados por Kulik, 1984). Embora muitas plantas possam ser mortas pela antracnose, uma importante consequência de infecções não letais é o desenvolvimento de lesões nas vagens que depreciam o produto para comercialização e podem ocasionar maiores problemas durante o armazenamento das sementes (Townsend, 1939).

2.1.2. Etiologia

A antracnose é causada pelo fungo *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld & Scherenk f. sp. *phaseoli* Kimati (fase perfeita), pertencendo à subdivisão Ascomycotina e à ordem Polystigmatales. Mais comumente encontrado no feijão é o seu estado conidial *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Br. & Cav. (Zaumeyer & Thomas, 1957). O fungo é patogênico para muitas espécies de leguminosas, principalmente para o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), mas além deste, pode causar infecção em *Phaseolus acutifolius*; *Phaseolus coccineus* L.; *Phaseolus lunatus* L.; *Vigna unguiculata* (L.) e *Vicia faba* L. (Pastor-Corrales & Tu, 1989).

Em meio de cultura as hifas apresentam-se inicialmente hialinas a cinza, rapidamente escurecem, tornando-se enegrecidas com um micélio aéreo compacto na maturidade. O máximo crescimento em meio de cultura ocorre entre 22 a 24°C. O fungo desenvolve acérvulos em tecido infectado, onde são produzidos os conídios. Os acérvulos são alongados a arredondados, intraepidérmicos e subepidérmicos, podendo atingir 300µm de diâmetro. As setas são formadas nas bordas dos acérvulos ou em meio

¹ Sherbakoff, C.D. Some important disease of tuck crops in Florida. **Florida Agricultural Experimental Station Bulletin**, v. 139, p. 193-277, 1917.

² Barrus, M.F. Bean Anthracnose. **Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir**, v. 42, p. 97-209, 1921.

de cultura. Possuem coloração marrom e são septadas medindo 4-9 x 100µm. Os conídios são unicelulares, hialinos, cilíndricos, com ambas extremidades obtusas ou com uma delas estreita e truncada. A produção de conídios ocorre nos acérvulos, formando uma massa de coloração rósea. Os conidióforos são hialinos, eretos, sem ramificações e medem de 40 - 60µm de comprimento (Zaumeyer & Thomas, 1957; Chaves, 1980).

Desde 1911 é conhecida a existência de variação fisiológica em *C. lindemuthianum*. Barrus (1911) constatou que cultivares de feijoeiro comportavam-se de forma diferente quando inoculados com isolados de diferentes localidades, indicando a existência de duas raças, alfa e beta. A terceira raça, denominada gama, foi identificada por Burkholder (1923). Walker (1969) encontrou a quarta raça em material de feijoeiro comum proveniente da Carolina do Norte, EUA, denominada pelo autor de delta.

No México, em 1956, Yerkes & Ortiz (1956) relataram três novas raças, Mexicano I, II e III, utilizando-se de apenas três plantas indicadoras (Michelite, Dark Red Kidney e Perry Marrow) e duas classes de reação (resistente e suscetível), foi possível identificar um total de oito raças fisiológicas (2³). A última raça foi identificada no Brasil, sendo portanto denominada de Brasileiro I (Oliveira et al., 1973).

Em 1960, Mastenbroek (1960) verificou que o cultivar Cornell 49-242, originário da Venezuela, possuía o gene ARE, que conferia resistência a todas as raças até então conhecidas. No entanto, novas raças capazes de quebrar a resistência conferida pelo gene ARE foram citadas, inclusive a raça alfa-Brasil (Fouilloux, 1976), a raça capa, originária da Alemanha (Krueger et al., 1977), e a raça iota (Chaves, 1980).

Rava et al. (1994), estudando 118 isolados, determinaram 25 patótipos pertencentes aos grupos alfa, delta, gama, Mexicano I, Mexicano II e Brasileiro I. Um aspecto de grande importância para o Brasil foi a identificação de um patótipo (patótipo 585 - grupo alfa) que apresentou reação de compatibilidade com o cultivar TU (gene Mexicano 3), amplamente utilizado nos programas de melhoramento como fonte de resistência.

2.1.3. Epidemiologia

O patógeno sobrevive de uma estação para outra em restos culturais e pode ser disseminado pela semente e respingos de chuva. Os conídios que atingem a superfície das plantas podem germinar em 6-9 horas em condições ambientais favoráveis, formando um a quatro tubos germinativos e apressório. Este se prende à superfície do hospedeiro pela sua camada gelatinosa. A pressão mecânica exercida pelo apressório faz com que a penetração ocorra pela cutícula e epiderme. Hifas infectivas incham e crescem entre a parede celular e o protoplasto durante 2-4 dias sem causar danos aparentes às células do hospedeiro. Após vários dias as células da parede são degradadas enzimaticamente, levando ao surgimento de lesões aquosas que escurecem devido à alta concentração de taninos. O micélio se agrega dentro das lesões formando os acérvulos que rompem a cutícula do hospedeiro. Os conídios são formados dentro de uma matriz gelatinosa e servem como inóculo para infecções secundárias (Mordue, 1971).

A esporulação e a infecção do hospedeiro são favorecidas por temperaturas entre 13-27°C, com o ótimo em 17°C. Umidade relativa superior a 92% ou água livre é necessária para a germinação de conídios, incubação e subsequente esporulação (Walker, 1959; Vieira, 1967; Crispín et al., 1976). Temperaturas superiores a 30°C e inferiores a 13°C limitam tanto a infecção quanto o desenvolvimento do fungo. Chuvas moderadas a intervalos freqüentes, principalmente se acompanhadas de vento e de respingos são essenciais para a disseminação a curta distância e desenvolvimento de severas epidemias (Rahe & Kuc, 1970; Crispín et al., 1976).

2.1.4. Sintomatologia

A doença pode afetar toda a parte aérea do feijoeiro. Durante a germinação, sementes infectadas produzem lesões escuras nos cotilédones e hipocótilo

podendo causar podridão de colo da planta (Mohan et al., 1989). Em caules mais velhos as lesões chegam a atingir 5-7 mm de comprimento.

As lesões ocorrem com maior frequência nos pecíolos, na superfície inferior das folhas e nas nervuras. As lesões características marrom escuras ou pardas são observadas ao longo das nervuras da face inferior da folha. A infecção atinge tanto as nervuras principais como as secundárias. Em casos de infecção severa, formam-se manchas necrosadas no limbo foliar adjacente às nervuras, chegando a atingir a superfície superior das folhas. No pecíolo e caule as lesões são alongadas e deprimidas (Zaumeyer & Thomas, 1957; Vieira, 1967; Crispín et al., 1976; Mohan et al., 1989).

Nas vagens, as manchas são arredondadas, deprimidas pardo-escuras, circundadas por bordos salientes pardo-avermelhados. Quando as condições ambientais são favoráveis, forma-se uma massa de esporos de coloração rosada no centro das lesões. Vagens novas chegam a murchar e secar se a infecção for severa. A partir das vagens o fungo pode atingir os cotilédones e o tegumento da semente em desenvolvimento. As sementes infectadas apresentam-se frequentemente descoloridas e com lesões na forma de cancos, ligeiramente deprimidos (Balmer & Galli, 1978; Mohan et al., 1989). A esporulação pode ocorrer em lesões nos pecíolos, nervuras principais e vagens. O centro destas lesões torna-se descolorido e durante períodos de baixa temperatura e alta umidade os conídios são produzidos numa matriz gelatinosa que escurece quando seca.

2.1.5. Controle

O uso de sementes livres do patógeno é uma das práticas culturais mais importantes para o controle dessa doença. Várias são as maneiras de se obter sementes saudáveis. Essas podem ser produzidas em áreas de clima semi-árido, desfavorável à antracnose. Outra forma de obtenção de sementes de boa qualidade é através do tratamento químico com benomyl ou tiofanato metílico (Mackei et al., 1945; Yerkes & Crispín, 1955; Zaumeyer & Thomas, 1957; Zambolim & Chaves, 1978; Chaves, 1980).

A rotação de culturas com plantas não-hospedeiras por 2-3 anos, como cereais e milho, pode reduzir a quantidade de inóculo inicial de restos culturais infectados (Zaumeyer & Thomas, 1957). O tratamento da parte aérea pode ser realizado, se necessário, com produtos como tiofanato metílico + chlorothalonil, trifenil hidróxido de estanho, trifenil acetato de estanho, chlorothalonil e benomyl (Kimati et al., 1997).

O uso de variedades resistentes é uma medida que auxilia no controle da antracnose, pois o patógeno é extremamente variável na sua patogenicidade. Deve-se levar em consideração a durabilidade da resistência do cultivar, pois esta dependerá de medidas complementares que reduzam a pressão de seleção no patógeno (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994).

2.2. Mancha angular

2.2.1. Importância

A mancha angular do feijoeiro está amplamente distribuída e pode causar sérios danos (Townsend, 1939; Barros et al., 1958; Singh & Saini, 1980). Durante muito tempo essa doença foi considerada secundária devido o seu aparecimento tardio nas plantações e por acreditar-se que causava poucos danos à cultura em termos de produção (Paradela Filho, 1972; Viera, 1974). No entanto, a partir dos últimos anos, passou a ser considerada entre as principais doenças desta leguminosa, sendo a ela atribuídas as perdas de muitas lavouras. As razões para essa mudança são ainda desconhecidas, acreditando-se que o plantio de materiais suscetíveis aliados a um ambiente favorável tenham proporcionado condições ideais ao seu desenvolvimento (Sartorato, 1989).

2.2.2. Etiologia

A mancha angular é causada por *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris [Sin. *Isariopsis griseola* (Sacc.)]. Os conidióforos são produzidos em sinêmios de 8-40µm. Os seus conídios são de coloração cinza, levemente curvados, medindo 3-8 x 43-68µm, possuindo de um a seis septos. A esporulação ocorre numa faixa de temperatura de 16-26°C. O patógeno exhibe patogenicidade variável e já foram identificados 14 patótipos. O fungo é capaz de infectar várias culturas, incluindo o feijão comum, feijão lima, ervilha, “cowpea”, *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi e *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi (Llanos, 1957; Ferraz, 1980).

2.2.3. Epidemiologia

A fonte de inóculo primário do patógeno inclui sementes contaminadas e restos de plantas infectadas. Em ambos os casos, os esporos produzidos são disseminados para as folhas pela ação do vento, respingos de chuva, ou ambos. Os conídios germinam na superfície foliar e as hifas penetram através dos estômatos crescendo entre as células do parênquima foliar. Nove dias após a infecção, o patógeno coloniza extensivamente o parênquima foliar formando lesões necróticas. O desenvolvimento de estroma nas cavidades subestomáticas ocorre após 9-12 dias. A esporulação ocorre em condições de alta umidade. Os esporos, após disseminação, são responsáveis pelo desenvolvimento do ciclo secundário da doença. A infecção e a doença são favorecidas por temperaturas entre 16 a 28°C, o desenvolvimento máximo ocorre a 24°C e a infecção é limitada a 32°C (Cardona-Alvarez & Walker, 1956). Importante também para o desenvolvimento de epidemias são períodos de alta umidade relativa, suficientemente longos (24 a 48 horas), alternados por períodos de baixa umidade e ação de ventos. Além desses fatores, o desenvolvimento de epidemias é influenciado pelo sistema de cultivo. Plantas inoculadas mantidas em câmara úmida por no mínimo três horas tomam-se infectadas. No entanto, um aumento na duração do

período de câmara úmida para 24 horas proporciona um aumento médio de 20 vezes no número de lesões por planta (Kulik, 1984).

As sementes podem apresentar contaminação externa ou interna. Contaminações externas em sementes de “red kidney” estão associadas ao desenvolvimento do fungo apenas na região do hilo, quando essas estão localizadas abaixo das lesões das vagens (Dhingra & Kushalappa, 1980). Em outros tipos de feijões, o desenvolvimento do patógeno pode ser tanto no hilo como em outras regiões. O nível de infecção de *P. griseola* nas sementes varia entre os cultivares e a sua viabilidade diminui com o tempo.

2.2.4. Sintomatologia

Os sintomas no campo geralmente são observados logo após o florescimento ou quando as plantas atingem a maturidade. Os danos na cultura são resultantes da desfolha precoce ocasionada pela doença.

A doença ocorre de forma generalizada em folhas, vagens e hastes. No entanto, é mais facilmente identificada nas folhas. Nas folhas primárias, as lesões são geralmente circulares, de coloração castanha ou marrom-avermelhada. Nas folhas trifolioladas, as lesões ocorrem na superfície inferior, são pequenas e angulares, de coloração cinza, delimitadas pelas nervuras (Zaumeier & Thomas, 1957). As lesões escurecem com a idade, mas não apresentam bordos de coloração diferente, como ocorre em outras doenças. Nos ramos e pecíolos são alongadas e escuras. A infecção nas vagens inicialmente forma lesões superficiais com bordos enegrecidos e no centro apresentam coloração avermelhada. As manchas são ovaladas a circulares, normalmente superficiais e de coloração café-avermelhada, apresentando bordos escuros. No centro das lesões das folhas e vagens formam-se os sinêmios onde os conídios são produzidos. A infecção nas vagens é menos freqüente do que nas folhas. Infecções severas podem ocasionar desfolha, resultando em perdas significativas para a cultura (Kulik, 1984).

2.2.5. Controle

Existem várias maneiras de controlar a mancha angular: práticas culturais, controle químico e uso de variedades resistentes. O método de controle através de variedades resistentes é o mais econômico para os agricultores. No entanto, o uso de resistência vertical deve ser usado com cautela devido à grande variabilidade patogênica apresentada pelo fungo (Wolfe, 1985; Sartorato & Rava, 1994). A utilização de misturas de hospedeiros, mistura de variedades e multilinhas pode restringir consideravelmente a disseminação do patógeno e conseqüentemente a severidade da doença, pois fornece componentes com diferentes resistências (Wolfe, 1985; Pyndji & Trutmann, 1992). A mistura de materiais geneticamente diferentes não é utilizada no Brasil para o controle da mancha angular do feijoeiro.

A utilização de sementes sadias deve ser recomendada para evitar que se introduzam novos patótipos em locais ainda isentos (Dhingra & Kushalappa, 1980). A sanidade das sementes pode ser obtida pelo tratamento químico com benomyl.

A rotação de culturas deve ser utilizada onde for possível, por um período de 2 anos entre cultivos, para que os resíduos de tecidos infectados sejam decompostos. Restos culturais infectados devem ser enterrados e destruídos pela aração ou outros meios (Saettler, 1994).

Pulverizações foliares devem ser realizadas quando aparecerem os primeiros sintomas e as condições ambientais forem favoráveis para o desenvolvimento do patógeno. Alguns princípios ativos recomendados para o controle da mancha angular são: chorothalonil, hidróxido de cobre, mancozeb, oxicloreto de cobre, tiofanato metílico e as misturas, oxicloreto de cobre + mancozeb e tiofanato metílico + chorothalonil (Rava & Sartorato, 1994).

2.3. Quantificação de parâmetros monocíclicos

A curva de progresso da doença, geralmente expressa a proporção de doença em função do tempo, é a melhor representação de uma epidemia. A análise da curva de progresso da doença teve sua origem no trabalho de Vanderplank (1963), e através dela podem ser caracterizadas interações entre patógenos, hospedeiro e ambiente, avaliadas estratégias de controle, previstos níveis futuros de doença e verificados simuladores (Bergamin Filho, 1995).

Através dela, também, podem ser caracterizados parâmetros importantes, como a época de início da epidemia, a quantidade de inóculo inicial (x_0), a taxa de aumento da doença (R), a forma da curva de progresso da doença, a área sob a curva de progresso da doença, as quantidades máxima (x_{max}) e final (x_f) de doença e a duração da epidemia (Bergamin Filho, 1995).

O emprego do modelo logístico tem sido utilizado para estudar o comportamento de doenças de juro compostos, cujos patógenos movimentam-se entre plantas (ou lesões) e o modelo monomolecular para analisar o comportamento de doenças de juro simples, cujos patógenos não se movimentam entre plantas (ou lesões), ambos os casos considerando um mesmo ciclo de cultivo do hospedeiro. A classificação de doenças como sendo de juro simples ou juro compostos é função de características biológicas e não matemático-estatísticas e o uso de determinado modelo matemático para análise de curvas de progresso da doença é função de um ajuste apropriado entre o modelo e os dados (Pfender, 1982; Campbell & Madden, 1990).

Além dos modelos monomolecular e logístico e de seus antecessores mais simples, os modelos linear e exponencial, existem outros que em determinadas situações aproximam-se mais dos dados experimentais possibilitando, assim, conclusões, inferências e previsões mais acuradas.

Uma epidemia foi definida por Teng & Zadoks (1980) como um sistema dinâmico que se desenvolve de acordo com as condições do ambiente, patógeno e hospedeiro, sob a influência do homem. Para o entendimento da doença no campo ou

para a construção de modelos de simulação de epidemias faz-se necessário o estudo dos fatores que afetam a taxa de desenvolvimento do patógeno (Teng et al., 1977; Imhoff et al., 1981, 1982). O ambiente pode influenciar o progresso de doenças afetando o patógeno no seu processo de sobrevivência, esporulação e dispersão; atuar sobre o hospedeiro, nos mecanismos de defesa da planta ou no seu crescimento (Colhoum, 1973), e ainda agir sobre a interação entre patógeno e hospedeiro, nos processos de infecção, colonização e reprodução. Dentre os fatores ambientais, a temperatura e umidade são os que mais influenciam o desenvolvimento das doenças.

Parlevliet (1979) definiu os parâmetros monocíclicos mais utilizados nos estudos epidemiológicos:

- Período de incubação é o período de tempo compreendido entre a inoculação e o aparecimento dos sintomas.
- Período latente é o período de tempo entre a inoculação e a produção de esporos.
- Frequência de infecção é o número de lesões produzidas por unidade de área, a partir de uma concentração conhecida de inóculo.
- A esporulação é considerada por este autor como o número de esporos produzidos por unidade de área de tecido afetado e/ou por unidade de tempo.

A quantificação dos parâmetros período de incubação e período latente tem sido feita, de uma maneira prática, considerando-se o período de tempo entre a inoculação e o aparecimento de 50% dos sintomas ou lesões esporulantes, respectivamente (Parlevliet, 1975; Mehta & Igarashi, 1979; Mendes & Bergamin Filho, 1986).

Quanto maiores os períodos de incubação e latente e quanto menor a frequência de infecção, menor será o número de ciclos do patógeno sobre seu hospedeiro. Conseqüentemente, menor será a severidade final da doença (Vanderplank, 1963; Parlevliet, 1975). Assim, determinando-se o efeito do ambiente sobre os parâmetros monocíclicos do patossistema, pode-se inferir sobre as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de epidemias (Martins, 1994).

2.3.1. Temperatura

A temperatura é o fator ambiental mais estudado em relação à ocorrência e ao desenvolvimento de muitas doenças, podendo afetar o patógeno, o hospedeiro e a interação patógeno-hospedeiro (Kassnis, 1957; Colhoum, 1973; Nelson, 1976; Rotem, 1978; Shaner, 1981; Leath et al., 1987; Takur et al., 1989).

A temperatura tem papel limitante nas fases de germinação, crescimento do tubo germinativo, formação do apressório e penetração, pois temperaturas abaixo e acima de valores mínimos e máximos requeridos para a infecção evitam o estabelecimento do patógeno. Assim, temperaturas acima de 27°C não permitem a germinação de um grande número de fungos fitopatogênicos (Castor et al., 1977; Allen et al., 1982; Alderman & Beute, 1986). A melhor temperatura para germinação de esporos nem sempre é a mesma para a colonização e expressão de sintomas.

A influência da temperatura na quantificação dos parâmetros monocíclicos de resistência como período latente, frequência de infecção, período infeccioso e produção de esporos tem sido estudada em diversos sistemas patógeno-hospedeiro, já que esses dados são de grande utilidade na construção de modelos de simulação de epidemias (Zadoks & Schein, 1979). Teng & Close (1978), observaram que aumentando-se a temperatura de 10 para 20°C, ocorre uma diminuição no valor do período latente de, aproximadamente, dois dias para *Puccinia hordei*. Isso também foi constatado para outros patógenos, *Venturia inaequalis* (Tormelin & Jones, 1983); *A. helianthi* (Allen et al., 1982); *Septoria nodorum* (Shearer & Zadoks, 1972³; Aust & Hau, 1981⁴; citados por Mendes, 1987); *Puccinia recondita tritici* (Tormelin et al., 1983) e *Puccinia striiformis* (McGregor & Manners, 1985). É interessante notar que temperaturas abaixo do mínimo requerido para o desenvolvimento do patógeno normalmente fazem com que o período latente se prolongue o que pode ser interpretado,

³ SHEARER, B.L.; ZADOKS, J.C. The latent period of *Septoria nodorum* in wheat. I. The effect of temperature and moisture treatment under controlled conditions. **Journal of Plant Pathology**, v. 78, p. 231-41, 1972.

epidemiologicamente, como um fator de sobrevivência do microrganismo (Zadoks & Schein, 1979).

2.3.2. Período de molhamento

O período de molhamento refere-se ao período de tempo durante o qual chuva ou orvalho permanecem sobre a parte aérea da planta (Sutton et al., 1984). A ocorrência de água sobre a superfície das plantas constitui-se em importante fator no desenvolvimento de doenças.

A importância relativa do orvalho para o período de molhamento é acentuada, principalmente quando a precipitação não é freqüente e a quantidade de água livre permanece sobre as superfícies vegetais durante um tempo relativamente curto (Crowe et al., 1978).

Além da influência que o orvalho exerce sobre o desenvolvimento das doenças de plantas, a presença de água livre pode reduzir a transpiração das plantas durante as primeiras horas da manhã e contribuir para restabelecer o turgor das plantas (Slatyer, 1960; Amador, 1987). A presença de orvalho é de grande importância na ocorrência de doenças, pois a maioria dos patógenos necessita de água livre na superfície foliar para a germinação e penetração no hospedeiro (Zadoks & Schein, 1979). A presença ou ausência do orvalho pode permitir ou paralisar o desenvolvimento da cadeia de infecção numa dessas fases (Massie et al., 1973; Zadoks & Schein, 1979; Grove et al., 1985a; 1985b; Royle & Butler, 1986).

Fundamentalmente, a importância do orvalho relaciona-se à ocorrência de doenças de plantas e a avaliação do período de molhamento constitui-se num meio de determinação do potencial de infecção de certas doenças (Howard & Gillespie, 1985). Vários sistemas de alerta e de previsão de doenças de plantas utilizam a duração do período de molhamento, entre outras variáveis, para estabelecer os níveis de severidade

⁴ Aust, H.J.; Hau, B. Einflub kompensatorischer auf die dauer der latenzzeit von *Septoria nodorum*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, v. 88, p. 594-599, 1981.

de doenças, a exemplo do míldio da videira, da requeima da batatinha, da sarna da macieira e da requeima do tomateiro (Pennyparker & Stevenson, 1982).

Estudos realizados em Israel, onde o orvalho, complementado com água de irrigação, é a principal forma de umidade na cultura, mostram que certos fungos fitopatogênicos, que normalmente necessitam de um período longo de orvalho para que ocorra a germinação de conídios e infecção do hospedeiro, adaptaram-se às condições de poucas horas de orvalho da região, fazendo com que os esporos que se encontram na fase de germinação resistam a um período seco e continuem a germinar no próximo período de molhamento (Bashi & Rotem, 1974; Bashi et al., 1983).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da antracnose e da mancha angular

3.1.1. Hospedeiro

Nos ensaios foram utilizados dois cultivares de feijão, Rosinha (altamente suscetível à antracnose e à mancha angular) e Carioca (moderadamente suscetível à antracnose e à mancha angular) (Rava & Sartorato, 1994). Os dois cultivares foram semeados em vasos de alumínio contendo 2,5 litros de solo esterilizado, mantidos em casa de vegetação. Cinco dias após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste mantendo-se duas plantas por vaso. Quarenta e oito horas antes da inoculação, os vasos foram transferidos para câmaras de crescimento (marca CONVIRON modelo E7), com temperatura e fotoperíodo previamente regulados, para aclimação das plantas.

3.1.2. Obtenção e preparo do inóculo

O isolamento dos patógenos foi a partir de plantas doentes. O isolamento de *P. griseola* foi realizado diretamente das lesões de mancha angular em folhas de feijoeiro, cultivar Carioca, do campo experimental do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP. Os conídios foram retirados das lesões com o auxílio de um estilete esterilizado e transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura ágar-água 2% (20 g de ágar + 1000 ml de água destilada). As placas permaneceram incubadas a 22°C ±

2, no escuro. Após crescimento, o fungo foi transferido para placas de Petri com meio de suco de tomate - MSTO (200 ml de suco de tomate integral + 20 g de ágar + 4,5 g de carbonato de cálcio + 800 ml de água destilada) para multiplicação e produção de inóculo (Dalla Pria et al., 1997).

A suspensão de conídios de *P. griseola* foi obtida de culturas incubadas por um período de 20 dias, mantidas a $22^{\circ}\text{C} \pm 2$, no escuro. As placas com as colônias fúngicas foram lavadas com água destilada, acrescida de Tween 20 (1 gota para cada 100 ml), com o auxílio de um pincel de cerdas macias, para auxiliar na liberação dos conídios. A suspensão de esporos obtida foi calibrada para $1,5 \times 10^5$ conídios/ml, pré-estabelecidas por meio de testes preliminares.

Para *C. lindemuthianum*, o isolamento foi indireto, retirando-se fragmentos de tecido vegetal da região de interseção entre tecido doente e tecido sadio provenientes de lesões de antracnose em folhas de feijoeiro, cultivar Carioca, do campo experimental do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP. Os fragmentos foram desinfestados superficialmente em álcool 70% durante um minuto e hipoclorito de sódio (1:3) durante três minutos, sendo então plaqueados em meio de cultura batata-dextrose-ágar - BDA (200 g de batata + 20 g de dextrose + 20 g de ágar + 1000 ml de água destilada). As placas foram mantidas a $20^{\circ}\text{C} \pm 2$, no escuro. Após três dias, as colônias formadas foram transferidas para tubos de ensaio contendo o meio de vagem inteira - MVI (vagens com as extremidades cortadas foram colocadas em tubos de ensaio onde acrescentou-se 5ml de ágar água 2% - 20 g de ágar para 1000 ml de água destilada) (Dalla Pria et al., 1997). Os tubos com as culturas fúngicas foram incubados por 15 dias a temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 2$, no escuro. Preparou-se a suspensão de conídios de acordo com a metodologia descrita acima para *P. griseola* e a concentração da suspensão de esporos foi calibrada para $2,0 \times 10^6$ conídios/ml, pré-estabelecidas por meio de testes preliminares.

Periodicamente, os patógenos foram reisolados das plantas doentes utilizadas nos ensaios, para garantir a preservação da sua patogenicidade, uma vez que esta pode ser perdida após sucessivas repicagens para meio de cultura (Nelson, 1976).

3.1.3. Inoculação

As plantas foram inoculadas quando a primeira folha trifoliolada encontrava-se completamente expandida, aproximadamente 20 dias após o plantio.

A superfície superior e a inferior das duas primeiras folhas trifolioladas foram atomizadas com a suspensão de inóculo até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as plantas permaneceram em câmara úmida (armação de arame e cobertura de saco plástico umedecido, em cada vaso), dentro de câmaras de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas de luz. Plantas do tratamento testemunha foram atomizadas com água destilada + Tween 20 (1 gota para cada 100 ml de água). As temperaturas avaliadas nesse ensaio foram: 6, 10, 14, 17, 21, 25, 29 e 33°C, e os períodos de molhamento foliar utilizados foram: 48, 42, 36 e 30 horas, para a antracnose e 48 horas para a mancha angular (Bassanezi, 1995).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado para as duas doenças, e para a mancha angular, o esquema fatorial, com dois fatores (temperatura e umidade), com 4 repetições. Cada parcela experimental era constituída de um vaso, com duas plantas, onde duas folhas trifolioladas por planta foram avaliadas.

3.1.4. Parâmetros avaliados

Para a mancha angular de feijoeiro foram avaliadas as seguintes variáveis: tamanho médio das manchas, por meio de escala de tamanho de lesões (Bassanezi, 1995 - Figura 1) severidade (porcentagem de tecido foliar atacado) da doença, por meio de escala diagramática (Godoy et al., 1997 - Figura 2), frequência de infecção (número de lesões/mm²) e maior largura do folíolo central, para cálculo da área foliar total (Iamauti, 1995). As avaliações iniciaram quando surgiram os primeiros sintomas, em intervalos de 12 ou 24 horas, dependendo da velocidade de crescimento da doença, e finalizaram quando a porcentagem de tecido atacado estabilizou.

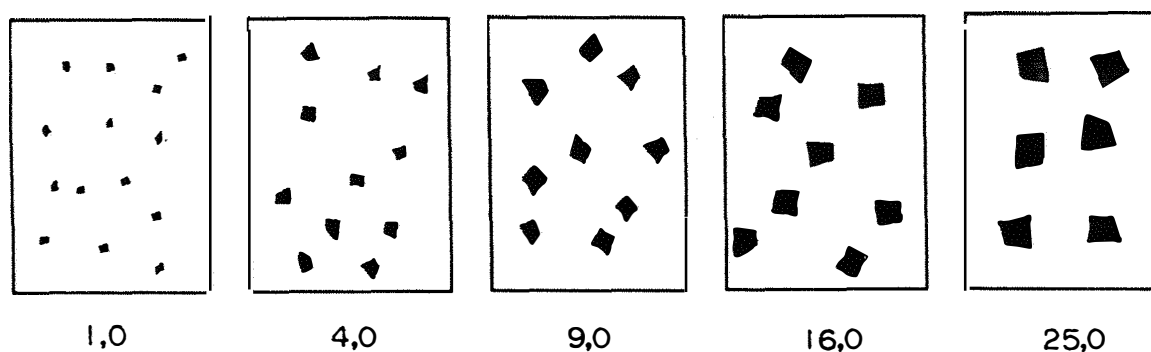


Figura 01. Escala para avaliação do tamanho das lesões de mancha angular do feijoeiro (valores em mm²) (Bassanezi, 1995).

Com a média dos dados de severidade para cada uma das temperaturas testadas foram estabelecidas as curvas de progresso da doença, considerando-se a porcentagem de tecido doente em função de dias após a inoculação. As curvas foram ajustadas através de regressão não-linear utilizando-se o modelo de Richards:

$$(Y=K*(1-(\beta)EXP(-R*X))^{1/(1-M)}), \text{ quando } M < 1$$

$$(Y=K*(1+(\beta)EXP(-R*X))^{1/(1-M)}), \text{ quando } M > 1$$

onde Y é a severidade da doença, X é o tempo, K representa a assíntota do modelo, β representa a constante de integração, R a taxa de progresso da doença e M é o parâmetro que representa a forma da curva (Schuh & Adamowicz, 1993). Para o ajuste dos dados foi utilizado o programa STATISTICA for Windows versão 4.5 (StatSoft, Tulsa, EUA). Com os parâmetros calculados e valores das assíntotas determinadas (K), foi possível obter um gráfico da severidade da mancha angular em função das temperaturas. Os pontos foram ajustados por meio de regressão não-linear, usando-se a função Beta generalizada,

$$Y=B_1*((X-B_2)^{B_4})*((B_3-X)^{B_5})$$

os parâmetros B_2 e B_3 representam a temperatura mínima e máxima, respectivamente, Y representa a severidade, X representa a temperatura, os parâmetros B_1 , B_4 e B_5 são

parâmetros do próprio modelo e não possuem significado biológico. Para o ajuste dos dados de temperatura para a antracnose foi necessário fixar os valores de B_2 (temperatura mínima) em 6°C e B_3 (temperatura máxima) em 33°C , uma vez que nestas temperaturas não foram constatados quaisquer sintomas da doença.

Ainda com base nas equações ajustadas para cada uma das temperaturas testadas foi possível calcular o período de incubação. O período de incubação foi considerado como o período de tempo compreendido entre a inoculação e o aparecimento de 50% dos sintomas, isto é, o tempo para que a severidade se iguale a $K/2$, estimada para cada uma das temperaturas testadas por meio do modelo de Richards. O período de latência não foi calculado pois a baixa umidade relativa no interior das câmaras de crescimento não permite que ocorra esporulação do fungo.

Com os dados referentes ao tamanho das manchas para cada uma das temperaturas testadas, foram construídas curvas de progresso da doença. O ajuste dos dados também foi obtido pelo modelo de Richards. Os valores de R (taxa de aumento) não podem ter seus valores comparados diretamente caso tenham sido estimados com diferentes valores do parâmetro M , responsável pela forma da curva (Campbell & Madden, 1990; Bergamin Filho & Amorim, 1996). Como os valores do parâmetro M (forma da curva) obtidos nas equações apresentaram pequenas diferenças, foi calculada a média deste parâmetro. O valor médio encontrado foi fixado e utilizado para recalculas as curvas de progresso da doença para cada uma das temperaturas obtendo-se novos valores para cada um dos parâmetros do modelo de Richards. Com os novos valores obtidos para o parâmetro R , foi possível construir um gráfico onde se obteve a taxa de crescimento das lesões em mm^2 por hora em função de cada temperatura. Os pontos foram ajustados por meio de equação do primeiro grau ($Y=a+b*X$), onde Y representa a taxa de crescimento das lesões (mm^2/hora) e X representa a temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

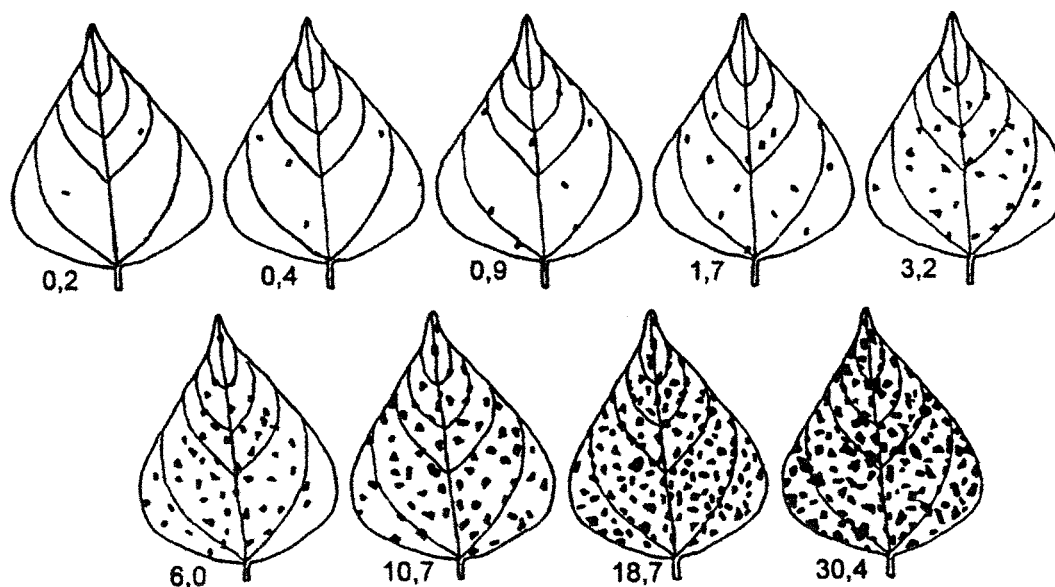


Figura 02. Escala diagramática de severidade (porcentagem de área foliar afetada) da mancha angular do feijoeiro (Godoy et al., 1997).

Nos experimentos com *C. lindemuthianum* avaliou-se a severidade da doença por meio de escala diagramática (Carneiro et al., não publicado⁵ - Figura 3). Com a média dos dados de severidade das quatro repetições, foram obtidas as curvas de progresso da doença para cada uma das temperaturas testadas em função de dias após a inoculação. O modelo utilizado também foi o modelo de Richards, possibilitando a obtenção da função da severidade para as diferentes temperaturas testadas. A partir das curvas de progresso da doença e dos valores das assíntotas (K) determinados para cada uma das temperaturas foi calculado o período de incubação, o tempo para que a severidade se iguale a $K/2$.

⁵CARNEIRO, S.M.T.P.G.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Escala diagramática para antracnose do feijoeiro. (não publicado).

3.2. Avaliação do efeito do período de molhamento foliar nos parâmetros monocíclicos da antracnose e da mancha angular

Após o estabelecimento da temperatura ótima para o desenvolvimento das doenças, foram realizados ensaios para determinação do efeito da duração do período de molhamento foliar sobre os parâmetros monocíclicos da antracnose e mancha angular do feijoeiro. Os períodos de câmara úmida testados foram: 5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 e 54 horas, sob temperatura constante de 21°C para a antracnose e para a mancha angular.

3.2.1. Hospedeiro

Os dois cultivares foram semeados em vasos de alumínio contendo 2,5 litros de solo esterilizado, mantidos em casa de vegetação. Cinco dias após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste mantendo-se duas plantas por vaso. Quarenta e oito horas antes da inoculação, os vasos foram transferidos para câmaras de crescimento (marca CONVIRON modelo E7), com temperatura e fotoperíodo previamente regulados, para aclimação das plantas.

3.2.2. Obtenção e preparo do inóculo

Os isolados utilizados para os experimentos foram os mesmos utilizados nos ensaios com diferentes temperaturas.

A suspensão de conídios de *P. griseola* foi obtida de culturas multiplicadas em meio MSTO, incubadas por um período de 20 dias a 22°C ± 2, no escuro e a suspensão de *C. lindemuthianum*, foi obtida de culturas crescendo em meio MVI, incubadas por um período de 15 dias a 20°C ± 2, no escuro. Os inóculos foram preparados como descrito no item 3.1.2.

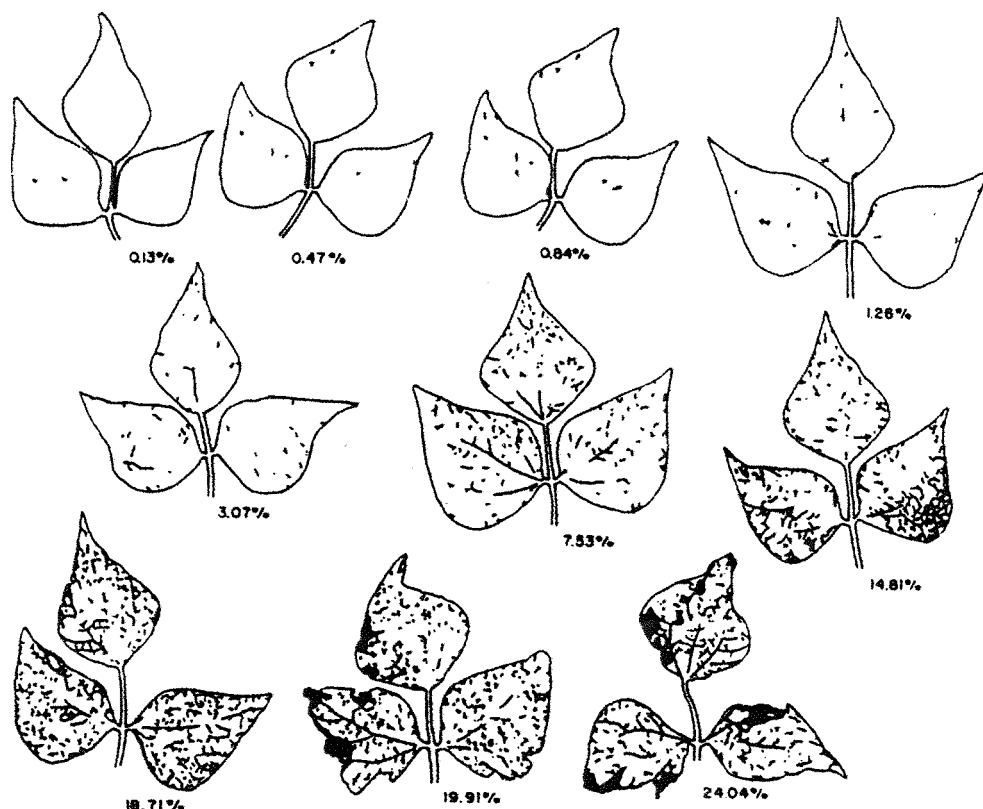


Figura 03. Escala diagramática de severidade (porcentagem de área foliar afetada) da antracnose do feijoeiro (Carneiro et al., não publicado).

3.2.3. Inoculação

As plantas foram inoculadas quando a primeira folha trifoliolada encontrava-se completamente expandida, aproximadamente 20 dias após o plantio.

A superfície superior e a inferior das duas primeiras folhas trifolioladas foram atomizadas com a suspensão de inóculo até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as plantas permaneceram em câmara úmida (armação de arame e cobertura de saco plástico umedecido, em cada vaso), em câmaras de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas de luz. Plantas do tratamento testemunha foram atomizadas com água destilada + Tween 20 (1 gota para cada 100 ml de água).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições. Cada parcela experimental era constituída de um vaso, com duas plantas, onde foram avaliadas duas folhas trifolioladas por planta.

3.2.4. Parâmetros avaliados

Avaliou-se a severidade da mancha angular e da antracnose por meio de escalas diagramáticas (Figuras 2 e 3). As observações foram realizadas diariamente até o surgimento dos primeiros sintomas, a partir daí, as avaliações seguiram a intervalos de 12 ou 24 horas, dependendo da velocidade de crescimento da doença, e finalizaram quando a porcentagem de tecido atacado não apresentava aumento. Avaliou-se também a maior largura do folíolo central para o cálculo da área foliar total (Iamauti, 1995). Também determinou-se o número de manchas por folha, para o cálculo da frequência de infecção. Estes dados não foram utilizados, pois devido ao grande número de lesões/mm² houve coalescência das manchas não sendo possível realizar sua contagem.

Com a média dos dados de severidade para cada um dos períodos de molhamento foliar testados foram estabelecidas as curvas de progresso da doença, considerando-se a porcentagem de tecido doente em função de dias após a inoculação. As curvas foram ajustadas por meio de regressão não-linear, utilizando-se o modelo de Richards. Com os dados obtidos foi possível elaborar um gráfico da severidade das doenças em função da duração do molhamento foliar. Para ajuste dos pontos foi utilizado o modelo de Richards.

O efeito combinado da temperatura e da duração do molhamento foliar na severidade das doenças foi descrito pelo modelo Beta-Richards:

$$Z=B_1*((X-B_2)**B_4)*((B_3-X)**B_5*(1\pm(\beta)EXP(-B_6*Y))**B_7$$

e possibilitou o cálculo da superfície resposta. Os parâmetros foram ajustados por meio de regressão não-linear dos dados, com auxílio do programa Statistica (StatSoft, Tulsa, EUA) onde : Z = severidade da doença (%), X = temperatura (°C), Y = duração do molhamento foliar (horas), β = constante de integração, B₂ = temperatura mínima, B₃ = temperatura máxima, B₇ = forma da curva, B₁, B₄, B₅ e B₆ = parâmetros do modelo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da antracnose

A temperatura mostrou grande influência sobre a severidade e sobre o período de incubação da antracnose do feijoeiro. As equações que apresentaram melhor ajuste para os dados de severidade da antracnose em função da temperatura, com os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 1.

O efeito da temperatura sobre a severidade da antracnose do feijoeiro foi explicado pela função Beta generalizada com coeficiente de determinação de 0,93 para o cultivar Carioca (Figura 4A) e 0,77 para o cultivar Rosinha (Figura 4B). A função Beta generalizada é citada por Hau & Kranz (1990) como sendo útil para explicar o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de doenças de plantas. Esta função também foi utilizada por Bacchi (1993) para ajuste do período latente e frequência de infecção para a ferrugem do feijoeiro (*Uromyces appendiculatus*), em função da temperatura. Através do ajuste dos dados os dois cultivares testados tiveram comportamento semelhante em relação à temperatura, ficando o ótimo a 17°C (Figura 4).

A temperatura mínima para o desenvolvimento da antracnose ficou entre 6 e 10°C para os dois cultivares, e a máxima entre 29 e 33°C, pois não foram constatados quaisquer sintomas da doença nas temperaturas de 6 e 33°C.

Trabalhos executados com outras espécies de *Colletotrichum* demonstraram resultados semelhantes. Dillard (1988), em estudos realizados *in vitro*, constatou que a máxima germinação de conídios de *Colletotrichum coccodes* ocorreu a 22°C não havendo germinação a 7°C. Menos de 70% dos conídios germinaram na

temperatura de 10 ou 31°C.

A temperatura ótima encontrada por Monroe et al. (1997) para a infecção de *Colletotrichum orbiculare* em melancia, ficou entre 21 e 24°C, um pouco acima da encontrada para *C. lindemuthianum*, que ficou em 17°C. Estes autores também verificaram que a intensidade de doença foi elevada na temperatura de 21°C e que nas temperaturas mais baixas (12 e 15°C) e na temperatura mais alta 30°C, a quantidade de tecido infectado foi mínima.

Gardner & Gilbert (1921) verificaram que a antracnose da melancia não foi problema em temperaturas superiores a 30°C, resultado semelhante ao encontrado para *C. lindemuthianum*, onde nenhum sintoma da doença foi detectado em temperatura superior a 29°C.

Rahe & Kuc (1970) e Rahe (1973) mostraram que a ausência de sintomas devido à altas temperaturas é resultado da produção de fitoalexinas em tecidos infectados quando submetidos à altas temperaturas por períodos prolongados.

Estudos realizados por Rahe & Kuc (1970) mostraram que o número e o tamanho das lesões da antracnose do feijoeiro diminuem com o aumento da temperatura de incubação numa faixa de 28 a 32°C, e nenhuma lesão se desenvolveu em plantas mantidas sob temperaturas acima de 32°C. Em condições de campo, no Canadá, altas temperaturas reduzem a severidade da antracnose do feijoeiro, pois *C. lindemuthianum* é sensível à altas temperaturas, sendo seu crescimento reprimido em temperatura entre 30-31°C. No sul do Canadá as temperaturas no campo freqüentemente atingem níveis entre 25-35°C, e ainda a doença continua a se disseminar. Isto provavelmente, deve-se ao fato das baixas temperaturas noturnas estarem moderando o efeito das altas temperaturas diurnas, fornecendo condições ambientais favoráveis à infecção e desenvolvimento da doença.

As variedades tiveram comportamento ligeiramente diferente quanto à severidade máxima atingida. O cv. Carioca apresentou a severidade máxima em torno de 24% (Figura 4A), e o cv. Rosinha em torno de 22% (Figura 4B), sendo este

comportamento fora do padrão esperado, uma vez que o cv. Rosinha é considerado mais suscetível à antracnose do que o cv. Carioca (Rava & Sartorato, 1994).

Tabela 1. Equações e respectivos coeficientes de determinação (R^2), obtidos via regressões não-lineares, para ajuste dos dados de severidade da antracnose, em função do tempo, para cada uma das temperaturas testadas, para os cultivares Carioca e Rosinha.

Equação	R^2
cultivar Carioca	
$SEV_6^{\circ C} = (0,38) * (1 - (3,77) * \exp(-0,054 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9994)))$	0,960
$SEV_{10}^{\circ C} = (15,80) * (1 - (2,13) * \exp(-0,020 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9958)))$	0,996
$SEV_{14}^{\circ C} = (19,87) * (1 + (16,94) * \exp(-0,064 * T))^{**} (1 / (1 - (1,0004)))$	0,997
$SEV_{17}^{\circ C} = (23,27) * (1 - (66,53) * \exp(-0,103 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9998)))$	0,992
$SEV_{21}^{\circ C} = (20,65) * (1 + (1037,2) * \exp(-0,066 * T))^{**} (1 / (1 - (1,3224)))$	0,998
$SEV_{25}^{\circ C} = (3,63) * (1 + (1,24) * \exp(-0,061 * T))^{**} (1 / (1 - (1,0006)))$	0,988
$SEV_{29}^{\circ C} = (0,70) * (1 - (9,89) * \exp(-0,053 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9981)))$	0,980
cultivar Rosinha	
$SEV_6^{\circ C} = (0,07) * (1 - (2,20) * \exp(-0,067 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9997)))$	0,999
$SEV_{10}^{\circ C} = (10,55) * (1 - (11,40) * \exp(-0,029 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9972)))$	0,997
$SEV_{14}^{\circ C} = (18,47) * (1 - (0,64) * \exp(-0,025 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9990)))$	0,991
$SEV_{17}^{\circ C} = (22,88) * (1 - (5,58) * \exp(-0,050 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9993)))$	0,994
$SEV_{21}^{\circ C} = (22,61) * (1 - (6,86) * \exp(-0,051 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9993)))$	0,993
$SEV_{25}^{\circ C} = (0,70) * (1 - (0,01) * \exp(-0,020 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9978)))$	0,850
$SEV_{29}^{\circ C} = (0,29) * (1 - (0,22) * \exp(-0,046 * T))^{**} (1 / (1 - (0,9936)))$	0,980

Sev= severidade (%), T= tempo (horas)

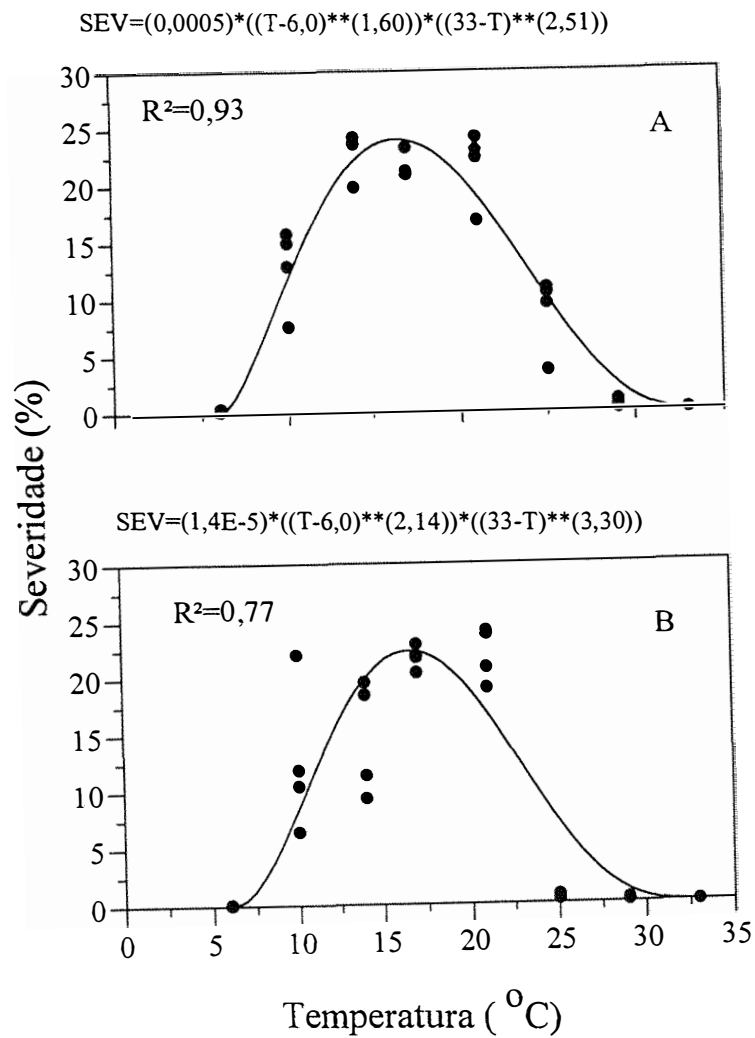


Figura 4 - Severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições.

Os resultados obtidos por Tu (1992) mostraram que a temperatura tem efeito decisivo na infecção e disseminação da antracnose do feijoeiro. Quando plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob período de molhamento de 48 horas e temperatura constante de 28 e 30°C, desenvolveram pouco ou nenhum sintoma, ao passo que, aquelas mantidas a 16 ou 20°C foram severamente atacadas. Plantas em regime de temperatura de 28°C (diurna)/16°C (noturna) ou 32°C (diurna)/10°C (noturna) apresentaram moderados sintomas da doença.

O presente trabalho confirmou os resultados obtidos por Tu & Aylesworth (1980) onde não ocorreu infecção por *C. lindemuthianum* quando plantas inoculadas foram incubadas em ambiente úmido a temperaturas acima de 28°C. Tu (1982) constatou que plantas mantidas em temperatura de 28 e 32°C contínuo durante 2-3 dias antes da inoculação foram levemente suscetíveis. Outros autores também confirmaram que a temperatura limitante para a infecção encontra-se na faixa de 26,6 a 32°C (Martinez Salazar & Andersen, 1957; Zaumeyer & Thomas, 1957).

Após a obtenção das curvas de progresso da antracnose em função de diferentes temperaturas, foi possível quantificar o período de incubação (Figura 5), período este compreendido entre a inoculação e o surgimento de 50% dos sintomas, explicado pela função Beta generalizada, com coeficiente de determinação de 0,94 para o cv. Carioca (Figura 5A) e 0,90 para o cv. Rosinha (Figura 5B).

Torres (1996) também obteve um excelente ajuste dos dados de período de incubação pela função Beta, onde observou a diminuição do período de incubação com o aumento da temperatura, para o patossistema trigo - *Bipolaris sorokiniana*.

O período de incubação diminui com o aumento da temperatura até 25°C para o cv. Carioca e até 29°C para o cv. Rosinha, pois quanto mais favorável é a temperatura para o desenvolvimento da doença, mas rapidamente surgem os seus sintomas. Para o cultivar Rosinha, o período de incubação foi menor que para o cultivar Carioca, nas faixas de temperatura entre 21 e 29°C. Os primeiros sintomas surgiram 48 horas após a inoculação para todas as temperaturas testadas. A temperatura que proporcionou o menor

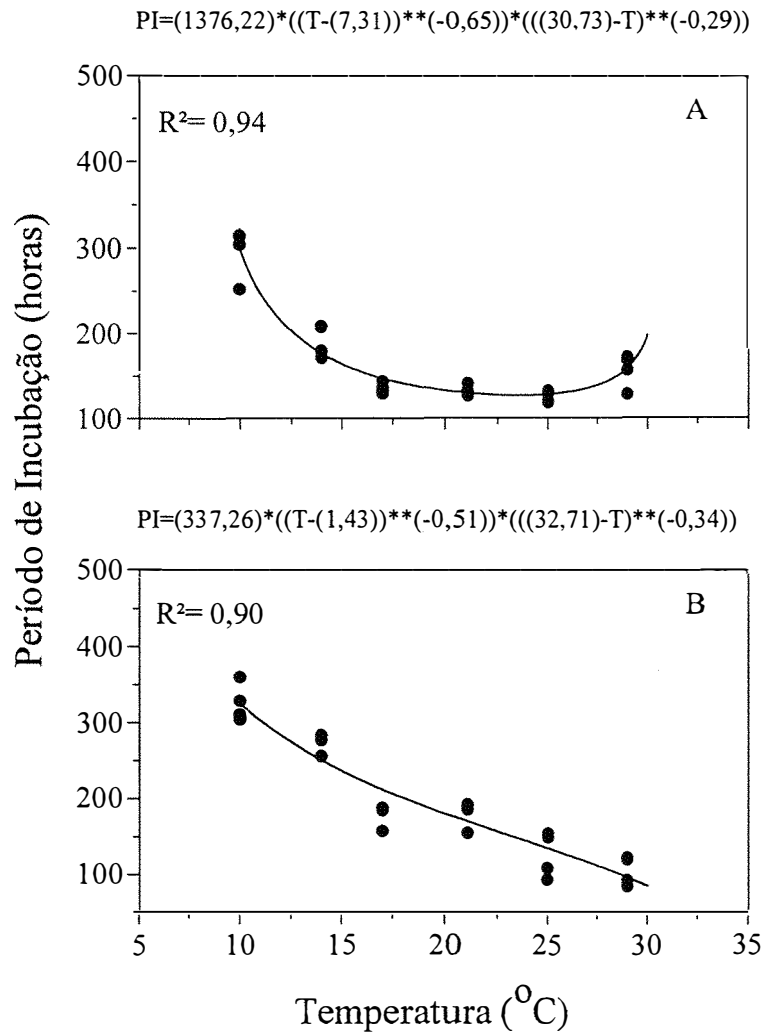


Figura 5 - Efeito da temperatura no período de incubação da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições.

período de incubação foi 29°C para o cultivar Rosinha e 25°C para o cv. Carioca. Embora pela análise de regressão este valor tenha sido mais alto.

Em outras palavras, quanto maior a temperatura, mais rapidamente se desenvolveram os sintomas da antracnose, até a temperatura limite de 29°C para o cultivar Rosinha e 25°C para o cv. Carioca.

O menor período de incubação (125 horas), ocorreu para o cv. Carioca na temperatura de 25°C e para o cv. Rosinha a 29°C (105 horas). O comprimento deste período aumentou a 29°C no cv. Carioca e foi aproximadamente duas vezes mais longo a 10°C (Figura 5A) e três vezes mais longo para o cv. Rosinha (Figura 5B). O período latente, compreendido como o período de tempo necessário para que 50% das lesões esporulem não foi determinado nestes ensaios, uma vez que o ambiente no interior das câmaras de crescimento é muito seco e não permite que os patógenos esporulem.

Resultados contrastantes foram observados por Tu (1982), onde verificou que o aumento na temperatura diária promoveu um alongamento no período de incubação e diminuiu levemente a severidade da antracnose do feijoeiro. Os sintomas não se desenvolveram quando as plantas inoculadas foram mantidas em temperatura constante de 28 e 32°C. O atraso na expressão dos sintomas, provavelmente deveu-se ao fato do crescimento micelial ser menor nos tecidos infectados submetidos à altas temperaturas.

Vários exemplos na literatura ilustram o efeito da temperatura na variação do período de incubação, como em plantas de lentilha atacadas por *Ascochyta fabae* f. sp. *lentis* (Pedersen & Morrall, 1994) e em plantas de grão-de-bico atacadas por *Ascochyta rabie* (Trapero-Casas & Kaiser, 1992).

4.2. Avaliação do efeito do período de molhamento nos parâmetros monocíclicos da antracnose

O efeito da duração do período de molhamento foliar sobre a antracnose do feijoeiro foi semelhante nos dois cultivares testados (Figuras 6A e 6B). Período de molhamento foliar entre 18 e 24 horas proporcionou acentuado aumento de tecido doente. Já períodos superiores a 24 horas de molhamento foliar não surtiram efeito sobre a severidade da doença. Os primeiros sintomas da antracnose surgiram após 6 horas de molhamento foliar. Os dados obtidos foram ajustados pelo modelo de Richards, com coeficiente de determinação de 0,97 e 0,99 para os cultivares Carioca e Rosinha, respectivamente.

Neste trabalho foi possível a determinação do período mínimo de umidade para a infecção por *C. lindemuthianum*, pois com 6 horas de molhamento foliar foram observados os sintomas da antracnose e com 5 horas não houve desenvolvimento de lesões.

Monroe et al. (1997) verificaram que a incidência da antracnose (*Colletotrichum orbiculare*) da melancia aumentou com o aumento da duração do molhamento foliar em todas as temperaturas testadas (12, 15, 18, 21, 24 e 30°C). O período mínimo de molhamento necessário para iniciar a infecção foi 2 horas.

Leben & Daft (1968) também verificaram que é necessário um determinado período de molhamento logo após a deposição dos conídios para que ocorra a infecção em plantas de pepino por *C. orbiculare*. Também foi estabelecida uma relação direta entre a duração do período de molhamento e o desenvolvimento da antracnose em plântulas de pepino.

A severidade da antracnose em cucurbitáceas é diretamente afetada pelo aumento do período de molhamento foliar, o máximo de doença ocorre em períodos de molhamento superiores a 16 horas (Thompson & Jenkins, 1985; McRae & Auld, 1988).

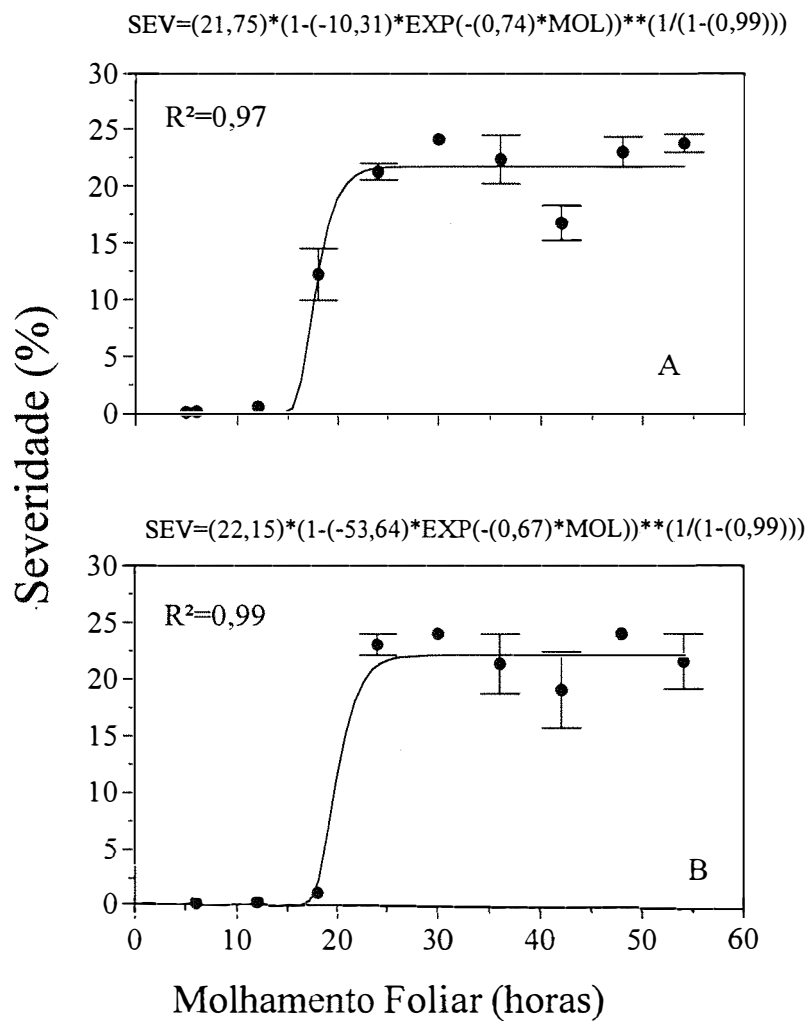


Figura 6 - Severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, em diferentes períodos de molhamento foliar, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam o erro padrão da média.

O período mínimo de molhamento foliar encontrado por Trapero-Casas & Kaiser (1992) para que a infecção ocorra em plantas de grão-de-bico por *Ascochyta rabie*, foi de 6 horas e a temperatura mínima de 6°C.

Nos dados obtidos por Sah (1994), para o patossistema trigo-*Pyrenophora tritici-repentis*, o aumento na severidade da doença em função da duração do molhamento foliar não foi linear, sendo os dados ajustados por um modelo quadrático. A infecção teve acentuado aumento em proporção ao aumento do período de umidade de 24 e 48 horas, o que não ocorreu em períodos mais longos como 96 horas. Neste estudo as lesões apareceram em menor número, em todos os genótipos testados, quando o período de molhamento foi de 6 horas, o que indicou existir pequena diferença entre os genótipos em relação ao período mínimo de molhamento necessário para que ocorra a infecção (Larez et al., 1986; Loughman & Deveral, 1986; Hosford et al., 1987; Sah, 1994).

A temperatura e a duração do molhamento foliar tiveram efeito direto sobre a antracnose do morango causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum*, tanto em frutos imaturos como nos frutos maduros. O modelo logístico foi utilizado para o ajuste dos dados, descrevendo a incidência da doença nas diferentes combinações de temperatura e molhamento foliar (Wilson et al., 1990). O modelo foi o mesmo utilizado por Grove et al. (1985b) e por Bulger et al. (1987) para descrever o efeito da temperatura e molhamento foliar na infecção de frutos e flores de morango por *Phytophthora cactorum* e *Botrytis cinerea*.

O modelo de Richards também foi utilizado por Schuh & Adamowicz (1993) para explicar o efeito do período de molhamento sobre o número de lesões de *Septoria glycines* em soja, com alto coeficiente de determinação (0,86).

Biggs & Northover (1988), estudando o efeito da temperatura e do molhamento foliar no desenvolvimento de *Monilinia fructicola* em frutos de pêssego e cereja, acreditam que a diminuição do período de incubação com o aumento do molhamento, deve-se a maior porcentagem de penetração dos esporos, em função de talos maiores e mais vigorosos. Para que os primeiros sintomas aparecessem foi

necessário um período de incubação de 14 dias quando as folhas foram submetidas, após a inoculação, a um período de molhamento foliar de 18 horas. Quando o período de molhamento foi menor ocorreu um atraso de 7 a 14 dias na expressão dos sintomas. Por outro lado Jacome & Schuh (1992), acreditam que o atraso no aparecimento dos sintomas da Sigatoka Negra em folhas de bananeira, com períodos de molhamento menores, está relacionado ao requerimento de um período mais longo de absorção de água para a germinação dos conídios.

Para *C. lindemuthianum*, a combinação dos dados referentes à temperatura e duração do molhamento foliar com a severidade da antracnose do feijoeiro, permitiu calcular a superfície resposta, que foi ajustada pela função Beta-Richards, com coeficiente de determinação de 0,94 para o cv. Carioca (Figura 7) e 0,78 para o cv. Rosinha (Figura 8). A máxima severidade ocorreu na faixa de 17 a 21°C e 24 horas de molhamento, para ambos os cultivares.

Os dados obtidos por Torres (1996), sobre o efeito conjunto da temperatura e do período de molhamento sobre a frequência de infecção da helmintosporiose do trigo também foram ajustados pela função Beta-Richards, função esta que descreve o aumento do número de lesões por cm² com o aumento da temperatura e do período de molhamento foliar.

Muitos estudos têm investigado o papel do aumento do período de molhamento na ocorrência das doenças, estabelecendo que a duração do período de molhamento necessário para o estabelecimento das doenças depende da temperatura. Os trabalhos de Evans et al., (1992), mostraram que o molhamento foliar determina a quantidade de esporos que germinam e a penetração nos tecidos do hospedeiro e a temperatura determina a velocidade e a extensão da infecção (Lalancette et al., 1988; Evans et al., 1992).

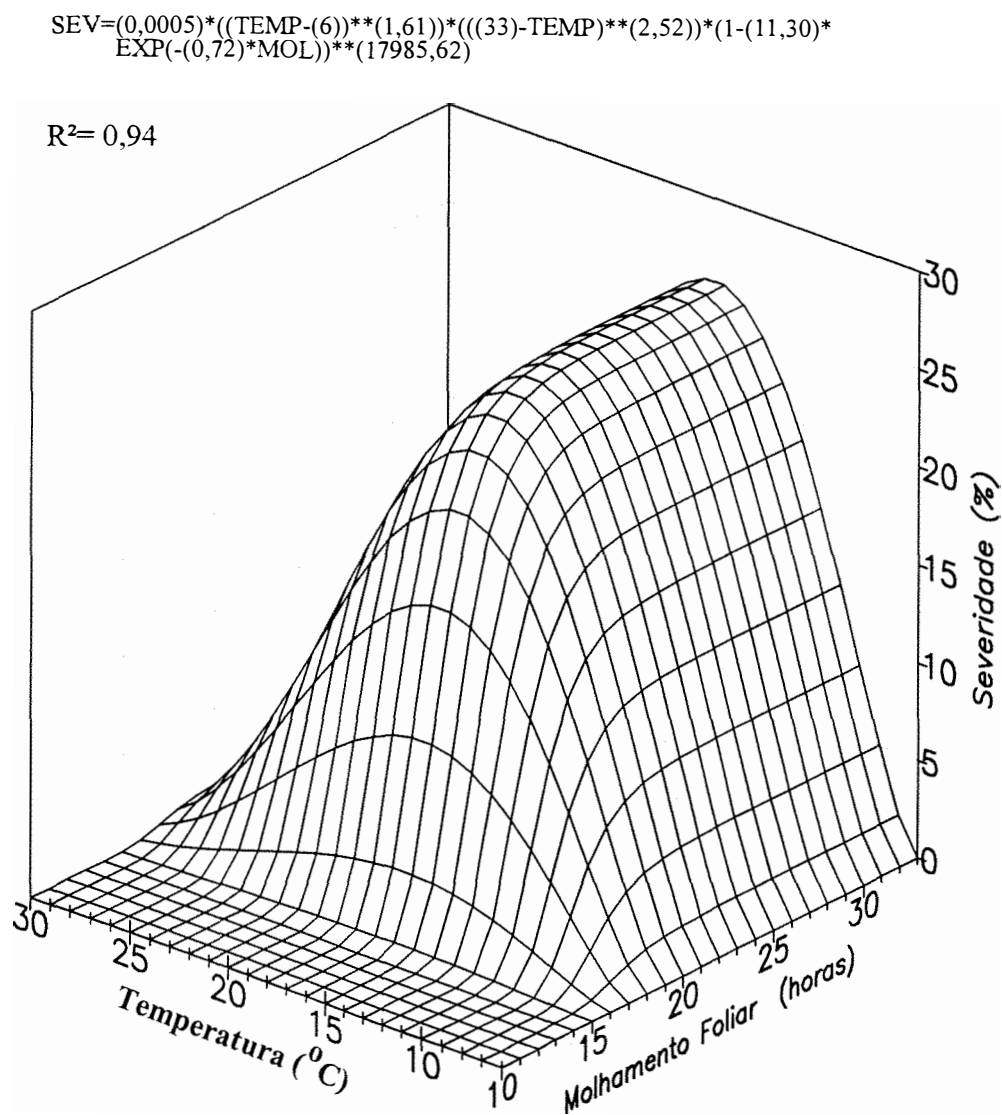


Figura 7 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, no cultivar Carioca.

$$SEV = (4,02e-005) * ((TEMP - (5,44))^{**}(2,04)) * (((33) - TEMP)^{**}(2,96)) * (1 - (54,46) * \text{EXP}(-0,68 * MOL))^{**}(7734,4)$$

$R^2 = 0,78$

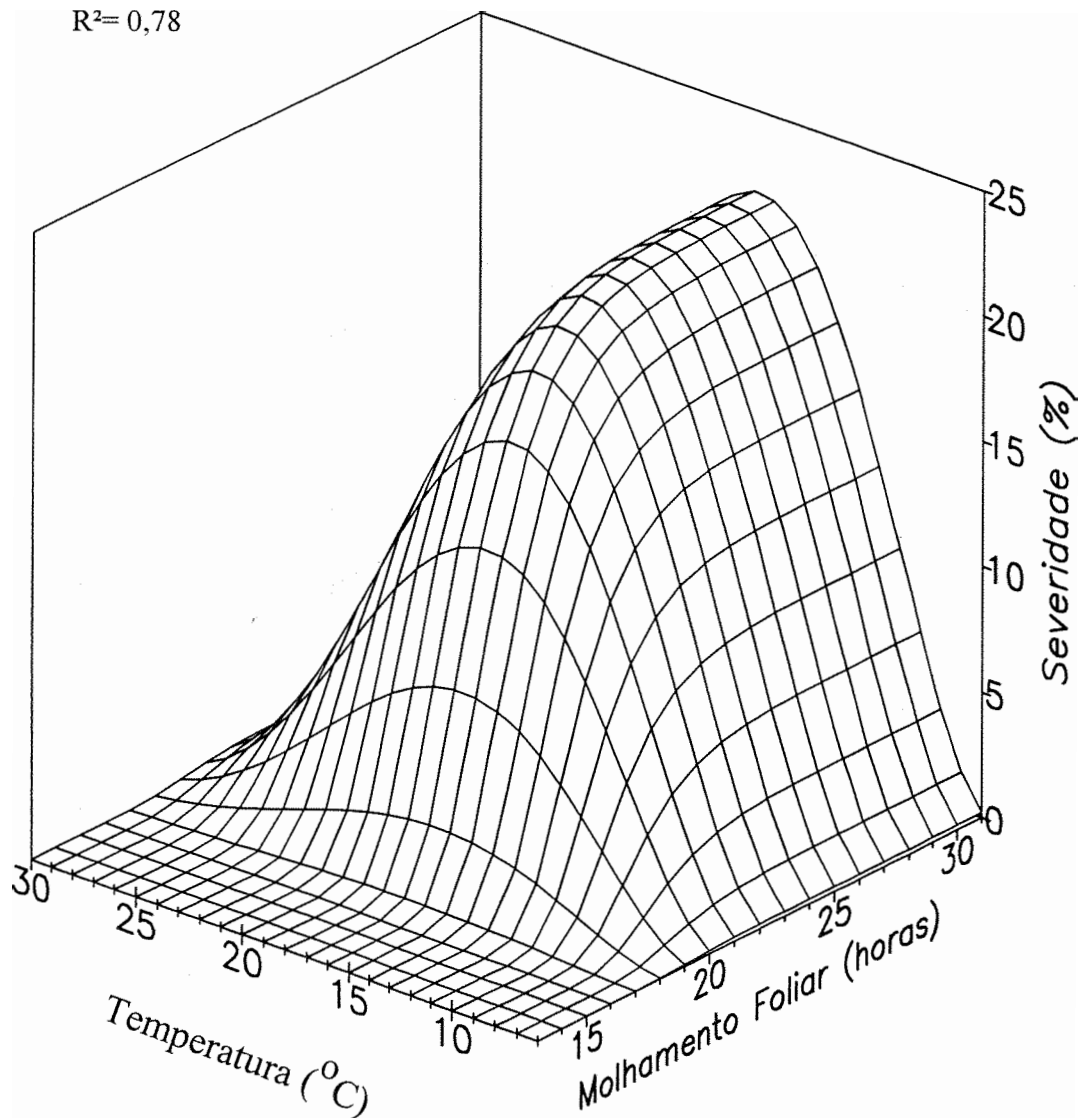


Figura 8 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, no cultivar Rosinha.

Fernandes & Hendrix (1986), trabalhando com *Septoria nodorum* em trigo, observaram que tanto a temperatura quanto o molhamento foliar são fatores de influência significativa na doença. O número de lesões/cm² é mais influenciado pela umidade, embora para a severidade, a interação temperatura-molhamento tenha significado mais expressivo.

Tanto para *Puccinia hordei* em plantas de cevada como para *Puccinia arachidis* em plantas de amendoim, o principal efeito da temperatura foi no período mínimo de molhamento foliar exigido para que a infecção iniciasse e no número máximo de lesões. Aparentemente é necessário que o molhamento foliar seja contínuo durante todo o processo de inoculação. Quando folhas de amendoim são secas por período de uma hora e então reumedecidas e mantidas por 30 horas em temperatura ótima, poucas lesões se desenvolvem (Butler & Jadhav, 1991). As curvas encontradas por estes autores para explicar o efeito da temperatura e do período de molhamento sobre a densidade de lesões, tiveram formato semelhante às aquelas obtidas neste trabalho para *C. lindemuthianum*.

4.3. Avaliação do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da mancha angular

Os resultados do efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos da mancha angular do feijoeiro, encontram-se na Figura 9. As equações que apresentaram melhor ajuste aos dados de severidade da mancha angular em função da temperatura, com os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 2.

Com estes resultados verificou-se que tanto a severidade (Figura 9), quanto o período de incubação (Figura 10), foram sensivelmente afetados pela temperatura. A máxima severidade ocorreu na faixa de temperatura entre 2 e 25°C, e o menor período de incubação a 25°C, para os dois cultivares, resultado semelhante ao obtido por Llanos (1957), em que a severidade da doença e a desfolha ocorreram com

maior intensidade em plantas mantidas a 24°C e 30°C. Temperaturas abaixo e acima desta faixa atrasaram o desenvolvimento da doença e, conseqüentemente, prolongaram o período de incubação. Nas temperaturas de 6 e superiores a 29°C não foram observados quaisquer sintomas da mancha angular tanto para o cv. Carioca quanto para o cv. Rosinha.

Em plantas de trigo, o modelo de Gompertz permitiu um bom ajuste dos dados referentes ao número de lesões de *Mycosphaerella graminicola* em todas as temperaturas testadas por Shaw (1990), para estudos monocíclicos. Berger (1981) relatou que o modelo de Gompertz permite um bom ajuste dos dados, na maioria das vezes em que é utilizado, para trabalhos policíclicos.

Entre as variedades, observou-se uma ligeira diferença, sendo a severidade levemente maior no cv. Rosinha (Figura 9B) que no cv. Carioca (Figura 9A). Como a severidade é dependente do tamanho de lesões e da freqüência de infecção, já era esperado que houvesse diferença entre os cultivares Rosinha (altamente suscetível) e Carioca (moderadamente suscetível). Verificou-se que também para a mancha angular a temperatura exerce efeito significativo em todas as fases do ciclo das relações patógeno-hospedeiro. Os dados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos resultados de Bassanezi (1995), que verificou comportamento diferente entre os cultivares testados, Carioca e Rosinha, quanto à severidade máxima observada. Para este autor o cv. Rosinha, considerado altamente suscetível à mancha angular, apresentou severidade máxima ligeiramente superior àquela observada para o cv. Carioca, moderadamente suscetível. Porém, no presente trabalho a severidade máxima observada para os dois cultivares foi mais alta que a observada no trabalho de Bassanezi (1995), isto provavelmente deve-se ao fato que a concentração de inóculo utilizada neste ensaio ter sido mais alta que a utilizada por Bassanezi (1995).

Para a Sigatoka Negra em folhas de bananeira, a temperatura não teve efeito pronunciado no número de lesões. Assim, diferenças na severidade da doença, em uma dada temperatura, entre folhas e níveis de molhamento foliar são devido principalmente ao crescimento das lesões (Jacome & Schuh, 1992). Ricker et al. (1985)

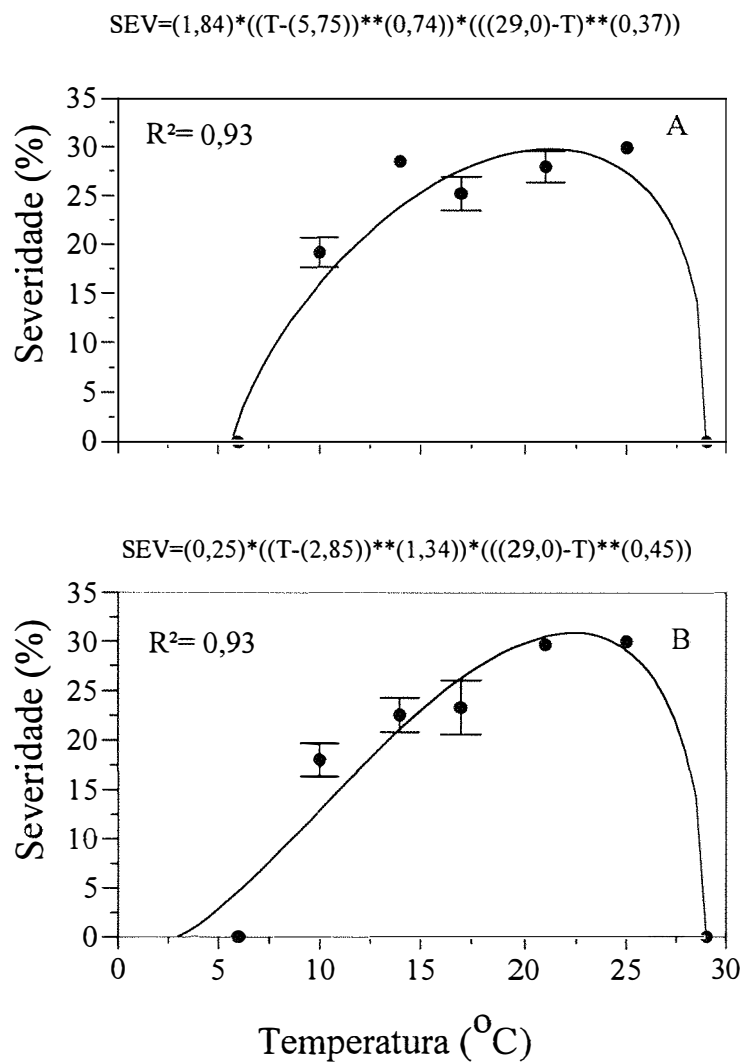


Figura 9 - Severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam erro padrão da média.

observaram que lesões maiores e em menor número se desenvolveram em plantas de amendoim, quando baixa concentração de inóculo de *Cercospora arachidicola* foi utilizada. Estes autores concluíram que o tamanho das lesões pode ser dependente do número de lesões.

Tabela 2. Equações e respectivos coeficientes de determinação (R^2), obtidos nas regressões não-lineares, para ajuste dos dados de severidade da mancha angular, em função do tempo em cada uma das temperaturas, para os cultivares Carioca e Rosinha.

Equação	R^2
cultivar Carioca	
$SEV_{10}^{\circ C} = (22,15) * (1 - (2,43) * \exp(-(0,017) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9997)))$	0,998
$SEV_{14}^{\circ C} = (21,98) * (1 - (3,16) * \exp(-(0,023) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9990)))$	0,990
$SEV_{17}^{\circ C} = (23,96) * (1 - (0,71) * \exp(-(0,023) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9993)))$	0,992
$SEV_{21}^{\circ C} = (28,23) * (1 - (5,62) * \exp(-(0,030) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9972)))$	0,999
$SEV_{25}^{\circ C} = (30,34) * (1 - (1,71) * \exp(-(0,038) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9997)))$	0,992
cultivar Rosinha	
$SEV_{10}^{\circ C} = (26,63) * (1 - (3,74) * \exp(-(0,011) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9899)))$	0,990
$SEV_{14}^{\circ C} = (23,35) * (1 - (6,38) * \exp(-(0,020) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9961)))$	0,994
$SEV_{17}^{\circ C} = (23,94) * (1 - (2,24) * \exp(-(0,026) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9989)))$	0,993
$SEV_{21}^{\circ C} = (29,99) * (1 - (4,35) * \exp(-(0,037) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9996)))$	0,998
$SEV_{25}^{\circ C} = (30,24) * (1 - (5,85) * \exp(-(0,041) * T))^{**} (1 / (1 - (0,9992)))$	0,990

Sev= severidade, T= tempo (horas)

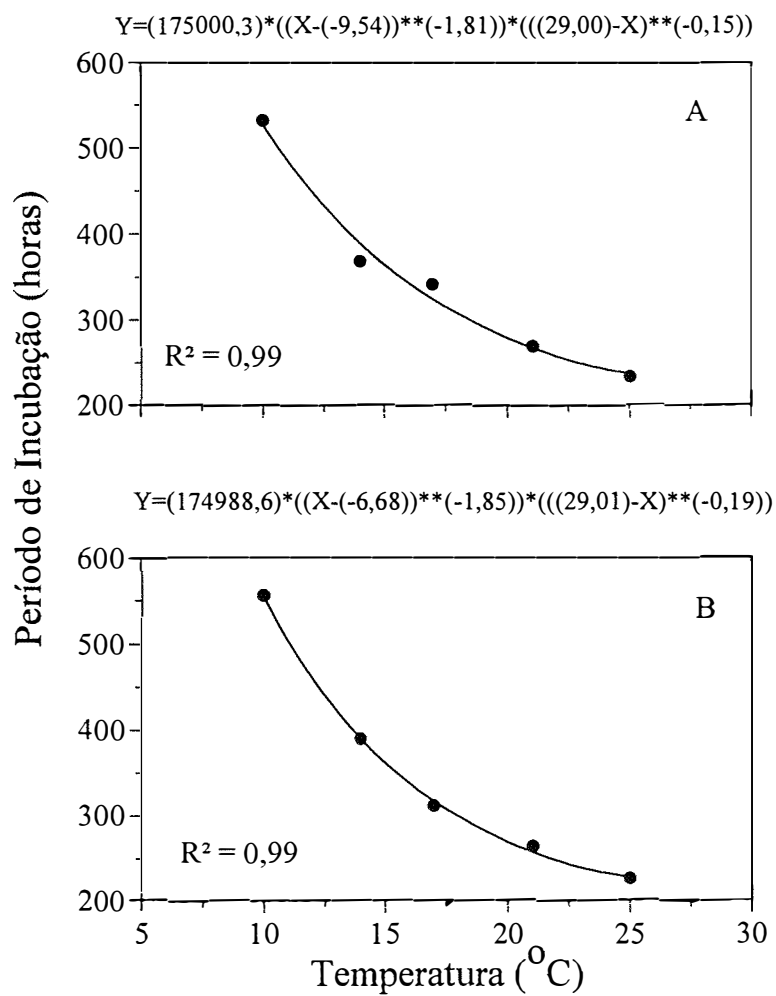


Figura 10 - Efeito da temperatura no período de incubação da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, em diferentes temperaturas, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições.

Tanto os resultados obtidos nestes ensaios com *P. griseola* quanto os obtidos por Bassanezi (1995), mostraram que o período infeccioso e a colonização foram favorecidos pela temperatura de 24°C. Conforme resultados obtidos no presente trabalho, a temperatura também influenciou todos os parâmetros estudados e esta influência foi bem descrita pela função Beta, sendo possível observar o efeito da temperatura em todas as fases do ciclo das relações patógeno-hospedeiro.

A função Beta, que está entre as funções citadas por Hau et al. (1985) e Hau & Kranz (1990) para explicar o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de doenças de plantas, não apenas ajustou-se aos dados de severidade, como também aos de período de incubação. Um procedimento utilizado foi fixar os valores de temperatura mínima (B_2) e máxima (B_3), para que as curvas ajustadas fossem mais próximas do real. No ajuste dos dados de Bacchi (1993) para a ferrugem do feijoeiro (*Uromyces appendiculatus*), para o cálculo da frequência de infecção, o valor da temperatura mínima foi fixada em 6°C. A temperatura máxima também foi fixada nos trabalhos de Bassanezi (1995), em 27°C. Quando a regressão foi realizada sem fixar parâmetros, a temperatura mínima estimada ficou bem próxima do valor usado como fixo.

Em trigo, a influência da temperatura sobre a máxima infecção de plantas por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* e *Puccinia striiformis* foi descrita pela função Beta, onde os parâmetros temperatura mínima e máxima também foram fixados, dependendo do patógeno (Vallvieuille-Pope et al., 1995).

Os dados obtidos em ambiente controlado em câmaras de crescimento no presente trabalho concordaram com os dados obtidos *in vitro* por Cardona-Alvarez & Walker (1956) e Campos & Zak (1980). Estes autores mostraram que o fungo *P. griseola* cresce em meio de cultura a partir de 8°C, incrementa o crescimento com a elevação da temperatura a 24°C e decresce abruptamente a 28°C. Nenhum crescimento foi observado em temperaturas superiores a 30°C.

Curvas de resposta semelhantes àquela apresentada na Figura 9, foram obtidas por Butler et al. (1994), quando estudaram o efeito da temperatura sobre a germinação dos conídios e infecção de plantas de amendoim por *Phaeoisariopsis*

personata. A temperatura ótima ficou em 20°C e a temperatura mínima e a máxima foram 8 e 34°C, respectivamente.

Para o feijoeiro em todas as temperaturas testadas, a que proporcionou o menor período de incubação foi 25°C, e os primeiros sintomas da mancha angular surgiram 8 dias após a inoculação, semelhante aos relatos de Llanos (1957), Olave (1958), Campos & Zak (1980) e Sartorato & Rava (1994). A 25°C o período de incubação encontrado por esses autores foi ao redor de 10 e 9,5 horas para os cultivares Carioca e Rosinha, respectivamente. Olave (1958) também verificou que os primeiros sintomas apareceram 8 dias após a inoculação quando as plantas foram mantidas a 24,5°C, com aproximadamente 100% de umidade relativa, porém Campos & Zak (1980) observaram o aparecimento dos sintomas aos 12 dias após a inoculação.

A Figura 11, mostra o efeito da temperatura sobre a taxa de crescimento das lesões. Os dados de crescimento das lesões foram melhor ajustados pela equação do primeiro grau, com coeficiente de determinação de 0,95 para os dois cultivares testados.

A taxa de crescimento das lesões aumentou até atingir um valor máximo, à medida que a temperatura se aproxima do ponto ótimo para o desenvolvimento da doença, em torno de 25°C, pois no caso da mancha angular do feijoeiro, o aumento da severidade está relacionado com o crescimento das lesões. Como consequência do aumento na taxa de crescimento das lesões, houve um rápido aumento no tamanho médio das manchas, o que ocasionou uma rápida coalescência das mesmas, impossibilitando a determinação da frequência de infecção (número de lesões/cm²).

As taxas de crescimento de lesões foram semelhantes para os dois cultivares testados, sendo portanto a velocidade de colonização dos tecidos pelo fungo semelhante nas duas variedades. A maior taxa de crescimento foi observada a 25°C.

Em relação à taxa de crescimento de lesões, Bassanezi (1995) observou que para o cv. Rosinha as taxas foram semelhantes para todas temperaturas testadas, ao redor de 0,013 mm²/hora e para o cv. Carioca o crescimento das lesões foi favorecido pela faixa de temperatura entre 21-27°C. Ao contrário dos resultados obtidos por este autor para a taxa de crescimento de lesões, os dados obtidos no presente trabalho foram

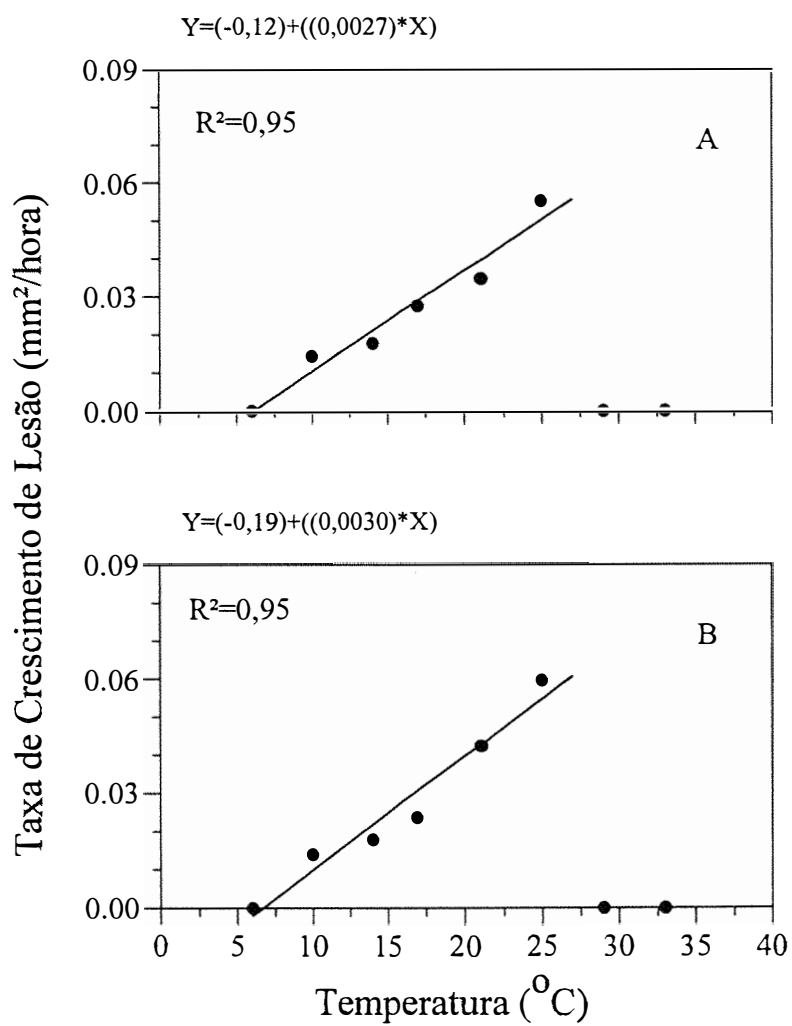


Figura 11 - Taxa de crescimento das lesões (mm²/hora) da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B).

ajustados pela equação do primeiro grau com altos coeficientes de determinação (0,95), para os dois cultivares.

A temperatura é a variável do ambiente que mais frequentemente está relacionada com respostas biológicas e quase universalmente citada nos estudos epidemiológicos (Sutton et al., 1984). Esta pode afetar todos os componentes do patossistema das plantas, como o crescimento do hospedeiro e o desenvolvimento das doenças. A temperatura é, segundo Campbell & Madden (1990), a variável de fundamental importância na reprodução de nematóides como *Meloidogyne* spp., na maturação de pseudotécio de *Venturia inaequalis*, patógeno da sarna da macieira e na reprodução de *Erwinia amylovora*. Devido a relação existente entre o crescimento do patógeno e desenvolvimento da doença, a temperatura é, na maioria das vezes, de grande importância nos sistemas de previsão de doenças.

4.4. Avaliação do efeito do molhamento nos parâmetros monocíclicos da mancha angular

Observando os dados do período de molhamento foliar sobre a severidade da mancha angular do feijoeiro, verificou-se que períodos superiores a 6 horas são requeridos para que o processo de infecção inicie (Figura 12). A severidade da mancha angular é altamente influenciada pelo período de molhamento, sendo estes dois parâmetros positivamente correlacionados, pois o aumento na duração do período de molhamento foliar proporcionou aumento na proporção de tecido foliar atacado, para o cv. Carioca, até 54 horas de molhamento foliar (Figura 12A e 12B). O efeito do período de molhamento foi explicado pelo modelo de Richards, modelo este que ajustou bem às curvas com formato sigmóide, com coeficiente de determinação de 0,91 e 0,93 para os cultivares Carioca e Rosinha, respectivamente.

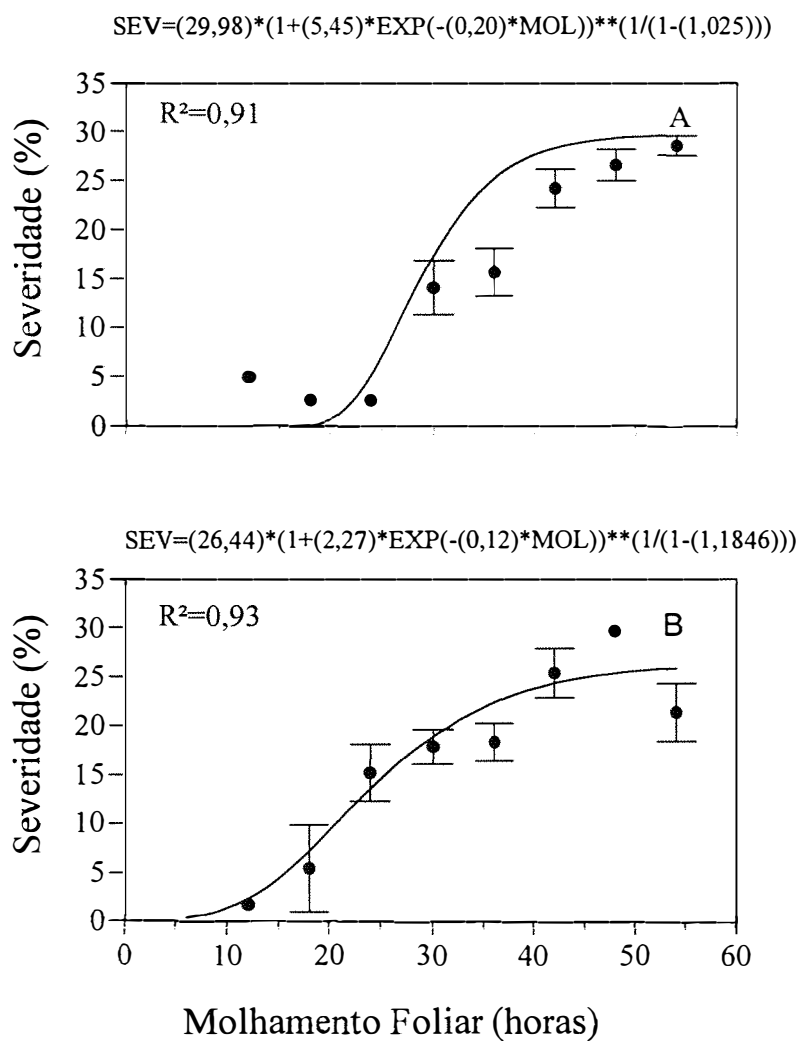


Figura 12 - Severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, em diferentes períodos de molhamento foliar, nos cultivares Carioca (A) e Rosinha (B). Cada ponto representa a média de quatro repetições. Barras representam erro padrão da média.

Vários pesquisadores tem tentado descrever o processo de infecção em função da temperatura e duração do molhamento foliar. Modelos polinomiais geralmente são usados para descrever o efeito de fatores do ambiente na infecção (Arauz & Sutton, 1989). Estes modelos são preferidos devido à flexibilidade da curva, dada pelo grau do polinômio. As funções são matematicamente simples e os métodos utilizados para o ajuste das curvas estão disponível na literatura (Steel & Torrie, 1980; SAS/Stat, 1987). Entretanto, funções polinomiais têm pouco significado biológico e o ajuste é limitado pelo grau do polinômio que pode ser usado (Venus & Causton, 1979). Já o modelo de Richards é baseado em curvas que descrevem processos biológicos e os parâmetros K, R e M, descrevem completamente a forma da curva. No entanto, a função é mais difícil de ser utilizada e a estimativa direta dos parâmetros nem sempre é possível, particularmente quando os parâmetros estão altamente correlacionados.

A relação encontrada por Butler et al. (1994) para explicar o efeito do molhamento sobre a infecção de plantas de amendoim por *Phaeoisariopsis personata* forneceu uma curva que foi ajustada por uma equação exponencial, bastante semelhante à utilizada neste trabalho para ajuste dos dados referentes à duração do período de molhamento sobre a mancha angular do feijoeiro.

Curvas do tipo sigmóide foram também obtidas por Carisse & Kushalappa (1990), quando estudaram o efeito do período de molhamento sobre o número de lesões de *Cercospora carotae* em cenoura, sendo esta relação bem explicada pelo modelo de Richards.

Para *Cercospora kikuchii* em soja, a temperatura ótima para a infecção foi 25°C, semelhante àquela encontrada neste trabalho para a mancha angular do feijoeiro. A infecção por *C. kikuchii* foi paralisada a 15 e 35°C e em geral a incidência da doença aumentou com o acréscimo no período de molhamento das vagens até 30 horas. Em algumas combinações de temperatura e molhamento das vagens, a incidência da doença diminuiu. Isto ocorreu quando a duração do período de molhamento nas vagens foi superior à 36 horas, além disso a doença não ocorreu em períodos de molhamento inferiores a 24 horas (Schuh, 1992). Para descrever o efeito do ambiente na incidência de

mancha púrpura nas vagens, foi utilizado o modelo logístico para cada estágio de desenvolvimento das vagens separadamente.

A influência do período de molhamento sobre a máxima infecção de plantas de trigo por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* e *Puccinia striiformis* também foi descrito pelo modelo de Richards, com parâmetros dependentes da temperatura (Butler & Jadhav, 1991; Vallavieille-Pope et al., 1995).

Por outro lado, para a ferrugem do feijoeiro, foi utilizada equação do segundo grau para explicar o efeito do período de molhamento sobre a frequência de infecção. Os dados se ajustaram às temperaturas testadas e não foi constatado efeito do período de molhamento sobre o período latente, quando as temperaturas testadas foram consideradas isoladamente (Bacchi, 1993).

Lesões de *P. personata* desenvolveram-se em plantas de amendoim quando submetidas a períodos de molhamento superiores a 20 horas, entretanto a máxima infecção só ocorreu em períodos de molhamento superiores a 160 horas. Este fato é de grande importância epidemiológica, pois o processo de infecção se prolonga por um período de 10 dias. Em plantas de amendoim atacadas por *Cercospora arachidicola*, Alderman & Beute (1986), observaram o contínuo aumento no número de lesões por um período de 20 dias após a inoculação. A germinação dos conídios se completa em 30 horas, mas a penetração nos estômatos continua por 12 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Butler et al. (1994) para *P. personata*. O número máximo de lesões foi várias vezes maior quando as plantas foram expostas a períodos alternados de molhamento (molhamento intermitente), do que quando as plantas foram expostas ao molhamento contínuo.

Umidade relativa, molhamento foliar, chuva e a umidade do solo são as variáveis da umidade mais frequentemente medidas em estudos epidemiológicos (Campbell & Madden, 1990). O molhamento foliar proveniente do orvalho, nevoeiro, irrigação ou chuva afeta as epidemias causadas por patógenos foliares e é o elemento chave em muitos sistemas de previsão de doenças. A duração do molhamento foliar é

geralmente uma das variáveis de maior interesse em estudos epidemiológicos, embora a quantidade e a forma possam também exercer grande efeito nas doenças.

Combinando-se as equações obtidas para os dados de temperaturas e duração do molhamento foliar, foi possível calcular a superfície resposta (Figuras 13 e 14). Os dados foram ajustados pelo modelo Beta-Richards, com coeficiente de determinação de 0,92 para o cv. Carioca (Figura 13) e 0,96 para o cv. Rosinha (Figura 14).

A severidade da mancha angular do feijoeiro aumentou à medida que houve aumento no período de molhamento foliar até 54 horas, e a temperatura, com o máximo entre 20 e 25°C para o cv. Carioca e para o cv. Rosinha (Figuras 13 e 14).

Para o cálculo da superfície resposta, foi necessário fixar a temperatura mínima em 6°C, para o cv. Carioca, e a máxima em 29°C para os dois cultivares, pois quando o ajuste através da regressão não-linear era realizado sem fixar os valores, os parâmetros calculados pelo modelo, principalmente para a temperatura mínima, não aproximava-se dos valores reais, procedimento sugerido por Berger et al. (1995), para contornar este problema.

Bacchi (1993), estudando o efeito da temperatura sobre a ferrugem do feijoeiro, constatou que os dados do efeito da temperatura sobre a frequência de infecção e período latente foram bem ajustados pela função Beta. A frequência de infecção aumentou significativamente e o período latente diminuiu, com o aumento da temperatura, dentro da faixa de 9 a 15°C. Esta autora também verificou que a superfície resposta obtida para explicar o efeito combinado da temperatura e do período de molhamento, foi descrita pela função Beta-Richards.

Para explicar o efeito combinado da temperatura e da duração do molhamento foliar sobre o número de lesões de *C. carotae* em cenoura, Carisse & Kushalappa (1990), utilizaram uma equação não-linear para obter a superfície resposta.

A obtenção de superfícies resposta em forma de sino é comum em estudos sobre o efeito da temperatura e da duração do período molhamento foliar sobre a severidade das doenças. Várias combinações de patógeno-hospedeiro seguem este

modelo como a infecção de *Stemphylium vesicarium* em pêra (Montesinos et al., 1995); *Alternaria cucumerina* em “muskmelon” (Evans et al., 1992); *C. carotae* em cenoura (Carisse & Kushalappa, 1990) e *C. orbiculare* em melancia (Monroe et al., 1997).

$$SEV = (2,15) * ((TEMP - 6)**(0,69)) * (((29) - TEMP)**(0,36)) * (1 + (21,91) * \text{EXP}(-0,28 * MOI))**(-72,92)$$

$$R^2 = 0,92$$

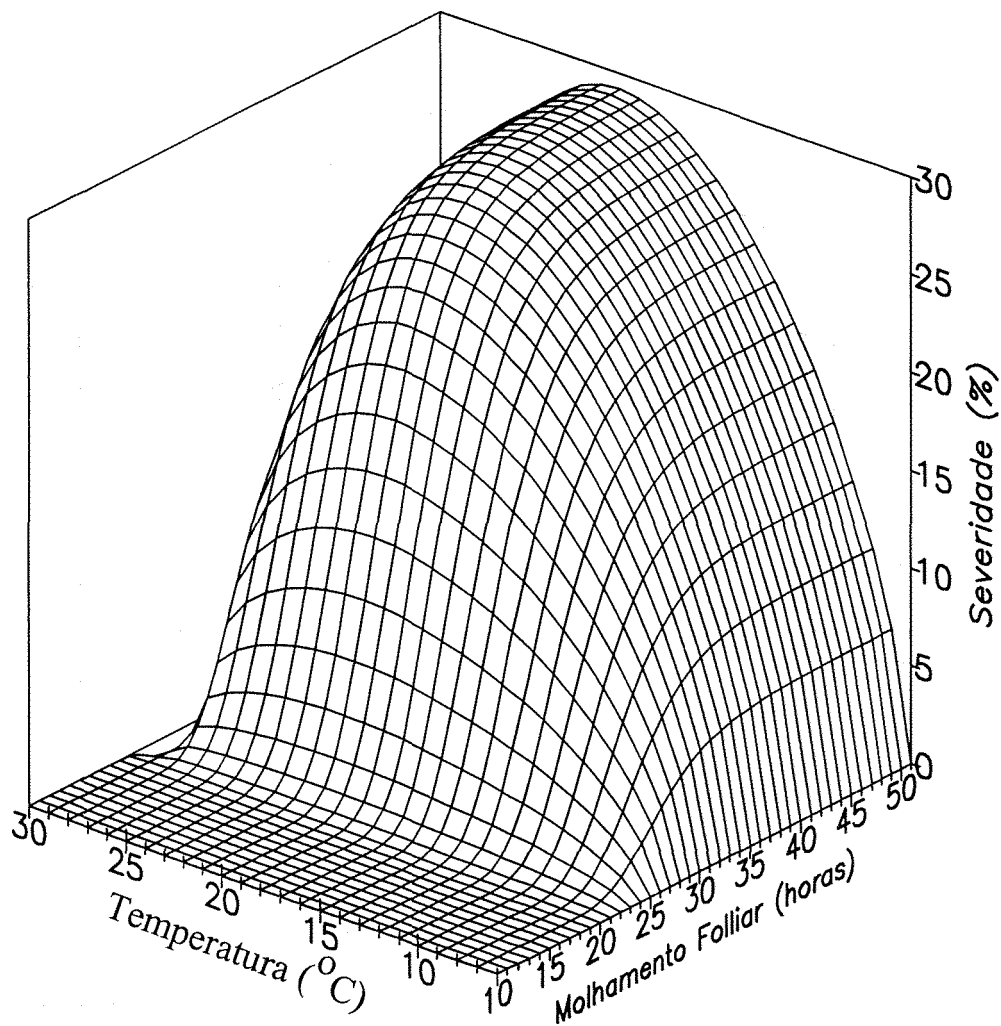


Figura 13 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, no cultivar Carioca.

$$SEV=(1,21)*((TEMP-(6,0))**(0,90))*(((29,0)-TEMP)**(0,43))*(1+(1,27)*EXP(-(0,081)*MOL))**(-5,83)$$

$$R^2= 0,96$$

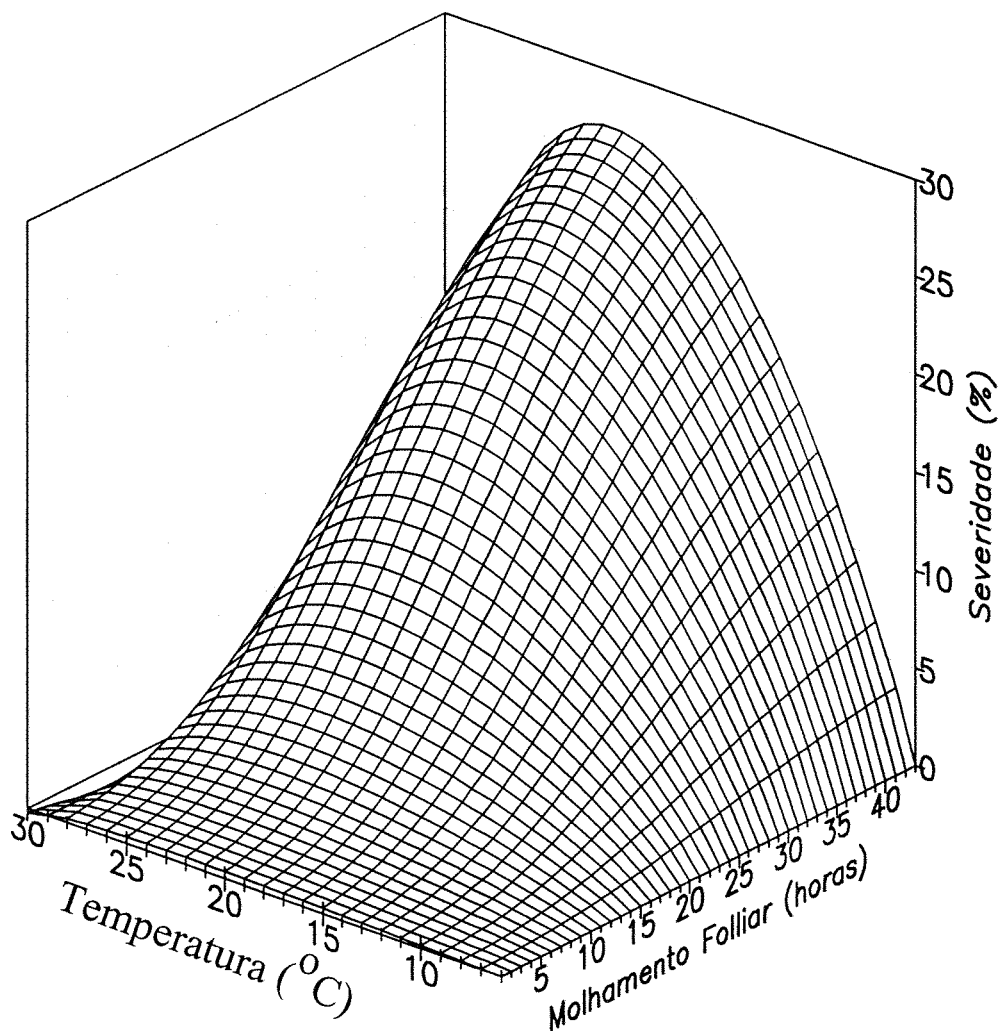


Figura 14 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, no cultivar Rosinha.

5. CONCLUSÕES

Para a antracnose do feijoeiro a maior severidade da doença ocorreu na temperatura de 17°C e para mancha angular na faixa de temperatura entre 20 e 25°C, para os cultivares Carioca e Rosinha. A antracnose do feijoeiro não se desenvolveu nas temperaturas de 6°C e 33°C e a mancha angular não se desenvolveu em 6°C e 29°C.

Não houve incremento na severidade da antracnose do feijoeiro para períodos de molhamento superiores a 24 horas. Para mancha angular do feijoeiro, ao contrário, a severidade aumenta com o aumento da duração do molhamento foliar até o máximo de 54 horas testadas.

A função Beta generalizada explicou as variações de severidade e do período de incubação da antracnose e mancha angular do feijoeiro em relação à temperatura.

O modelo de Richards explicou as variações de severidade da antracnose e mancha angular do feijoeiro em relação ao número de horas de molhamento foliar.

O menor período de incubação para antracnose do feijoeiro ocorreu a 29°C e a 25°C, para os cv. Rosinha e Carioca, respectivamente e para mancha angular ocorreu a 25°C, para ambos cultivares.

A função Beta-Richards explicou o efeito combinado da temperatura e duração do molhamento foliar na severidade da antracnose e mancha angular do feijoeiro, para o cv. Carioca e para o cv. Rosinha.

A maior taxa de crescimento das lesões da mancha angular ocorreu a 25°C, tanto para o cv. Carioca como para o cv. Rosinha, sendo que os dados foram ajustados pela equação do primeiro grau.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDERMAN, S.C.; BEUTE, M.K. Influence of temperature and moisture on germination and germ tube elongation of *Cercospora arachidicola*. *Phytopathology*, v.76, p.715-719, 1986.
- ALLEN, S.J.; BROWN, J.F.; KOCHMAN, J.K. Effects of temperature, dew period, and light on the growth and development of *Alternaria helianthi*. *Phytopathology*, v.73, p.793-796, 1982.
- AMADOR, P.A. Estimativa da duração do período de molhamento por orvalho em feijoeiro, baseada em parâmetros de estações climatológicas padrões. Piracicaba, 1987. 69p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.
- ARAUZ, L.F.; SUTTON, T.B. Temperature and wetness requirements for apple infection by *Botryosphaeria obtusa*. *Phytopathology*, v.79, p.440-444, 1989.
- AUST, H.J.; KRANZ, J. Experiments and procedures in epidemiological field studies. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p.7-17.
- BACCHI, L.M.A. Quantificação de parâmetros monocíclicos relacionada a epidemias no sistema *Uromyces appendiculatus* - feijoeiro. Piracicaba, 1993. 99p. Tese

(Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

BALMER, E.; GALLI, F. Classificação das doenças segundo a interferência em processos fisiológicos da planta. In: GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N.; SALGADO, C.L.; KRUGNER, T.L.; CARDOSO, E.J.B.N.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.) **Manual de Fitopatologia**. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1978. v.1, p.260-288.

BARROS, O.; CARDONA, C.; CARDENOSA, R.; SKILES, R.L. Angular leaf spot of bean in Colombia. **Plant Disease Reporter**, v.42, p.420-424, 1958.

BARRUS, M.F. Variation of varieties of bean in their susceptibility to anthracnose. **Phytopathology**, v.1, p.190-199, 1911.

BASHI, E.; ROTEM, J. Adaptation of four pathogen to semi-arid habitats as conditioned by penetration rate and germinating spore survival. **Phytopathology**, v.64, p.1035-1039, 1974.

BASHI, E.; ROTEM, J.; PINNSCHMIDT, H.; KRANZ, J. Influence of controlled environment and age on development of *Alternaria macrospora* and on shedding of leaves in cotton. **Phytopathology**, v.73, p.114-117, 1983.

BASSANEZI, R.B. Interações entre o mosaico-em-desenho do feijoeiro e de duas doenças fúngicas, ferrugem e mancha angular, em plantas de feijoeiro. Piracicaba, 1995. 122p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade São Paulo.

- BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Editora Ceres, 1995. v.1, p.602-626.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 289p.
- BERGER, R. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. **Phytopathology**, v.71, p.716-719, 1981.
- BERGER, R.; HAU, B.; WEBER, G.E.; BACCHI, L.M.A.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. A simulation model to describe epidemics of rust of *Phaseolus* beans I. Development of the model and sensitivity analysis. **Phytopathology**, v.85, n.6, p.715-721, 1995.
- BIGGS, A.R.; NORTHOVER, J. Influence of temperature and wetness duration on infection of peach and sweet cherry fruits by *Monilinia fructicola*. **Phytopathology**, v.78, p.1352-1356, 1988.
- 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**, v.77, p.1225-1230, 1987.
- BURKHOLDER, W.H. The gamma strain of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) B. & C. **Phytopathology**, v.13, p.316-323, 1923.
- BUTLER, D.R.; JADHAV, D.R. Requirements of leaf wetness and temperature for infection of groundnut by rust. **Plant Pathology**, v.40, p.395-400, 1991.

- BUTLER, D.R.; WADIA, K.D.R.; JADHAV, D.R. Effects of leaf wetness and temperature on late-spot infection of groundnut. **Plant Pathology**, v.43, p.112-120, 1994.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction of plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532p.
- CAMPOS, J.A.; ZAK, L.F. Estudio de algunas características de *Isariopsis griseola* Sacc., agente causal de la mancha angular del frijol. **Agrociencia**, v.39, p.41-48, 1980.
- CARDONA-ALVAREZ, C.; WALKER, J.C. Angular leaf spot of bean. **Phytopathology**, v.46, p.610-615, 1956.
- CARISSE, O.; KUSHALAPPA, A.C. Development of an infection model for *Cercospora carotae* on carrot based on temperature and leaf wetness duration. **Phytopathology**, v.80, n.11, p.1233-1238, 1990.
- CASTOR, L.L.; AYRES, J.E.; NELSON, R.R. Controlled environment studies of the epidemiology of yellow leaf blight of corn. **Phytopathology**, v.67, p.85-90, 1977.
- CHAVES, G. La anthracosis. In: SCHWARTZ, H.F.; GÁLVEZ, G.E. (Ed.) **Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris***. Cali: CIAT, 1980. p.37-53.
- COLHOUM, J. Effects of environmental factors on plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.11, p.343-364, 1973.

- CRISPÍN, M.A.; SIFUENTES, J.A.; AVILA, J.C. **Enfermedades y plagas del frijol en México**. México: INIA, 1976. 42p. (INIA. Folleto de Divulgación, 39).
- CROWE, M.J.; COAKLEY, S.M.; EMGE, R.G. Forecasting dew duration at Pendleton, Oregon, using simple weather observations. **Journal of Applied Meteorology**, v.17, p.1482-1487, 1978.
- DALLA PRIA, M.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Avaliação de diferentes meios de cultura na esporulação de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaeoisariopsis griseola* e *Alternaria* sp. **Summa Phytopathologica**, v.23, n.2, p.188-191, 1997.
- DHINGRA, O.D.; KUSHALAPPA, A.C. No correlation between angular leaf spot intensity and seed infection in bean by *I. griseola*. **Fitopatologia Brasileira**, v.5, p.149-152, 1980.
- DILLARD, H.R. Influence of temperature, pH, osmotic potencial and fungicide sensitivity on germination of conidia and growth from sclerotia of *Colletotrichum coccodes* in vitro. **Phytopathology**, v.78, n.10, p.1357-1361, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Informativo anual das comissões técnicas regionais de feijão: cultivares de feijão recomendadas para o plantio no ano agrícola 1993/94**. Goiânia, 1994. 22p.
- EVANS, K.J.; NYQUIST, W.E.; LATIN, R.X. A model based on temperature and leaf wetness duration for establishment of *Alternaria* leaf blight of muskmelon. **Phytopathology**, v.82, n.83, p.890-895, 1992.

- FERNANDES , J.M.C.; HENDRIX, J.W. Leaf wetness and temperature effects on the hyphal growth and symptoms development on wheat leaves infected by *Septoria nodorum* blotch. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p.835-845, 1986.
- FERRAZ, S. La mancha foliar angular. In: SCHAWARTZ, H.P.; GÁLVEZ, G.E. (Ed.). **Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris***. Cali: CIAT, 1980. p.55-64.
- FOUILLOUX, G. L'antracnose du haricot (*Colletotrichum lindemuthianum*, Sacc. et Magn.) : nouvelles source de resistance et nouvelles races physiologiques. **Annales de Amelioration des Plantes**, v.26, p.443-453, 1976.
- GARDNER, M.W.; GILBERT, W.W. Field tests with cucumber angular leaf spot and anthracnoses. **Phytopathology**, v.11, p.298-299, 1921.
- GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IAMAUTI, M. T.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz.**, v.104, n.4, p.336-345, 1997.
- GROVE, G.G.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A. Influence of temperature and wetness period on sporulation of *Phytophthora cactorum* on infected strawberry fruit. **Phytopathology**, v.75, p.700-703, 1985a.
- GROVE, G.G.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; SHMITTHENNER, A.F. Influence of temperature and wetness duration of infection of immature strawberry fruit by *Phytophthora cactorum*. **Phytopathology**, v.75, p.165-166, 1985b.

- HAU, B.; KRANZ, J. Mathematics and statistics for analyses in epidemiology. In: KRANZ, J. (Ed.) **Epidemics of plant disease: mathematics analyses and modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p.12-52.
- HAU, B.; EISENSMITH, S.P.; KRANZ, J. Construction of temporal models: II. Simulation of aerial epidemics. In: GILLIGAN, C.A. (Ed.) **Advanced in plant pathology: mathematical modeling of crop disease**. London: Academic Press, 1985. v.3, p.12-52.
- HORSFORD, Jr., R.M.; LAREZ, C.R.; HAMMOND, J.J. Interaction of wet period and temperature on *Pyrenophora tritici-repentis* infection and development in wheat of differing resistance. **Phytopathology**, v.77, p.1021-1027, 1987.
- HOWARD, A.M.; GILLESPIE, T.J. **A field use guide for surface wetness duration measurement**. Guelph: University of Guelph, 1985. 25p. (University of Guelph, Techn. Memo., 85-1).
- IAMAUTI, .M.T. Avaliação de danos causados por *Uromyces appendiculatus* no feijoeiro. Piracicaba, 1995. 81p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.
- IMHOFF, M.W.; MAIN, C.E.; LEONARD, K.J. Effect of temperature, dew period, and age of leaves, spores and sources pustules on germination of bean rust urediospores. **Phytopathology**, v.71, p.577-583, 1981.
- IMHOFF, M.W.; MAIN, C.E.; LEONARD, K.J. Patterns of bean rust lesion size increase and spore production. **Phytopathology**, v.72, p.441-446, 1982.

- JACOME, L.H.; SCHUH, W. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of Black Sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Phytopathology**, v.82, n.5, p.515-520, 1992.
- KASSNIS, B. Effect of changing temperature on plant virus disease. **Advances in Virus Research**, v.4, p.169-186, 1957.
- KIMATI, H.; GIMENES-FERNADES, N.; SOAVE, J.; KUROZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; BETTIOL, W. **Guia de fungicidas agrícolas: recomendações por cultura**. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. 225p.
- KRANZ, J. Epidemiology concepts and scope. In: RAYCHAUDURI, S.P.; VERMA, F.P. (Eds.). **Current trends in plant pathology**. Lucknow: University Botany Department, 1974. p.26-32.
- KRANZ, J.; HAU, B. Systems analysis in epidemiology. **Annual Review Phytopathology**, v.18, p.67-83, 1980.
- KRUEGER, J.; HOFFMANN, G.M.; HUBBELING, N. The kappa race of *Colletotrichum lindemuthianum* and sources of resistance to anthracnose in *Phaseolus* bean. **Euphytica**, v.26, p.23-25, 1977.
- KULIK, M.M. Symptomatology and epidemiology of several green bean diseases incited by seed-borne fungi. **Seed Science and Technology**, v.12, p.841-850, 1984.
- LALANCETTE, N.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration leaf wetness. **Phytopathology**, v.78, p.794-800, 1988.

LAREZ, C.R.; HOSFORD, R.M.; FREEMAN, T.P., Jr. Infection of wheat and oats by *Pyrenophora tritici-repentis* and initial characterization of resistance. **Phytopathology**, v.76, p.931-938, 1986.

LEATH, S.; TAKUR, R.P.; LEONARD, K.J. Effect of temperature and light on reaction of corn to race 3 of *Exserohilum turcicum*. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY AND OF THE NORTH CENTRAL DIVISION, Cincinnati, 1987. **Phytopathology**, v.77, p.1737, 1987. /Abstracts/

LEBEN, C.; DAFT, G.C. Cucumber anthracnoses: influence on nightly wetting of leaves on number of lesions. **Phytopathology**, v.58, p.264-265, 1968.

LLANOS, C.M. Patogenicidad del *Isariopsis griseola* Sacc. en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Acta Agronomica**, v.7, p.165-170, 1957.

LOUGHMAN, R.; DEVERALL, B.J. Infection of resistant and susceptible cultivars of wheat by *Pyrenophora tritici-repentis*. **Plant Pathology**, v.35, p.443-450, 1986.

MACKEI, W.W.; SNYDER, W.C.; SMITH, F.L. **Productions in California of snap-bean seed free from blight and anthracnose**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1945. p.23 (Bulletin, 689).

MARTINS, M.C. Quantificação de parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro. Piracicaba, 1994. 69p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade São Paulo.

- MARTINEZ SALAZAR, I.; ANDERSEN, A.I. Effects of temperature on spore germination and host infectivity by three strains of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Phytopathology**, v.47, p.23, 1957.
- MASSIE, L.B.; NELSON, R.R.; TUNG, G. Regression equations for predicting sporulation of on isolate of race T of *Helminthosporium maydis* on a susceptible male-sterile com hybrid. **Plant Disease Reporter**, v.57, p.730-734, 1973.
- MASTENBROEK, C. A breeding program for resistance to anthracnose in dry shell haricot beans based on a new gene. **Euphytica**, v.9, p.177-184, 1960.
- McGREGOR, A.J.; MANNERS, J.G. The effect of temperature and light intensity on growth and sporulation of *Puccinia striiformis* on wheat. **Plant Pathology**, v.34, p.263-271, 1985.
- McRAE, C.F.; AULD, B.A. The influence of environmental factors on anthracnose of *Xanthium spinosum*. **Phytopathology**, v.78, p.1182-1186, 1988.
- MEHTA, Y.R.; IGARASHI, S. Partial resistance in wheat against *Puccinia recondita* a new view on its detection and measuring. **Summa Phytopathologica**, v.5, p.90-100, 1979.
- MENDES, B.M.J. Influência de parâmetros de clima e do hospedeiro no desenvolvimento da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli* var *typica* Arth.). Piracicaba, 1987. 102p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.
- MENDES, B.M.J.; BERGAMIN FILHO, A. Adaptação da técnica de cultura de folha destacada para a quantificação dos parâmetros epidemiológicos monocíclicos da

- ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli* var *typica*). **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p.103-114, 1986.
- MOHAN, S.K.; BIANCHINI, A.; MENEZES J.R., de. **Doenças do feijoeiro no Estado do Paraná: guia para identificação e controle**. 3.ed. Londrina: IAPAR, 1989. 56p.
- MONROE, J.S.; SANTINI, J.B.; LATIN, R. A model defining the relationship between temperature and leaf wetness duration, and infection of watermelon by *Colletotrichum orbiculare*. **Plant Disease**, v.81, n.7, p.739-742, 1997.
- MONTESINOS, E.; MORAGREGA, C.; LLORENTE, I.; VILARDELL, P.; BONATERRA, A.; PONTI, I.; BUGIANI, R.; CAVANNI, R.; BRUNELLI, A. Development and evaluation of an infection model for *Stemphylium vesicarium* on pear based on temperature and wetness duration. **Phytopathology**, v.85, n.5, p.586-592, 1995.
- MORDUE, J.E.M. *Colletotrichum lindemuthianum*. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. (Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, 316).
- NELSON, R.R. Climatic effects on the incidence of plant diseases: the epidemiology of southern corn leaf blight. In: SYMPOSIUM OF CLIMATE & RICE, Los Baños, 1976. **Proceeding**. Los Baños: IRRI, 1976. p.392-415.
- OLAVE, C.A.L. Resistencia de algunas variedades y líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al *Isariopsis griseola* Sacc. **Acta Agronomica**, v.8, p.197-219, 1958.
- OLIVEIRA, E.A.; ANTUNES, I.F.; COSTA, J.G.C. **Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* identificadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina de 1968 a 1972**. Pelotas: IPEAS, 1973. 5p.

- PARADELA FILHO, O. Algumas moléstias fúngicas do feijoeiro que ocorrem em São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. **Anais**. Viçosa: Impr. Universitária. 1972. v.2, p.305-384.
- PARLEVLIIET, J.E. Partial resistance of barley of leaf rust. *Puccinia hordei* I. Effect of cultivar and development stage on latent period. **Euphytica**, v.24, p.21-27, 1975.
- PARLEVLIIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, v.17, p.203-222, 1979.
- PASTOR-CORRALES, M.A.; TU, J.C. Anthracnose. In: SCHWARTZ, H.F.; PASTOR-CORRALES, L.A. (Ed.) **Bean production problem in tropics**. Cali: CIAT, 1989. p.77-104.
- PEDERSEN, E.A.; MORRALL, R.A.A. Effects of cultivar, leaf wetness duration, temperature, and growth stage on infection and development of *Ascochyta* blight of lentil. **Phytopathology**, v.84, n.10, p.1024-1030, 1994.
- PENNYPACKER, S.P.; STEVENSON, R.E. The management of plant pathogens. In: HATFIELD, J.L.; THOMAS, I.J. (Ed.). **Biometereology in integrated pest management**. London: Academic Press, 1982. p.243-266.
- PFENDER, W.F. Monocyclic and polycyclic root diseases: distinguishing between the nature of the disease cycle and the shape of th3e disease the progress curve. **Phytopathology**, v.73, p.31-32, 1982.
- PYNDJI, M.M.; TRUTMANN, P. Managing angular leaf spot on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. **Plant Disease**, v.76, n.11, p.1144-1147, 1992.

- RAHE, J.E. Phytoalexin nature of heat-induced protection against bean anthracnose. **Phytopathology**, v.63, p.572-577, 1973.
- RAHE, J.E.; KUC, J. Metabolic nature of the infection-limiting effect of heat on bean anthracnose. **Phytopathology**, v.60, p.1005-1009, 1970.
- RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Antracnose. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA,SPI, 1994. p.17-39.
- RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijão comum. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.167-172, 1994.
- RESENDE, M.A.V. Seleção de progênies de feijoeiro resistente a *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn) Scrib. na população Esal 501 x To. Lavras, 1989. 70p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- RICKER, M.D.; BEUTE, M.K.; CAMPBELL, C.L. Components of resistance in peanut to *Cercospora arachidicola*. **Plant Disease**, v.69, p.1059-1064, 1985.
- ROTEM, J. Climatic and weather influences on epidemics. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, J.L. (Ed.) **Plant disease an advanced treatise**. New York: Academic Press, 1978. v.2, p.317-337.
- ROTEM, J. Techniques of Controlled-Condition Experiments. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p.19-31.

- ROYLE, D.J.; BUTLER, D.R. Epidemiological significance of liquid water in crop canopies and its role in disease foresting. In: AYRES, P.G.; BODDY, L. (Ed.). **Water, fungi and plants**. London: Cambridge University Press, 1986. p.139-156.
- SAETTLER, A.W. Angular leaf spot. In: HALL, R. **Compendium of bean diseases**. St. Paul: APS Press, 1994. 73p.
- SAH, D.N. Effects of leaf wetness duration and inoculum level on resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis*. **Journal of Phytopathology**, v.142, p.324-330, 1994.
- SARTORATO, A. Resistência vertical e horizontal do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Isariopsis griseola* Sacc. Piracicaba, 1989. 131p. Tese (Doutorado) - Escola Superior e Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Mancha angular. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA,SPI, 1994. p.41-68.
- SAS INSTITUTE. **SAS/Stat.**: Guide for personal computers; version 6. Cary: 1987. 1028p.
- SCHUH, W. Effect of pod development stage, temperature, and pod wetness duration on the incidence of purple seed strain of soybean. **Phytopathology**, v.82, n.4, p.446-451, 1992.
- SCHUH, W.; ADAMOWICZ, A. Influence of assessment time and modeling approach on the relationships between temperature-leaf wetness periods and disease

- parameters of *Septoria glycines* on soybean. **Phytopathology**, v.83, n.9, p.941-948, 1993.
- SCHWARTZ, H.F. Anthracnose. In: HALL, R. **Compendium of bean diseases**. St. Paul: APS Press, 1994. 73p.
- SHANER, G. Effect of environmental on fungal leaf blights of small grains. **Annual Review of Phytopathology**, v.19, p.273-296, 1981.
- SHAW, M.W. Effects of temperature, leaf wetness and cultivar on the latent period of *Mycosphaerella graminicola* on winter wheat. **Plant Pathology**, v.39, p.255-268, 1990.
- SINGH, A.K.; SAINI, S.S. Inheritance of resistance to angular leaf spot (*Isariopsis griseola* Sacc.) in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, v.29, p.175-176, 1980.
- SLATYER, R.O. Absorption of water by plants. **Botanical Review**, v.26, p.331-392, 1960.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic**. New York: McGraw Hill, 1980. 633p.
- SUTTON, J.C.; GILLESPIE, T.J.; HILDBRAND, P.D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, v.68, n.1, p.78-84, 1984.
- TAKUR, R.P.; LEONARD K.J.; LEATH, F. Effects of temperature and light on virulence of *Exserohilum turcicum* on corn. **Phytopathology**, v.79, p.631-635, 1989.

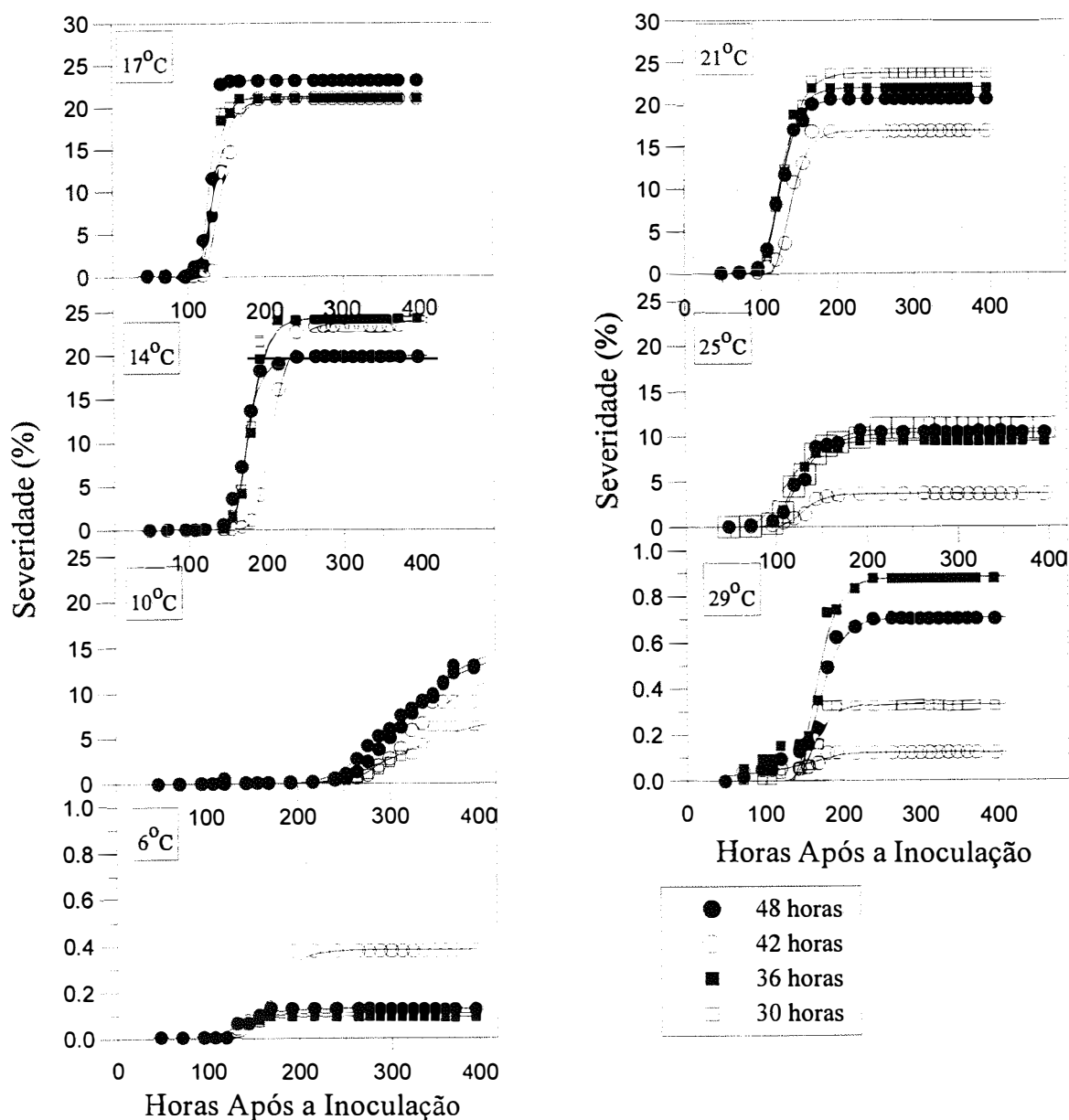
- TENG, P.S.; CLOSE, R.C. Effect of temperature and uredinium density on urediniospore production , latent period, and infections period of *Puccinia hordei*. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, v.21, p.287-296, 1978.
- TENG, P.S.; ZADOKS, J.C. Computer simulation of plant disease epidemics. In: **McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY.**, New York, 1980. p.23-31.
- TENG, P.S.; BLACKIE, M.I.; CLOSE, R.C. A simulation analysis of crop yield loss due to rust disease. **Agricultural Systems**, v.2, p.189-198, 1977.
- THOMPSON, D.C.; JENKINS, S.F. Effect of temperature, moisture, and cucumber cultivar resistance on lesion size increase and conidial production by *Colletotrichum lagenarium*. **Phytopathology**, v.75, p.828-832, 1985.
- TORMELIN, J.R.; JONES, A.L. Effect of temperature and relative humidity on the latent period of *Venturia inaequalis* in apple leaves. **Phytopathology**, v.73, p.51-54, 1983.
- TORMELIN, J.R.; EVERSMEYER, M.G.; KRAMER, C.L.; BROWDER, L.E. Temperature and host effects on latent and infections period and on urediniospore production of *Puccinia recondita*. **Phytopathology**, v.73, p.414-419, 1983.
- TORRES, G.A.M.. Epidemiologia comparativa entre a helmintosporiose e a ferrugem da folha do trigo: estudos monocíclicos, policíclicos e de simulação. Piracicaba, 1996. 117p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade São Paulo.

- TOWNSEND, G.R. Diseases of beans in southern Florida. **University of Florida Agricultural Experiment Station Bulletin**, 1939. v.336.
- TRAPERO-CASAS, A.; KAISER, W.J. Influence of temperature, wetness period, plant age, and inoculum concentration on infection and development of *Ascochyta* blight of chickpea. **Phytopathology**, v.82, n.5, p.589-596, 1992.
- TU, J.C. Effect of temperature on incidence and severity of anthracnose on white bean. **Plant Disease**, v.66, n.9, p.781-783, 1982.
- TU, J.C. *Colletotrichum lindemuthianum* on bean: population dynamics of the pathogen and breeding for resistance. In: BAILEY, J.A.; JEGER, M.J. (Ed.). ***Colletotrichum*: biology, pathology and control**. Wallingford: CAB, 1992. p.388.
- TU, J.C.; AYLESWORTH, J.W. An effective method of screening white (pea) bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.) for resistance to *Colletotrichum lindemuthianum*. **Phytopathology Zeitschrift**, v.99, p.131-137, 1980.
- VALLAVIEILLE-POPE, C. de; HUBER, L.; LECONTE, M.; GOYEAU, H. Comparative effects of temperature and interrupted wet periods on germination, penetration, and infection of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *P. striiformis* on wheat seedlings. **Phytopathology**, v.85, n.4, p.409-415, 1995.
- VANDERPLANK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349p.
- VENUS, J.C.; CAUSTON, D.R. Plant growth analysis: the use of Richards function as an alternative to polynomial exponential. **Annals of Botany**, v.43, p.623-632, 1979.

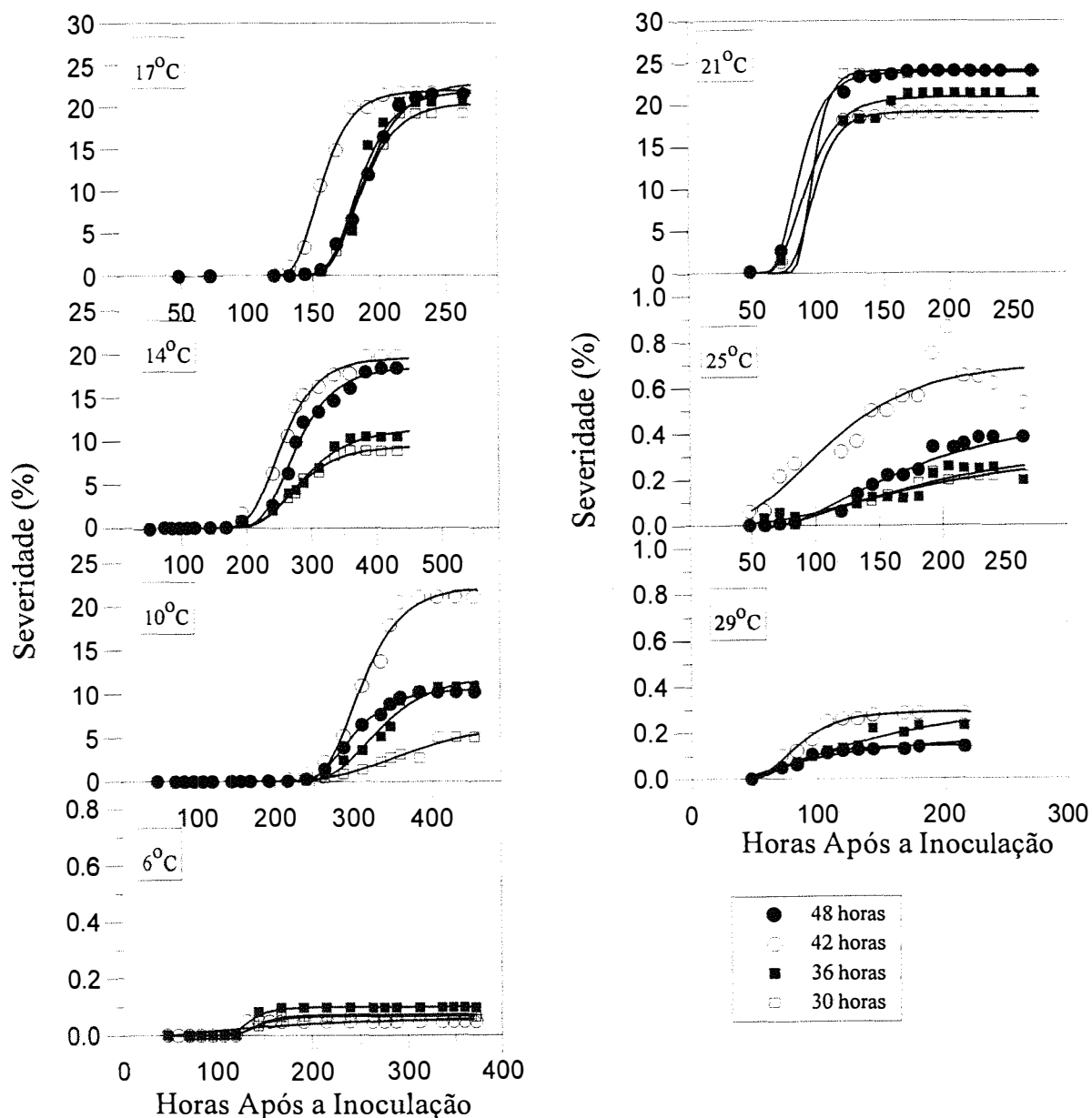
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1967. 220p.
- VIEIRA, C. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de Minas Gerais, IV: estudos realizados no período de 1970 à 1973. **Revista Ceres**, v.21, p.470-485, 1974.
- WALKER, J.C. **Enfermedades de las hortalizas.** Barcelona: Salvat, 1959. 642p.
- WALKER, J.C. **Plant pathology.** New York: Mcgraw-Hill, 1969. 819p.
- WILSON, L.L.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, v.80, n.1, p.111-116, 1990.
- WOLFE, M.S. The current status and prospects of multiline and variety mixture for disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.251-273, 1985.
- YERKES Jr., W.D.; CRISPÍN, M.A. Anthracnose del frijol. **Agricultura Técnica en México**, v.2, p.1-5, 1955.
- YERKES Jr., W.D.; ORTIZ, M.T. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Mexico. **Phytopathology**, v.46, p.564-567, 1956.
- ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management.** Oxford: University Press, 1979. 389p.
- ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Doenças do feijoeiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, v.4, n.46, p.50-63, 1978.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; MARTINS, M.C. del P. Aspectos das principais doenças do feijão no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.8, n.90, p.20-29, 1982.

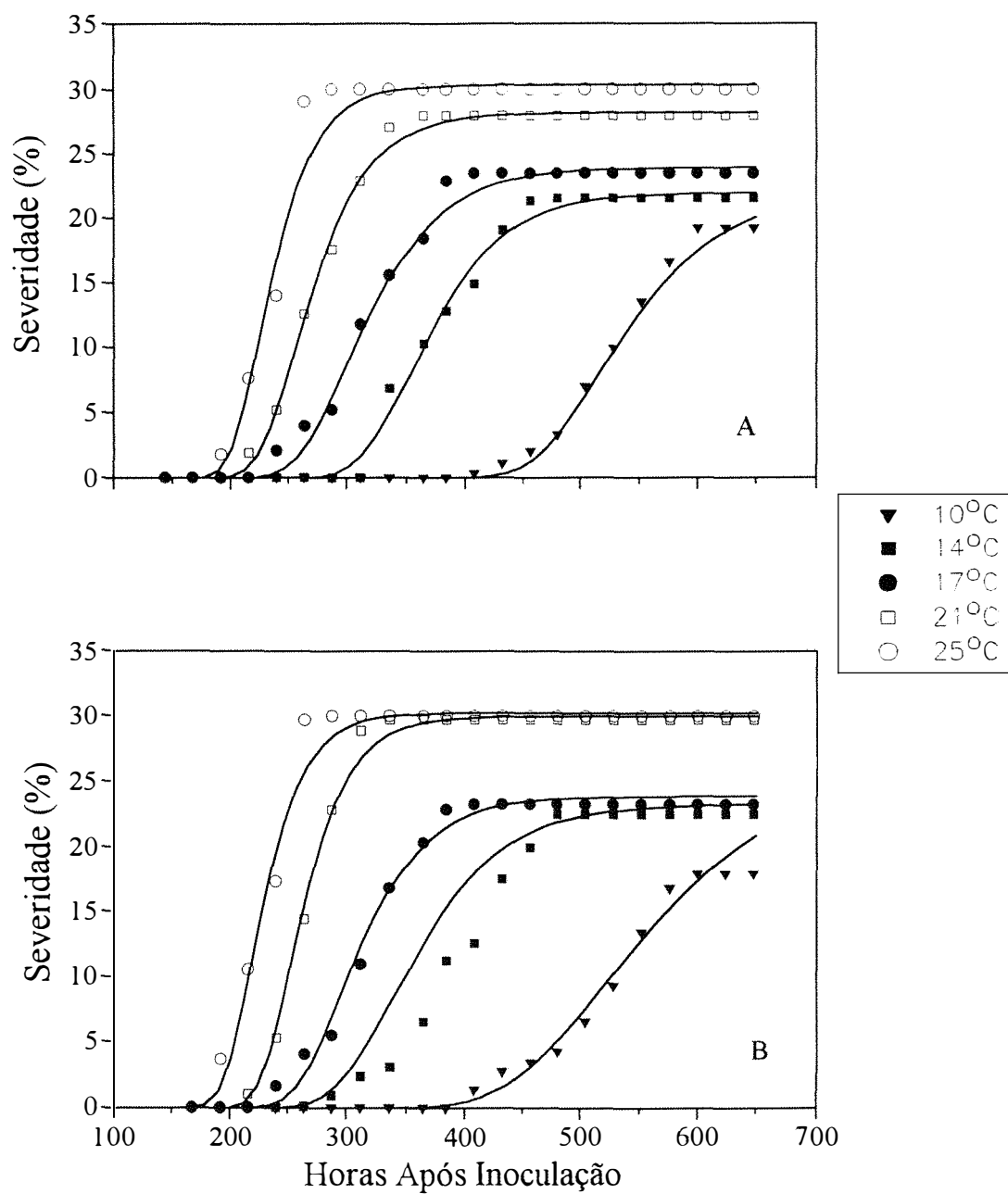
ZAUMEYER, W.J.; THOMAS, H.R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington: USDA, 1957. 255p. (USDA. Technical Bulletin, 868).



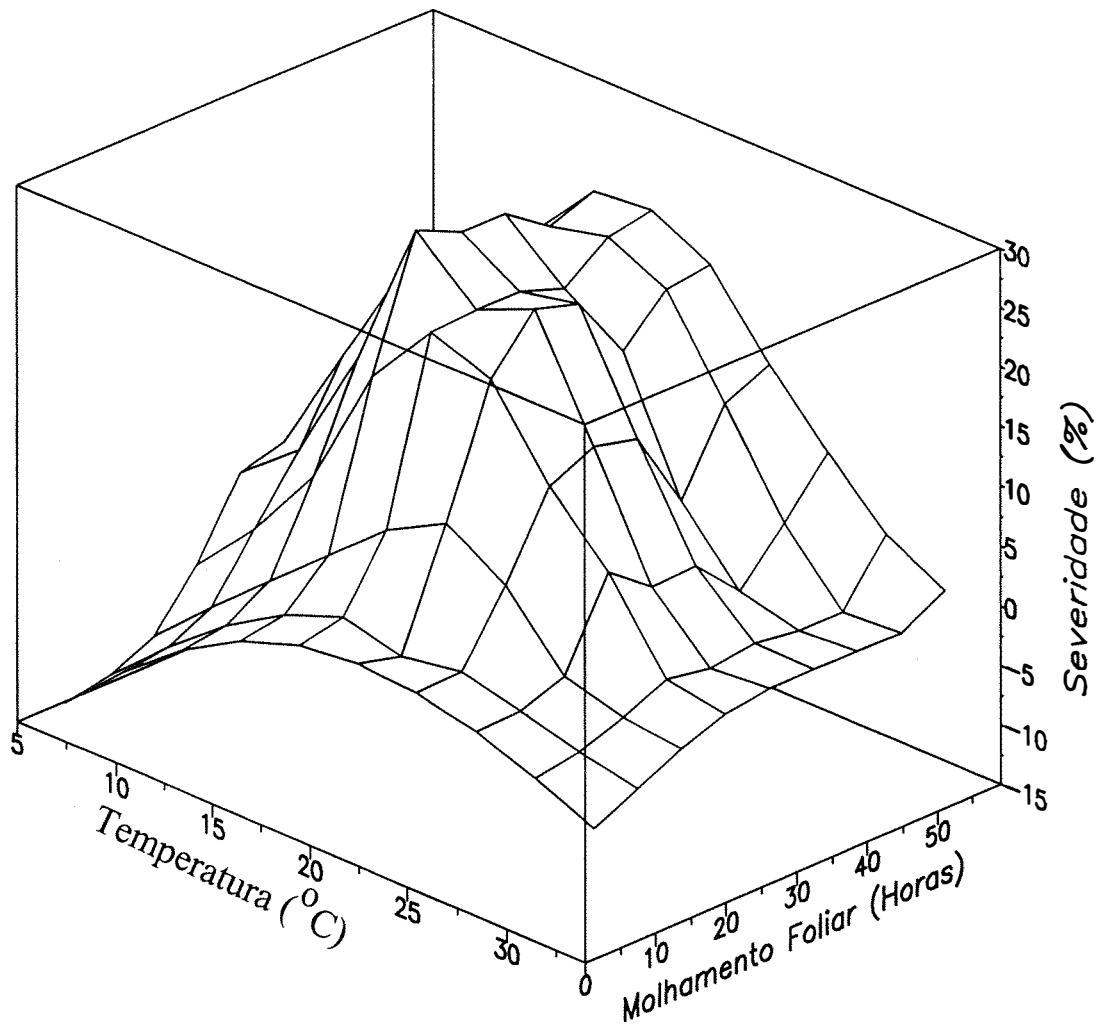
APÊNDICE 1 - Curvas de progresso dos dados de severidade da antracnose do feijoeiro no cv. Carioca, nas temperaturas de 6, 10, 14, 17, 21, 25 e 29°C e 48, 42, 36 e 30 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada um dos períodos de molhamento foliar testados.



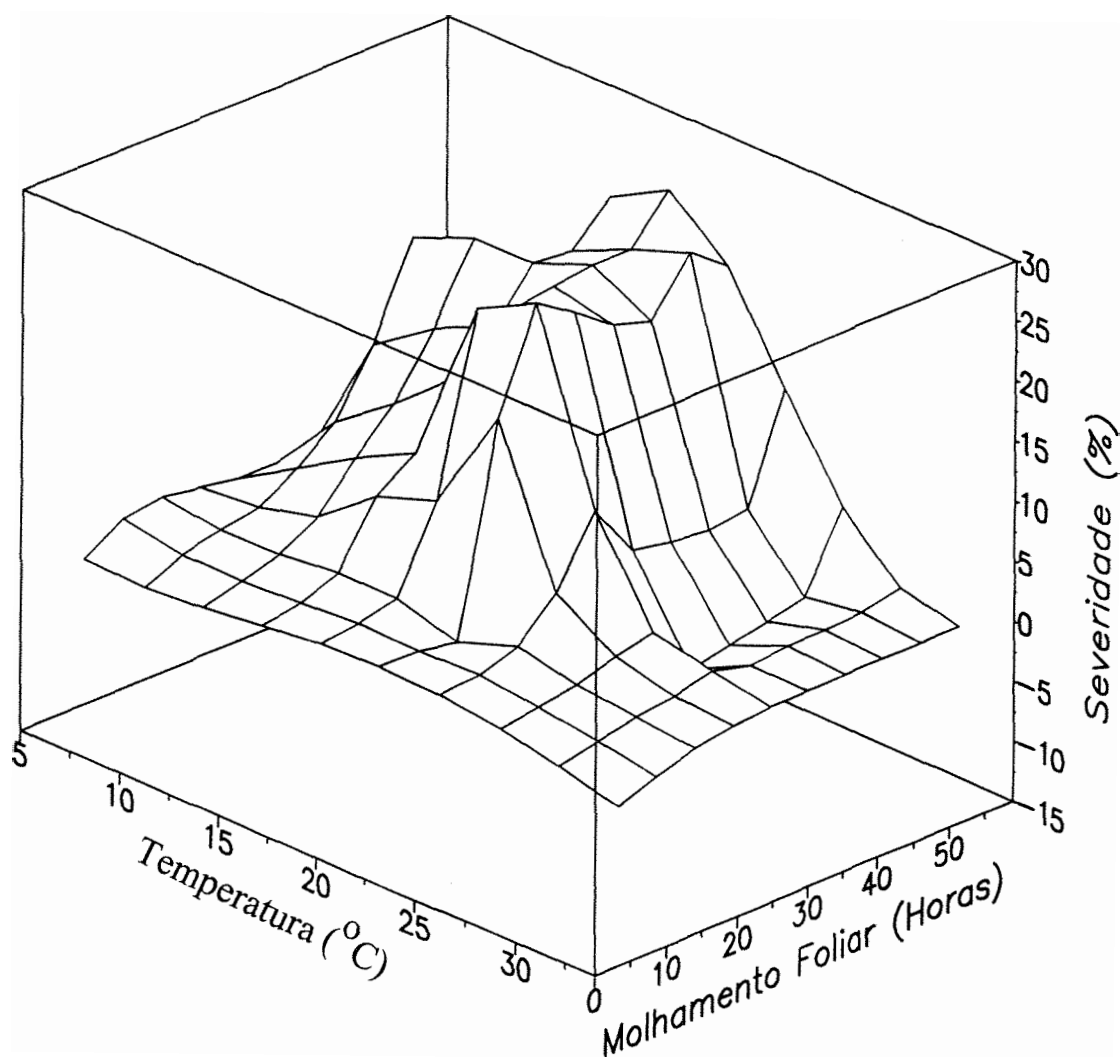
APÊNDICE 2 - Curvas de progresso dos dados de severidade da antracnose do feijoeiro no cv. Rosinha, nas temperaturas de 6, 10, 14, 17, 21, 25 e 29°C e 48, 42, 36 e 30 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada um dos períodos de molhamento foliar testados.



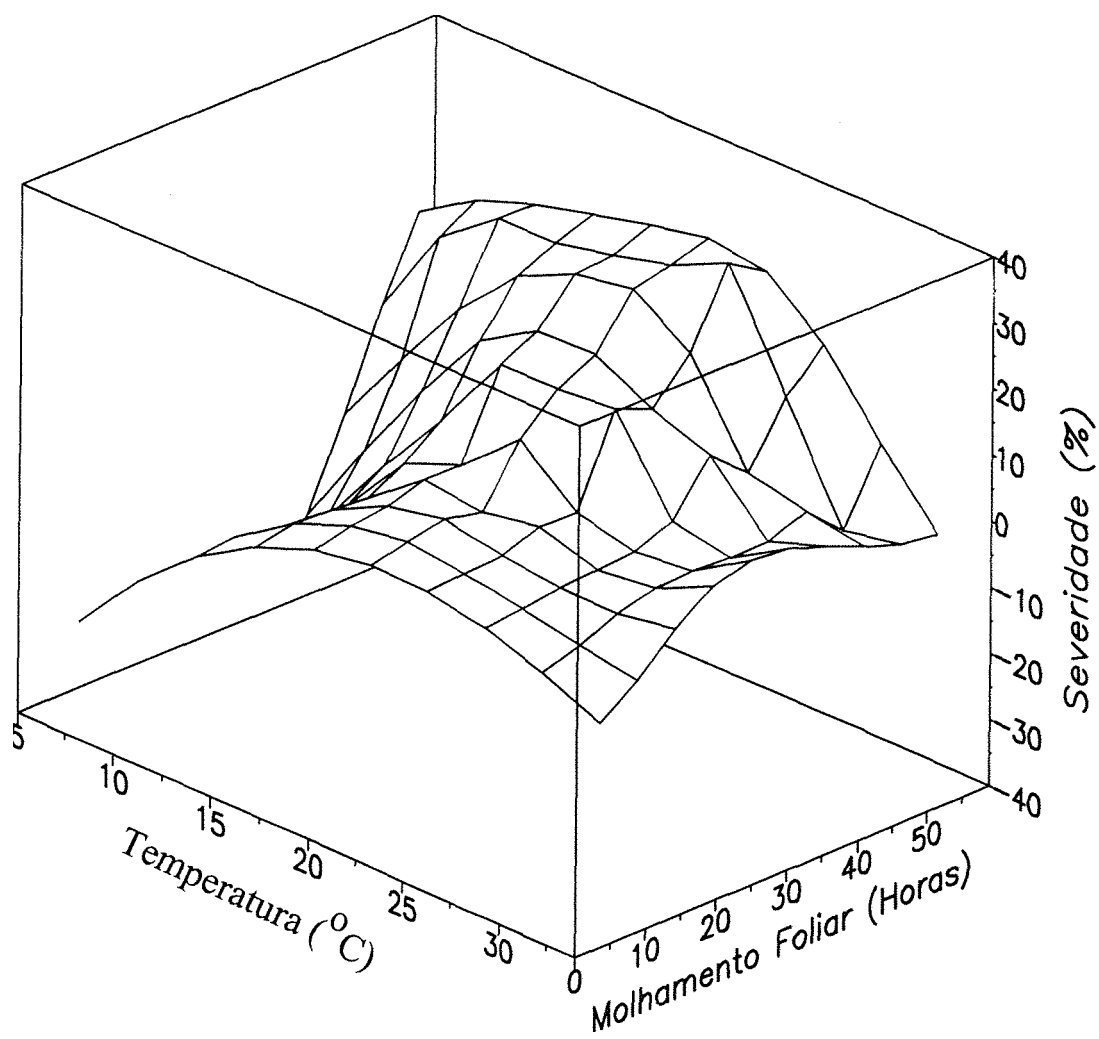
APÊNDICE 3 - Curvas de progresso dos dados de severidade da mancha angular do feijoeiro no cv. Carioca (A) e no cv. Rosinha (B), nas temperaturas de 10, 14, 17, 21 e 25 e 29°C e 48 horas de molhamento foliar. Os pontos representam os dados reais e as linhas representam as equações ajustadas para cada uma das temperaturas testadas.



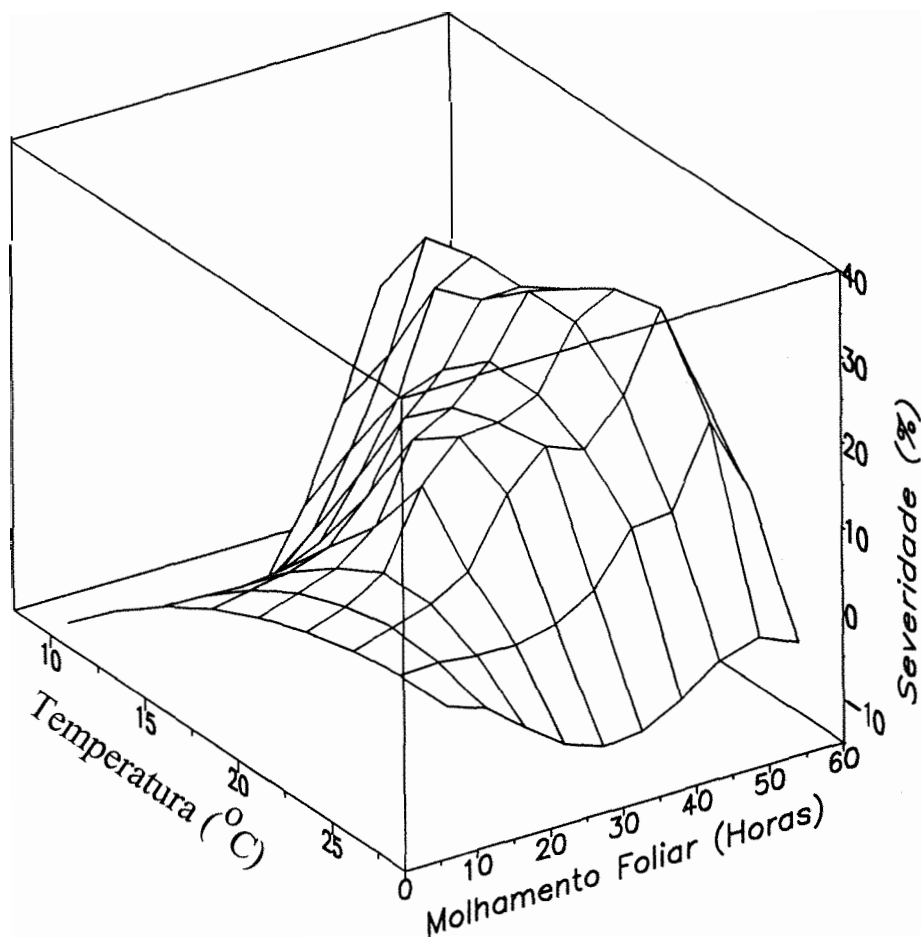
APÊNDICE 4 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, no cultivar Carioca.



APÊNDICE 5 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da antracnose (*C. lindemuthianum*) do feijoeiro, no cultivar Rosinha.



APÊNDICE 6 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, no cultivar Carioca.



APÊNDICE 7 - Efeito do período de molhamento foliar e da temperatura na severidade da mancha angular (*P. griseola*) do feijoeiro, no cultivar Rosinha.