**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR
Phaeoisariopsis griseola EM FEIJOEIRO (*Phaseolus
vulgaris* L.) NO MUNICÍPIO DE LONDRINA - PR**

SOLANGE MONTEIRO DE TOLEDO PIZA GOMES CARNEIRO

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitopatologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1995

**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR
Phaeoisariopsis griseola EM FEIJOEIRO (*Phaseolus
vulgaris* L.) NO MUNICÍPIO DE LONDRINA - PR**

SOLANGE MONTEIRO DE TOLEDO PIZA GOMES CARNEIRO
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. LILIAN AMORIM

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitopatologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Carneiro, Solange Monteiro de Toledo Piza Gomes

Quantificação de danos causados por *Phaeoisariopsis griseola* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no município de Londrina - PR. Piracicaba, 1995.
102p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Feijão - Doença - Manejo integrado 2. Mancha angular do feijoeiro - Dano - Avaliação I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.652

**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR
Phaeoisariopsis griseola EM FEIJOEIRO (*Phaseolus
vulgaris* L.) NO MUNICÍPIO DE LONDRINA - PR**

SOLANGE MONTEIRO DE TOLEDO PIZA GOMES CARNEIRO

Aprovada em: 31/01/1996

Comissão julgadora:

Prof^a. Dr^a. Lilian Amorim

ESALQ/USP

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Nelson Gimenez Fernandes

FCAVJ/UNESP

Prof^a. Dr^a. LILIAN AMORIM

Orientadora

*Ao meu esposo Rui, que
sempre me compreendeu e apoiou,
pelo amor, carinho e companheirismo
em todos os momentos*

OFEREÇO

*Aos meus pais Clóvis e Maria Helena,
que com dedicação possibilitaram
meus estudos, pelo incentivo e
apoio que sempre demonstraram*

*Às minhas avós Zenaide e Nina
e
Aos meus irmãos Edson, Evandro e Zoraide,
pelo apoio e amizade*

DEDICO

AGRADECIMENTOS:

Expresso minha sincera gratidão a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho, em especial:

Ao Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e ao Departamento de Fitopatologia pela oportunidade concedida;

À Professora Lilian Amorim, pela orientação, amizade e apoio constantes;

Ao Professor Armando Bergamin Filho, pela colaboração, apoio e sugestões apresentadas;

Aos professores, colegas e funcionários do Departamento de Fitopatologia, pelos ensinamentos, cooperação e amizade;

Ao CNPq pelo auxílio financeiro;

Aos funcionários da Área de Proteção de Plantas do IAPAR, Euclides Romano e Marlene Caldieri pelo auxílio na condução dos experimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS DO APÊNDICE.....	xiii
RESUMO.....	xvi
SUMMARY.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 A mancha angular do feijoeiro.....	05
2.1.1. Etiologia e morfologia.....	05
2.1.2. Sintomas.....	06
2.1.3. Ocorrência e importância de <i>P. griseola</i>	07
2.1.4. Epidemiologia e infecção da planta.....	08
2.1.5. Controle.....	09
2.2. Quantificação de danos.....	10
2.2.1. Obtenção de dados para estimativa de danos	10
2.2.2. Avaliação de doenças.....	11
2.3. Modelos para estimativa de danos.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Instalação dos experimentos.....	20
3.2. Obtenção dos isolados de <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	21
3.3. Obtenção do inóculo de <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	22
3.4. Inoculação de <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	22
3.5. Avaliação da área foliar.....	24
3.6. Avaliação da mancha angular.....	24
3.7. Análise dos resultados.....	26
3.7.1. Cálculo de AUDPC e AULAPC.....	26
3.7.2. Cálculo de LAI SADIO, HAD e HAA.....	26

3.8. Avaliação da produção.....	28
4. RESULTADOS.....	29
5. DISCUSSÃO.....	61
6. CONCLUSÃO.....	71
7. LITERATURA CITADA.....	72
8. APÊNDICE.....	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Esquema de inoculação de <i>P. griseola</i>	23
02	Escala diagramática para avaliação da mancha angular do feijoeiro.....	25
03	Valores individuais de AUDPC de 92 plantas do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	29
04	Relação entre área sob a curva de progresso da doença e componentes de produção de 92 plantas do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	30
05	Curva do índice de área foliar sadio(LAI SADIO) médio de plantas agrupadas pela AUDPC, em função do tempo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	31
06	LAI SADIO médio em função do tempo de plantas do cultivar Rosinha agrupadas segundo valores de AUDPC. Safra de inverno, 1993.....	32
07	LAI SADIO médio em função do tempo de plantas do cultivar Rosinha com AUDPC<20 e AUDPC>20. Safra de inverno, 1993.....	32

08	LAI SADIO médio em função do tempo de 10 plantas do cultivar Rosinha, com as menores e maiores AUDPC. Safra de inverno, 1993.....	33
09	Médias do LAI SADIO em função do tempo das plantas marcadas de cada parcela, agrupadas segundo a concentração de inóculo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	34
10	Curvas médias do LAI SADIO em função do tempo de plantas agrupadas segundo a concentração de inóculo recebida. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	35
11	Comparação entre o LAI SADIO de parcelas com altas (quadrados cheios) e baixas (círculos vazios) concentrações de inóculo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	37
12	Número de vagens por planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, no cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	38
13	Produção (g/planta) de plantas do cultivar Rosinha, em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA. Safra de inverno, 1993.....	39
14	Número de sementes por planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	40
15	Número de sementes por vagem em função de	

	AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	41
16	Peso médio de sementes/planta do cultivar Rosinha, em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA. Safra de inverno, 1993.....	42
17	Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	43
18	Produção em gramas/planta, (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	43
19	Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	44
20	Produção em gramas por planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA), em função do HAA. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.....	44
21	Número de vagens/planta em função do LAI SADIO de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	46
22	Produção (g/planta) em função de LAI SADIO de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	47
23	Relação entre número de vagens/planta e LAI	

	SADIO de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	48
24	Relação entre produção (g/planta) e LAI SADIO de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura.....	49
25	Relação entre coeficientes angulares das regressões entre LAI SADIO e número de vagens/planta em diferentes datas para 92 plantas e grupos de plantas.....	50
26	Relação entre coeficientes angulares das regressões entre LAI SADIO e produção em diferentes épocas de avaliação para 92 plantas e grupos de plantas.....	50
27	Relação entre número de vagens/planta e HAA diário de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	51
28	Relação entre produção (g/planta) e HAA diário de 92 plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.)..	52
29	Relação entre número de vagens/planta e HAA diário de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	53

30	Relação entre produção (g/planta) e HAA diário, de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).....	54
31	Relação entre coeficientes angulares das regressões entre HAA diário e número de vagens/planta em diferentes datas para 92 plantas do cultivar Rosinha e grupos de plantas.....	55
32	Relação entre coeficientes angulares das regressões entre HAA diário e produção(g/planta) em diferentes datas, para 92 plantas do cultivar Rosinha e grupos de plantas.....	55
33	Relação entre número de vagens por planta e HAD dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	57
34	Relação entre produção (g/planta) e HAD dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.	57
35	Relação entre HAA e número de vagens/planta dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	58
36	Relação entre HAA e produção (g/planta) nos	

	experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.	58
37	Relação entre número de vagens/planta e HAD para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	59
38	Relação entre produção (g/planta) e HAD para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	59
39	Relação entre número de vagens por planta e HAA para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	60
40	Relação entre produção (g/planta) e HAA para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.....	60

APÊNDICE

FIGURA Nº	Página
01A Número de vagens/planta em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	89
02A Produção em gramas/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	90
03A Número de sementes/planta em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	91
04A Número de sementes/vagem em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	92
05A Peso(g)/semente em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	93
06A Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	94
07A Produção em gramas/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	94

08A	Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	95
09A	Produção em gramas/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.....	95
10A	Número de vagens/planta em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	96
11A	Produção em gramas/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	97
12A	Número de sementes/planta em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	98
13A	Número de sementes/vagem em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	99
14A	Peso(g)/semente em função de AUPDC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	100
15A	Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	101

16A	Produção em gramas/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	101
17A	Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	102
18A	Produção em gramas/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.....	102

**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR
Phaeoisariopsis griseola EM FEIJOEIRO (*Phaseolus
vulgaris* L.) NO MUNICÍPIO DE LONDRINA - PR**

Autora: SOLANGE M. de TOLEDO PIZA GOMES CARNEIRO

Orientadora: PROF^a. DR^a. LILIAN AMORIM

RESUMO

Foram realizados três experimentos de campo no município de Londrina, estado do Paraná, com a finalidade de determinar os danos causados pela mancha angular do feijoeiro (*Phaeoisariopsis griseola*).

Foram utilizados os cultivares Rosinha G-2 e Carioca Comum, sendo que o primeiro foi plantado em 18 de maio e o segundo em 18 de maio e 30 de agosto de 1993. Cada experimento foi constituído de dezesseis parcelas. Quinze parcelas foram inoculadas com diferentes concentrações de inóculo do fungo com a finalidade de obter um gradiente de severidade de doença. Uma parcela foi pulverizada

periodicamente com fungicida para obter plantas completamente livres da doença.

Foram feitas avaliações semanais da área foliar e da severidade da doença em 6 plantas marcadas em cada parcela. A área foliar foi calculada a partir da largura do folíolo central de cada folha da planta e a severidade da doença foi estimada com auxílio de uma escala diagramática. Estes dados foram utilizados para calcular a área sob a curva de progresso da doença (AUDPC), o índice de área foliar (LAI), a área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC), a duração da área foliar sadia (HAD) e a absorção da área foliar sadia (HAA).

Observou-se que a AUDPC não apresentou correlação com os componentes de produção número de vagens/planta, produção (g/planta), número de sementes/planta, número de sementes/vagem e peso (g)/semente para nenhum dos três ensaios. Contudo, AULAPC, LAI, HAD e HAA foram positivamente correlacionados com os componentes de produção. A análise conjunta dos três experimentos mostrou que a relação entre HAD e número de vagens/planta e HAD e produção (g/planta) foi diferente entre os cultivares Rosinha, safra de inverno e Carioca, safra das águas. No entanto, HAA apresentou sempre a mesma relação com os componentes de produção nos diferentes experimentos. Esta variável também apresentou correlação com os componentes de produção, em diferentes fases do ciclo da cultura, indicando grande possibilidade para sua utilização no futuro, em sistemas de manejo integrado desta doença.

**QUANTIFICATION OF DAMAGE CAUSED BY
Phaeoisariopsis griseola ON BEANS (*Phaseolus vulgaris*
L.) IN LONDRINA - PR.**

Author: SOLANGE M. DE TOLEDO PIZA GOMES CARNEIRO

Adviser: PROF^a. DR^a. LILIAN AMORIM

SUMMARY

Three field experiments were carried out in Londrina, Paraná State, for quantification of the damage caused by *Phaeoisariopsis griseola* (angular leaf spot of beans).

The cultivars Rosinha G-2 and Carioca Comum were sown in May 18th and August 30th in 1993. Each experiment had sixteen plots. Fifteen plots of each experiment were inoculated with different concentrations of inoculum of the fungus, aiming to have a gradient of disease severity. One plot was sprayed with fungicide to have plants free of disease.

Every week evaluations of the leaf area and the severity of the disease on six marked plants in each plot

were made. The leaf area was calculated by the width of the central leaflet, and the severity was estimated by using a diagrammatic scale. With these data the area under the disease progress curve (AUDPC), the leaf area index(LAI), the area under the leaf area progress curve(AULAPC), the healthy leaf area duration (HAD) and the healthy leaf area absorption(HAA) were calculated.

No correlation was found between AUDPC and the yield components such as number of pods/plant, yield(g)/plant, number of seeds/plant, number of seeds/pod, weight(g)/seed. However, AULAPC, LAI, HAD and HAA had correlation with yield components. The analysis of the three experiments have shown that the relationship between HAD and number of pods/plant and HAD and yield (g/plant) have changed, depending on the cultivars and planting date. On the other hand, the relationship between HAA and yield components was always the same on the three experiments. This variable has also shown correlation with yield components at different dates after sowing, what indicate a great possibility for its utilization in the future, in systems of integrated management of this disease.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais características do feijoeiro é sua versatilidade. Ele adapta-se às mais variadas condições climáticas, exhibe grande contraste no tipo de plantas e na duração do período vegetativo, sendo parte dos mais diversos sistemas de produção no mundo. O feijoeiro é cultivado em grandes áreas geográficas de 52° latitude norte até 32° latitude sul, do nível do mar até 3000 metros de altitude. Embora sua adaptação seja maior para locais altos dos trópicos e zonas temperadas, também é cultivado nos trópicos úmidos, semi-áridos, e mesmo em zonas de clima frio (SCHOONHOVEN & VOYSEST, 1991).

O centro de origem de *Phaseolus vulgaris* L. é o continente americano. Foram encontrados restos arqueológicos em diversos sítios nos Estados Unidos, México e Peru, remontando a cerca de 2300, 7000 e até 10000 anos atrás, respectivamente (VOYSEST, 1983).

O feijoeiro comum é, entre as leguminosas alimentícias, a espécie mais importante para o consumo humano (VOYSEST, 1983) principalmente nos países da América Latina e África, onde é a principal fonte de proteína, devido ao seu teor protéico de cerca de 22% (VIEIRA, 1988). A América Latina, em particular, é a zona de maior produção

e consumo, estimando-se que 30% da produção mundial provém desta área (SANDERS & SCHWARTZ, 1980; VOYSEST, 1983).

O Brasil é o maior produtor mundial de *Phaseolus vulgaris*. Dados preliminares mostram que a área plantada no ano agrícola 93/94 foi de 3.791.444 ha, com uma produção de 2.267.452 t, o que equivale a uma produtividade de 598 kg/ha (PARANÁ, 1995). A projeção para a safra 94/95 é de uma produção de 3.201.000 t (MERCADO INTERNO, 1995). A região sul do Brasil é a maior produtora de feijão do país, respondendo, na safra 92/93, por 36% da produção brasileira (PARANÁ, 1993). O Paraná é o maior produtor brasileiro de feijão. Na safra 93/94, o estado plantou 596.300 ha de feijão, colhendo 498.800 t (PARANÁ, 1995), que significa 22% da produção nacional, com uma produtividade de 836 kg/ha. Apesar destes valores, o Brasil tem importado nos últimos 10 anos, em média, 55.000 t da leguminosa (MERCADO INTERNO, 1995).

As doenças estão entre as maiores causas de redução na produtividade do feijoeiro. Existem mais de 200 doenças que afetam esta cultura, que limitam a produção e reduzem a qualidade fisiológica, sanitária, nutricional e comercial do produto (BIANCHINI et al., 1989). A importância de uma doença é determinada pela perda que ela ocasiona, sendo a magnitude desta perda determinada pelo dano provocado e pela frequência com que ele ocorre em cada ciclo da cultura (SANDERS & SCHWARTZ, 1980).

Dano pode ser definido como qualquer redução em quantidade e/ou qualidade da produção devido à ocorrência de injúria, sendo esta, sintomas visíveis ou mensuráveis causados por um patógeno (ZADOKS, 1985; NUTTER et al., 1991). Apesar das doenças de plantas terem sido inicialmente estudadas devido aos danos que causam, existem

poucos dados confiáveis, quantitativos, estimando os prejuízos provocados pelas mesmas (JAMES, 1974).

A quantificação dos danos é o passo inicial para o desenvolvimento de qualquer programa de manejo de doenças. Não se pode reduzir os prejuízos causados por uma doença a níveis aceitáveis sem conhecer qual é o dano causado por ela (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Não se pode esperar a aplicação dos escassos recursos destinados à pesquisa agropecuária na determinação de métodos de controle de doenças cujos danos não estejam bem caracterizados (JAMES, 1974). Por outro lado, é necessário estimar a magnitude dos danos causados, para avaliar-se o ganho obtido pelo uso de determinada medida de controle (CHIARAPPA, 1971; JAMES, 1974). Esta estimativa também serve de base para decisões políticas e governamentais em nível regional, estadual, federal e internacional (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Deste modo, no contexto da fitopatologia, a determinação do prejuízo causado por fitopatógenos representa a definição do problema, e seria ilógico, e certamente ineficiente, buscar soluções para um problema que ainda não tenha sido definido (BERGAMIN FILHO, 1995).

O objetivo da quantificação de danos não é simplesmente estimar a perda que possa haver, mas também fornecer informações que possam ser utilizadas para o manejo de doenças (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Os modelos de avaliação de danos podem ser incorporados num sistema de manejo de doença, o qual pode ser utilizado para prever o desenvolvimento da doença e prevenir redução da produção através da utilização de medidas de controle (JAMES & TENG, 1979).

Modelo, segundo TENG (1987), é qualquer representação de um sistema, numa forma diferente da original. As

equações matemáticas usadas para descrever modelos de dano são a síntese das observações do pesquisador, representadas em símbolos (JAMES & TENG, 1979). A maioria dos modelos desenvolvidos até o momento para avaliar danos são modelos empíricos de regressão, do tipo $Y=f(x)$, onde Y geralmente é a porcentagem de redução da produção e x, a porcentagem de intensidade de doença (TENG, 1981). Um modelo que capture a essência do efeito da doença sobre a produção permitirá, por exemplo, a determinação do limiar de dano econômico para controle (TENG, 1987).

Uma das maiores limitações para a implementação de programas de manejo integrado de doenças tem sido a escassez de informação sobre danos (APPLE, 1977), sendo deste modo, necessários modelos para sua previsão (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

A mancha angular do feijoeiro, causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr., é uma doença bastante importante nesta cultura, ocorrendo em várias regiões produtoras do Brasil, África e América Latina (BEEBE & PASTOR-CORRALES, 1991). Ela causa manchas necróticas nas folhas, afetando também pecíolos, ramos e vagens. Já foram constatadas reduções no rendimento de 7 a 80%, dependendo do local e ano dos experimentos (SCHWARTZ et al., 1981; BRENES, 1983; SARTORATO & RAVA, 1992). O objetivo deste trabalho foi determinar, nas condições de Londrina, Paraná, os danos provocados pela mancha angular em *Phaseolus vulgaris* e estabelecer a função de dano para este patossistema, que poderá posteriormente ser utilizada num sistema de manejo integrado de doenças do feijoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A mancha angular do feijoeiro

2.1.1. Etiologia e morfologia

A mancha angular do feijoeiro é causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris, (ELLIS, 1971; CMI, 1986), que foi descrito pela primeira vez por Saccardo, em 1878, como *Isariopsis griseola*. Em 1909, Ferraris concluiu que o gênero *Isariopsis* era sinônima do gênero *Phaeoisariopsis*, propondo então a denominação de *Phaeoisariopsis griseola* para o patógeno (ZAUMEYER & THOMAS, 1957). São considerados sinônimos *Graphium laxum* Ell., *Isariopsis laxa* (Ell.) Sacc., *Cercospora columnare* Ell. and Ev., *Lindaumyces griseola* Gonz. Frag., *Arthrobotryum puttemansii* Henn., *Cercospora sthulmanni* Henn. e *Cercospora solimani* Speg. (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; FERRAZ, 1980; CMI, 1986).

O fungo produz nas lesões, na face inferior das folhas, sinemas de 250 µm de altura ou mais, medindo entre 20µm a 40 µm de largura na base. Os conidióforos são marrons ou pardos, septados, com 3 a 4 µm de largura na base e 4 a 6 µm no ápice, produzindo, no topo, os conídios.

Estes possuem forma cilíndrica a fusiforme, geralmente curvos, de coloração marrom-olivácea, com 2 a 6 septos, apresentando 35-70 μm de comprimento, e largura de 5 a 7,5 μm e 1,5 a 2 μm na parte central e na base, respectivamente (CMI, 1986).

2.1.2. Sintomas

Os sintomas típicos, que deram origem ao nome da doença, surgem nas folhas trifolioladas, na forma de lesões necróticas, de coloração inicialmente cinza passando posteriormente a marrom escuro, delimitadas pelas nervuras (ZAUMEYER & THOMAS, 1957). Pode ocorrer a formação de halo clorótico de margens indefinidas ao redor das lesões. Estas podem coalescer e causar necrose e amarelecimento parcial da folha, resultando em desfolha prematura. Em condições favoráveis observa-se, na face inferior dos folíolos, pontuações negras formadas pelos sinemas do fungo (FERRAZ, 1980). Nas folhas primárias as lesões são circulares, de coloração marrom ou marrom-avermelhada (BIANCHINI et al., 1989).

Nas vagens, as lesões são superficiais, de tamanho e conformação variáveis, mas geralmente circulares, pardo-avermelhadas, com bordos escuros (VIEIRA, 1983; ZAUMEYER & THOMAS, 1957). Vagens infectadas podem produzir sementes pouco desenvolvidas ou totalmente enrugadas (FERRAZ, 1980).

P. griseola pode ainda afetar ramos e pecíolos, produzindo lesões alongadas, marrons ou pardo-avermelhadas, onde também podem ser produzidos sinemas (FERRAZ, 1980; VIEIRA, 1983).

2.1.3. Ocorrência e importância de *P. griseola*

A mancha angular do feijoeiro ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais de países como Colômbia, Argentina, Costa Rica, Guatemala, México, Peru, Venezuela, Estados Unidos, Austrália, Índia, Irã, Japão, Israel, além de países da África e Europa (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; ELLIS, 1971; FERRAZ, 1980).

No Brasil, a mancha angular do feijoeiro era, há alguns anos atrás, considerada uma doença de aparecimento esporádico, que não causava danos sérios, e portanto de importância secundária para a cultura (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; VIEIRA, 1960; VIEIRA, 1964). Em São Paulo, ocorria geralmente em final de ciclo, não comprometendo a produção, mas apesar disso era tida como uma doença que poderia causar perdas elevadas se aparecesse precocemente, devido à grande redução de área foliar que ocasionava (Paradela Filho, 1971¹ citado por COSTA, 1971).

Trabalhos mais recentes consideram que a mancha angular é uma doença bastante importante para a cultura do feijoeiro (BEEBE & PASTOR-CORRALES, 1991). O surgimento mais precoce da mancha angular durante o ciclo da cultura (BULISANI et al., 1987; ROSTON, 1990), e o plantio de materiais mais suscetíveis, aliado a um ambiente favorável (SARTORATO, 1989), são provavelmente responsáveis pelo aumento nos prejuízos causados por esta doença.

No Paraná, a mancha angular ocorre em todas as regiões produtoras, tendo maior intensidade na safra da seca (BIANCHINI et al., 1989).

¹ Paradela Filho, O. Algumas moléstias fúngicas do feijoeiro que ocorrem em São Paulo. I. Simpósio Brasileiro do Feijão. Campinas, agosto, 1971.

2.1.4. Epidemiologia e infecção da planta

O fungo penetra pelos estômatos da folha. Após 3 dias ocorre necrose das células guarda dos estômatos e das células do mesófilo adjacente, com desintegração dos cloroplastos. O fungo desenvolve-se intercelularmente, e a partir do 9º dia, intracelularmente no tecido necrótico, sendo o estroma formado a partir do 10º ao 12º dias na cavidade sub-estomática. Com a presença de alta umidade, o corêmio é formado (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956).

SILVERA (1967), estudando o efeito da temperatura sobre a formação de corêmios de *P. griseola*, observou que a temperatura de 25°C foi a mais favorável ao desenvolvimento das estruturas reprodutivas do patógeno, que ocorreu em 24 horas neste tratamento, seguida pelas temperaturas de 20 e 15°C. Os conídios foram produzidos também em 24 horas nas temperaturas de 15, 20 e 25°C, com ótimo a 25°C. Na temperatura de 10°C, os esporos são produzidos após 48 horas, sendo que a 30°C, os conídios são deformados e produzidos mais tardiamente. Os esporos germinam em temperaturas entre 8 e 32°C, com ótimo a 20-28°C (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956), mas apenas na presença de água livre por um período mínimo de 3 horas (SILVERA, 1967).

O efeito da temperatura sobre a infecção e desenvolvimento da mancha angular foi estudado por INGLIS & HAGEDORN (1986), que observaram que as maiores lesões ocorreram em temperatura constante de 24°C. CARDONA-ALVAREZ & WALKER (1956), observaram que plantas mantidas a 16°C por 48 horas após a inoculação tiveram um desenvolvimento mais lento da doença. Observaram, também, diminuição do período de incubação a 24°C, e ausência de infecção a 32°C. A

severidade dos sintomas foi maior a 24°C, sendo que também nesta temperatura a desfolha começou antes e foi completada mais rapidamente. Os mesmos autores constataram que 3 horas de umidade foi suficiente para infecção, mas a severidade da doença foi maior com o prolongamento do período de umidade para 24 horas. A formação dos corêmios e de esporos ocorreu apenas em atmosfera úmida mantida por 24 e 72 horas, respectivamente.

Conídios de *P. griseola* são disseminados por vento, partículas de solo infestadas e respingos de chuva, sendo que a liberação dos esporos ocorre melhor na ausência de chuva (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956). O fungo sobrevive em sementes e em restos de cultura por períodos entre 10 meses e 2 anos (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956; SINDHAN & BOSE, 1979; CORREA & SAETTLER, 1987).

CARDONA-ALVAREZ & WALKER (1956), estudando a gama de hospedeiros de *P. griseola*, observaram que além de *Phaseolus vulgaris*, apenas *P. lunatus* foi suscetível ao patógeno entre 18 leguminosas testadas. CAMPOS & FUCIKOVSKY (1981) conseguiram infectar artificialmente outras espécies de *Phaseolus* como *P. coccineus*, *P. angularis*, *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *P. calcaratus* e *P. vulgaris* selvagem.

2.1.5. Controle

As medidas recomendadas para controle da mancha angular são: rotação de culturas por no mínimo 2 anos, eliminação de restos de cultura, uso de sementes sadias, controle químico e uso de cultivares com maior nível de resistência.

A resistência varietal tem sido bastante estudada como método de controle da mancha angular, e algumas

linhagens e variedades resistentes têm sido identificadas (BARROS et al., 1957; SINGH & SHARMA, 1975; SANTOS FILHO et al., 1976b; SCHWARTZ et al., 1982; SAETTLER & CORREA, 1984; SAETTLER & CORREA, 1985; HAGEDORN & RAND, 1986; CORREA & SAETTLER, 1987; SARTORATO, 1989; FERRÃO et al., 1990a; FERRÃO et al., 1990b; CASTRO et al., 1991; RIBEIRO, 1991; SINGH et al., 1991). No entanto, *Phaeoisariopsis griseola* apresenta raças fisiológicas (SARTORATO, 1989), o que dificulta a obtenção de materiais com alto nível de resistência a todas as raças.

A aplicação de fungicidas é uma das principais medidas de controle da mancha angular. Vários trabalhos foram realizados visando o teste de fungicidas (ISSA et al., 1982; TANAKA & JUNQUEIRA NETO, 1982; CASTRO et al., 1989; GOULART, 1990; OLIVEIRA et al., 1992), o estudo do efeito protetor e curativo de alguns produtos (RODRIGUES et al., 1987), e do efeito do número e época de aplicação sobre o controle da mancha angular (BARROS et al., 1992).

2.2. Quantificação de danos

2.2.1. Obtenção de dados para estimativa de danos

Diferentes métodos têm sido empregados para quantificação de danos em ensaios de campo. Os mais empregados são o método da parcela experimental e o método de plantas individuais.

O método da parcela experimental foi inicialmente utilizado como parcelas pareadas, que envolve a comparação de produção de duas parcelas em cada repetição, sendo uma protegida da ocorrência da doença e a outra com ocorrência natural do patógeno (CHIARAPPA, 1971). De cada par de tratamentos é derivado um grupo de dados com intensidade de

doença conhecida e correspondente redução na produção (SHANE & TENG, 1987). Outra versão da parcela experimental, e considerada mais eficiente que a anterior (CAMPBELL & MADDEN, 1990), é conhecida por tratamentos múltiplos, e envolve a comparação de parcelas com diferentes níveis de doença com uma parcela sadia (SHANE & TENG, 1987). Múltiplos níveis de injúria podem ser obtidos pela inoculação artificial com diferentes concentrações de inóculo, em diferentes épocas e frequências, pelo uso de fungicidas, de linhas isogênicas, ou manipulação do ambiente (SAH, & MACKENZIE, 1987; MADDEN, 1983).

O método das plantas individuais implica na seleção de 50 a 2000 plantas em um campo comercial ou experimental, escolhidas de modo a obter uma grande variação na intensidade dos sintomas, além de plantas sadias. Cada planta é colhida individualmente e considerada como um dado para a análise de regressão (SHANE & TENG, 1987).

2.2.2. Avaliação de doenças

A quantificação da intensidade da doença tem a mesma importância para a fitopatologia que a diagnose (JAMES, 1974; KRANZ, 1988).

Deste modo, métodos precisos e acurados devem ser desenvolvidos para assegurar uma avaliação correta da doença no campo. Os parâmetros mais utilizados nas avaliações de dano para caracterizar doenças são incidência e severidade.

Incidência pode ser definida como a porcentagem de plantas doentes em uma população (JAMES, 1974). Aplica-se principalmente para avaliação de doenças que afetam a planta inteira, como murchas vasculares, algumas viroses e

no caso de culturas hortícolas onde uma única lesão no fruto pode impedir a comercialização do produto (KRANZ, 1988).

Severidade é a porcentagem da área ou volume de tecido coberto por sintomas em uma planta (JAMES, 1974; KRANZ, 1988), sendo um parâmetro bastante utilizado para avaliação de doenças foliares, já que encontra-se muito ligado à produtividade e, portanto, aos danos causados pelas doenças.

Já intensidade é um termo geral usado para quantidade de doença, e refere-se tanto a incidência como a severidade (CHIARAPPA, 1971).

Vários métodos têm sido desenvolvidos para avaliação de severidade, sendo que os mais comuns são: chaves descritivas, escalas diagramáticas, análise de imagem, e sensoriamento remoto (JAMES, 1974; JAMES & TENG, 1979; GAUNT, 1987; KRANZ, 1988). A escala diagramática é o método de maior rapidez e menor custo, o que o torna mais atraente em situações onde grande número de amostras devem ser analisadas (AMORIM & BERGAMIN FILHO, 1991), constituindo-se, atualmente, na principal ferramenta de avaliação da severidade para muitas plantas (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

2.3. Modelos para estimativa de danos

JAMES (1974) citou três tipos de modelos empregados para relacionar injúria-dano, que são: modelo de ponto crítico, modelo de múltiplos pontos e modelo integral ou da área sob a curva de progresso da doença (AUDPC).

O modelo de ponto crítico estima dano para uma determinada intensidade de doença num estágio de

desenvolvimento específico da cultura. Este tipo de modelo pressupõe que exista um ponto crítico no ciclo da cultura, onde esta é particularmente sensível à doença (JAMES & TENG, 1979). Regressões lineares são geralmente usadas para caracterizar o modelo de ponto crítico, onde a variável independente é a doença, e a variável dependente é a porcentagem de redução da produção. A maior limitação deste tipo de modelo é que ele assume que nem a taxa de infecção (r) nem a forma da curva de progresso são variáveis importantes para determinação de danos (JAMES, 1974). Deste modo, o modelo de ponto crítico é útil para estimar danos causados por epidemias de curta duração, com taxa aparente de infecção relativamente estável (TENG, 1985), e que ocorra preferencialmente no fim do ciclo da cultura, sendo estes modelos indispensáveis no contexto do manejo econômico de doenças e na tomada de decisão (BERGAMIN FILHO, 1995).

ROMIG & CALPOUZOS (1970) relacionaram injúria-dano no sistema trigo - *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, através da severidade da doença numa fase fenológica específica do ciclo do hospedeiro. O mesmo tipo de abordagem foi usada por PATAKY et al. (1983) para desenvolver uma função que relacionasse produção com incidência de *Cylindrocladium crotalariae* em amendoim. AYERS et al. (1976), trabalhando com milho e *Helminthosporium maydis* raça T, obtiveram uma relação linear entre a porcentagem de tecido doente aos 73 dias após a inoculação da cultura e a produção de milho em toneladas por hectare.

O modelo de múltiplos pontos estima danos usando variáveis derivadas de avaliações seqüenciais do progresso da doença durante o ciclo da cultura. Estas variáveis são

incrementos de doença durante períodos específicos, ou a severidade da doença em estádios específicos de desenvolvimento do hospedeiro (TENG, 1985). Este tipo de modelo é mais adequado para epidemias com taxas de infecção variáveis, formas variáveis da curva de progresso da doença, e longos períodos para formar os componentes da produção (JAMES, 1974).

JAMES et al. (1972) trabalharam com *Phytophthora infestans* em batata e utilizaram este tipo de modelo. Os autores relacionaram aumentos na doença durante nove períodos semanais como variável independente e redução na produção como variável dependente. Os autores consideraram o modelo de múltiplos pontos mais adequado para esta cultura, uma vez que não existe, como nos cereais, uma mudança morfológica óbvia que possa ser usada como período crítico. Além disso, a tuberização é um processo longo, e portanto mudanças no nível de doença em qualquer fase do ciclo pode afetar a produção, tornando necessárias avaliações durante toda a estação de crescimento. BURLEIGH et al. (1972) correlacionaram severidade de *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* com porcentagem de dano através da avaliação em quatro estádios de desenvolvimento do trigo. Neste trabalho, os autores melhoraram o desempenho de um modelo de ponto crítico através da adição da avaliação da doença em outras duas fases do ciclo da cultura.

O modelo integral avalia danos usando variáveis que são integrais ou somas das severidades da doença num período definido do crescimento da cultura (TENG, 1985). A variável mais utilizada é a área sob a curva de progresso da doença (AUDPC). Este tipo de modelo tem a vantagem, quando comparado com o modelo do ponto crítico, de distinguir entre duas epidemias com diferentes áreas sob a

curva mas com a mesma porcentagem de severidade no período crítico. Por outro lado, ele não tem a vantagem do modelo de múltiplos pontos de aplicar diferentes pesos à doença nas diferentes datas de avaliação (JAMES, 1974), nem é apropriado para uso em programas de manejo de doenças (BERGAMIN FILHO, 1995).

Um exemplo do modelo integral é o trabalho de SCHNEIDER et al. (1976) que relacionaram porcentagem de dano com AUDPC no sistema *Vigna unguiculata* - *Cercospora* spp. LIM (1980), trabalhou com *Septoria glycines* em soja, e utilizando o modelo do ponto crítico e o modelo integral conseguiu relacionar dano com AUDPC e também com severidade da doença no estágio R6 da cultura. BROSCIOUS et al. (1987) estabeleceram modelos para relacionar produção com um complexo de doenças foliares da alfafa, causadas por *Phoma medicaginis* e *Stemphylium botryosum*. Os autores concluíram que tanto a AUDPC quanto o modelo de ponto crítico descreveram adequadamente a relação em estudo.

Outros tipos de modelo são: a) superfície resposta, que relaciona dano com duas variáveis, derivadas do hospedeiro e da epidemia, onde geralmente trabalha-se com estágio de desenvolvimento da cultura e severidade da doença; b) modelos sinecológicos ou sinópticos, que relacionam dano com múltiplos fatores, bióticos e abióticos (TENG, 1985).

Os modelos já discutidos apresentam, no entanto, um problema em comum: eles relacionam dano com severidade de doença, esquecendo-se do hospedeiro. Apesar da intensa pesquisa nos últimos anos, existem poucos casos em que dano ou produção podem ser avaliados com a precisão e repetibilidade necessária para permitir estimativas em larga escala (MADDEN, 1983). Sem considerar as respostas fisiológicas das plantas aos patógenos não será possível

uma compreensão completa do processo de dano, e portanto o estabelecimento de estratégias adequadas de manejo de doenças (BOOTE et al., 1983).

Neste contexto, parâmetros como a fotossíntese e a área foliar do hospedeiro revestem-se de grande importância para estudos sobre danos causados por fitopatógenos. Watson (1947)², citado por WAGGONER & BERGER (1987), encontrou alta correlação entre a produção e o índice de área foliar ("leaf area index", ou LAI), definido como a relação entre metros quadrados de área foliar por metro quadrado de solo, e também entre a produção e duração de área foliar ("leaf area duration", ou LAD), que nada mais é que uma integral em função do tempo, do índice de área foliar.

LAST (1962), que estudou o efeito de *Erysiphe graminis* sobre cevada, já sugeria a utilização de um enfoque baseado na correlação entre a área foliar sadia e a produção. JENKYN (1976), trabalhando com o mesmo patossistema, observou que a duração da área foliar (LAD) estava bastante correlacionada com a produção, e que o controle químico do oídio resultava em maior LAD.

LIM & GAUNT (1981) também chamaram atenção para a importância da avaliação da área foliar em trabalhos de quantificação de danos, uma vez que a simples avaliação da severidade ignora o efeito do tamanho da planta, e portanto, do efeito total da doença sobre o crescimento da planta e a produção. Trabalhando com *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* e *Puccinia hordei* em cevada, LIM & GAUNT (1986) observaram, através de análise de regressão, que a área

² Watson, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Botany*, 11: 41-76, 1947.

foliar verde ("green leaf area", ou GLA) estava mais correlacionada com a produção que a severidade da doença em três cultivares. Os autores concluíram que a GLA era um parâmetro melhor para avaliação da doença do que a severidade para ensaios de avaliação de danos. CARVER & GRIFFITHS (1982), trabalhando com oídio em cevada, também chegaram a conclusão semelhante. Estes autores usaram a integral da GLA e obtiveram correlações de 0,94, 0,96 e 0,93 entre este parâmetro e a produção total, peso médio do grão e grão por espiguetas. Num trabalho para comparar três diferentes métodos de quantificação de requeima em batata, ROTEM et al. (1983b) chegaram à conclusão que a avaliação visual da doença e da área total das lesões não indicaram a quantidade de tecido sadio. O tecido doente refletiu o potencial de inóculo, enquanto o tecido sadio refletiu a influência dos fatores integrados que afetaram a cultura e a doença, e assim este segundo forneceu dados muito mais úteis para simulação de epidemias e estimativa de danos. ROTEM et al. (1983a) tentaram associar severidade da doença e área sob a curva de progresso da doença com danos, obtendo resultados inconsistentes. Quando correlacionaram a área de tecido sadio com a produção obtiveram coeficiente de correlação de 0,98.

WAGGONER & BERGER (1987) consideram que relações freqüentemente desapontadoras obtidas pelos fitopatologistas entre severidade de doença e danos deve-se ao fato de que a lógica desta relação é incerta, uma vez que a severidade da doença tem efeito diferente caso ocorra precoce ou tardiamente no ciclo da cultura, e porque a desfolha não é incluída nas avaliações de severidade. Deste modo, os autores sugerem relacionar a produção com a variável duração da área foliar sadia ("healthy area

duration" - HAD), que é a integral do índice de área foliar sadia da cultura durante a estação de crescimento. E, uma vez que "a produção é determinada pela energia absorvida do total de energia que incide sobre determinada área durante a estação de cultivo", WAGGONER & BERGER (1987) propuseram ainda a variável HAA, ou absorção da área foliar sadia ("healthy area absorption") como principal indicadora da produção. Da mesma forma que para HAD, também HAA é a integral da radiação solar absorvida pela área foliar sadia.

A excessiva preocupação dos fitopatologistas com o patógeno e a doença, levou-os a esquecerem-se do principal: o hospedeiro e suas folhas (BERGAMIN FILHO et al., 1995). Segundo LOPES et al. (1994), os fitopatologistas, com seu "patógeno-centrismo", simplesmente têm invertido a lógica das coisas, obtendo resultados freqüentemente desapontadores na quantificação de danos.

A nova abordagem proposta por WAGGONER & BERGER (1987), despertou grande interesse e levou a publicação de diversos artigos científicos, que relacionaram duração de área foliar sadia (HAD) ou absorção de área foliar sadia (HAA) e produção.

FERRANDINO & ELMER (1992), estudando os danos causados por *Septoria lycopersici* em tomateiro, observaram que o maior efeito da doença sobre a produção foi na redução de HAD, e que este seria melhor que AUDPC para estimar a produção. MADEIRA et al. (1988), trabalhando com o patossistema *Vicia faba*-*Ascochyta fabae*, avaliaram os parâmetros HAD e HAA, e encontraram relação linear entre os valores de HAA e produção de matéria seca, com alto coeficiente de correlação. Diversos outros patossistemas já

foram estudados segundo esta nova abordagem. Alguns deles são: trigo-*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (SUBBA RAO et al., 1989; VAN ROERMUND & SPITTERS, 1990; SPITTERS et al., 1990); trigo-*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* (DAAMEN & JORRITSMA, 1990); batata-*Phytophthora infestans* (VAN OIJEN, 1990); batata-*Alternaria solani* (JOHNSON & TENG, 1990); amendoim-*Cercosporidium personatum* (AQUINO et al., 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação de experimentos

Foram conduzidos três experimentos na estação experimental do IAPAR em Londrina, Paraná. Em dois deles, o plantio foi na safra de inverno de 1993 (cultivares Rosinha e Carioca, com semeadura em 18 de maio), e um, na safra das águas de 1993 (cultivar Carioca, com plantio em 30 de agosto).

As parcelas, num total de 16 por experimento, constituíram-se de quatro linhas de 5 metros, espaçadas 0,5 m, semeando-se 20 sementes por metro linear. A adubação de base foi feita com 300 kg/ha da fórmula 4-30-10, e a adubação de cobertura com 100 kg/ha de sulfato de amônio 20 dias após a emergência, e mais 100 kg/ha 10 dias após a primeira aplicação. Foram feitas pulverizações com metamidofós, quando necessário, para controle de insetos. A parcela controle foi pulverizada a cada 10 a 15 dias com os fungicidas hidróxido de trifênil estanho e triforine com a finalidade de manter as plantas livres de doenças foliares. Sempre que necessário os experimentos foram irrigados por aspersão.

A parcela útil consistiu das duas linhas centrais, eliminados 0,5 m em cada extremidade. Foram marcadas, com fitas plásticas, seis plantas em cada parcela

para a realização das avaliações, perfazendo um total de 96 plantas em cada experimento. As plantas foram marcadas após o aparecimento do primeiro trifólio, procurando selecionar plantas que apresentassem o mesmo vigor e altura.

3.2. Obtenção dos isolados de *Phaeoisariopsis griseola*

Folhas com sintomas de mancha angular foram coletadas em lavouras e campos experimentais na região de Wenceslau Bráz, no nordeste do estado do Paraná. Para isolamento de *P. griseola* utilizou-se o método da agulha (SANTOS FILHO, 1976a) modificado. As folhas foram lavadas com água de torneira, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 1 minuto, lavadas com água destilada e esterilizada e deixadas com a página inferior para cima, em câmara úmida por 3-4 dias, em condições de laboratório. Após obtenção da esporulação do fungo sobre as lesões, pedaços de ágar-água a 2% com aproximadamente 0,2 cm de diâmetro, foram cortados com auxílio de uma agulha entomológica fixada em uma haste de madeira. Estes pedaços de ágar-água foram então cuidadosamente tocados sobre os conídios para adesão dos mesmos ao meio de cultura. A seguir, os esporos aderidos ao meio foram transferidos para placas de Petri com BDA acrescido de 0,05% de estreptomicina. As placas foram então mantidas em incubadoras a 24°C, no escuro. Após 12-14 dias, quando as colônias apresentavam cerca de 0,5 cm de diâmetro, as mesmas foram transferidas para tubos de ensaio com BDA, incubadas nas mesmas condições já descritas, e após 13 dias, armazenadas em geladeira, constituindo nos isolados a serem utilizados nos experimentos. Estes isolados

permaneceram nessa condição até sua repicagem para produção de inóculo.

3.3. Obtenção de inóculo de *Phaeoisariopsis griseola*

Para produção de inóculo de *P. griseola* adicionou-se a cada erlenmeyer, com 20 ml de água destilada e esterilizada, fragmentos das colônias dos isolados do fungo mantidos em geladeira. Para cada erlermeyer utilizou-se 3 a 4 tubos com colônias de *P. griseola*, sendo esta operação realizada em câmara asséptica. O erlenmeyer foi então agitado em agitador por 30 minutos, colocando-se a seguir 0,7 ml da suspensão resultante sobre a superfície de placas de Petri com meio de cultura a base de alimento infantil (SANTOS FILHO, 1976a; SATO & PIZA, 1993), espalhando-se esta suspensão com auxílio de um bastão de vidro sobre o meio. As placas foram então incubadas por 12-14 dias a 24°C no escuro. Após este período, o meio de cultura com as estruturas do fungo foi colocado em um liquidificador e batido com água, sendo que a suspensão resultante foi filtrada em três camadas de gaze. A suspensão de esporos obtida foi calibrada, com auxílio de um hemacitômetro, para as concentrações de 10^2 , 10^4 e 10^6 conídios/ml. Para cada 500 ml da suspensão de esporos adicionou-se 1 gota de Tween 80.

3.4. Inoculação de *Phaeoisariopsis griseola*

Para inoculação do patógeno utilizou-se um pulverizador manual com capacidade para 5 litros. Foram necessários de 2 a 5 litros de cada concentração de inóculo

para cada inoculação. A aplicação do inóculo foi feita segundo o esquema da Figura 1, e consistiu em dividir-se o experimento em quatro faixas segundo as concentrações zero,

Figura 1. Esquema da inoculação de *P. griseola*

10^2 , 10^4 , 10^6 conídios/ml nos sentidos horizontal e vertical, propiciando assim a inoculação das parcelas com duas concentrações durante a condução do experimento, formando um gradiente de inóculo.

A partir do aparecimento da segunda folha trifoliolada, foram feitas as aplicações de inóculo. O experimento 'Rosinha' safra de inverno, foi inoculado aos 35 e 45 dias após a semeadura, assim como o 'Carioca' safra

de inverno. No experimento 'Carioca' safra das águas, as inoculações foram realizadas aos 30, 39, 44 e 59 dias após a semeadura.

Após a aplicação da suspensão de esporos, as parcelas foram cobertas com túneis feitos com ferro e plástico preto, que permaneceram cobrindo as plantas até a manhã do dia seguinte, para formar uma câmara úmida, favorável à infecção.

3.5. Avaliação da área foliar

As áreas foliares (AF) de todas as folhas das plantas marcadas foram avaliadas a partir do aparecimento do primeiro trifólio. Para isto utilizou-se o método de IAMAUTI (1995), que consistiu em medir, com auxílio de uma régua, a largura da parte basal do folíolo central de cada folha, e a seguir calcular a área da folha, segundo a equação:

$$AF = 2.137094 * [(LFC)^{1.96418}] + (-2.701269), \quad (1)$$

onde LFC = largura do folíolo central.

As folhas foram medidas a cada 7 a 9 dias, até entrarem em senescência, quando então foram desconsideradas nas avaliações.

3.6. Avaliação da mancha angular

A avaliação dos sintomas causados por *Phaeoisariopsis griseola*, realizada simultaneamente com a medição da área foliar, foi feita com auxílio de uma escala diagramática (Figura 2) desenvolvida por Godoy & Piza (BERGAMIN FILHO et al., 1995). Desta forma, estimou-se,

Figura 2. Escala diagramática para avaliação da mancha angular do feijoeiro.

semanalmente, a média da severidade da doença, em porcentagem, nos três folíolos de cada folha. Foram avaliadas todas as folhas de todas as plantas marcadas de cada experimento.

3.7. Análise dos resultados

3.7.1. Cálculo de AUDPC e AULAPC

Os valores de área foliar de cada planta, obtidos segundo o item 3.5, foram somados, em cada data de avaliação, para obter a área foliar total de cada planta.

Os valores da quantidade de doença por folha obtidos de acordo com o item 3.6 foram somados, com a finalidade de calcular a quantidade total de doença na planta.

Com estes valores de área foliar total de cada planta nas diferentes avaliações e porcentagem de tecido afetado pela mancha angular, calculou-se a área sob a curva de progresso da doença (AUDPC), obtida com o incremento de severidade, em porcentagem, pelo tempo, e a área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC), em cm^2 de área foliar no tempo, pelo método de integração trapezoidal (BERGER, 1988).

3.7.2. Cálculo de LAI SADIO, HAD e HAA

Com base no "stand" final da parcela útil (ou área em m^2 de solo disponível para cada planta), e na área foliar da planta, calculou-se o índice de área foliar (LAI) de cada planta em cada data de avaliação. Os valores de LAI

SADIO, HAD e HAA (WAGGONER & BERGER, 1987) foram obtidos segundo as equações:

$$\text{LAI SADIO} = \text{LAI}_i (1 - X_i) \quad (2)$$

onde LAI_i é o índice de área foliar (leaf area index) no tempo t_i ,

X_i é o tecido doente no tempo t_i , e desta forma, $(1 - X)$ representa o tecido sadio,

$$\text{HAD} = \sum_{i=1}^{n0-1} [\text{LAI}_i (1 - X_i) + \text{LAI}_{i+1} (1 - X_{i+1})] / 2 (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

onde LAI_i é o índice de área foliar (leaf area index) no tempo t_i ,

X_i representa o tecido doente no tempo t_i .

$$\text{HAA} = I \sum_{i=1}^{n0-1} [[(1 - X_i) (1 - \exp(-K \text{LAI}_i)) + (1 - X_{i+1}) (1 - \exp(-K \text{LAI}_{i+1}))] / 2] * (t_{i+1} - t_i) \quad (4)$$

onde LAI_i é o índice de área foliar (leaf area index) no tempo t_i ,

X_i representa o tecido doente no tempo t_i ,

K é o coeficiente de extinção (que tem valor próximo a um para plantas com folhas horizontais e ao redor de 0,3 para plantas com folhas eretas). O valor de K para o feijoeiro foi considerado de $0,7^3$

I é a radiação (MJ.m^{-2}) no período de realização do experimento.

³ Miglioranza, E. Modelo matemático-fisiológico para simular crescimento e a produtividade da cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, 1992. (Doutorado - Universidade Federal de Viçosa).

Os valores da radiação global, em $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{dia}$ (I) foram obtidos na estação meteorológica do IAPAR, em Londrina - Pr, e transformados para MJ. Foram utilizados os valores médios para os intervalos de avaliações.

A análise estatística dos dados com o programa STATISTICA for Windows, realizada através de regressões lineares, indicou a ocorrência de "outliers", ou seja, plantas cujos resíduos estavam fora do intervalo ± 2 vezes o desvio padrão. Deste modo, estas plantas foram eliminadas da planilha final.

3.8. Avaliação da produção

A colheita do experimento 'Rosinha' foi realizada aos 108 dias após a semeadura. Na safra das águas e de inverno, o cultivar Carioca foi colhido aos 86 e 118 dias após a semeadura, respectivamente. Após a colheita, foram avaliados os componentes de produção. Contou-se o número de vagens/planta, o número total de sementes/planta e obteve-se a produção(g)/planta. O número de sementes/vagem foi obtido dividindo-se o número de sementes/planta pelo número de vagens/planta. O peso(g)/semente foi obtido dividindo-se a produção(g)/planta pelo número de sementes/planta.

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados referem-se ao plantio de inverno de 1993 do cultivar Rosinha G-2. Os resultados dos experimentos com o cultivar Carioca comum, safras de inverno e das águas, de 1993, estão apresentados no Apêndice.

A Figura 3 mostra os valores de AUDPC obtidos para cada uma das 92 plantas. Observou-se uma distribuição contínua dos valores de AUDPC, ou seja, as plantas apresentaram diferentes áreas sob a curva de progresso da doença, condição necessária para o estabelecimento de uma função de dano.

Figura 3. Valores individuais de AUDPC de 92 plantas do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 4. Relação entre área sob a curva de progresso da doença e componentes de produção de 92 plantas do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Os valores de AUDPC obtidos para cada planta, quando analisados em função dos componentes de produção (número de vagens/planta, produção em gramas/planta, número de sementes/vagem e peso(g)/semente), não mostraram correlação com estes componentes (Figura 4), ou seja, os valores de severidade da doença, analisados pelo modelo integral da área sob a curva de progresso da doença, não explicaram as diferenças obtidas nesses componentes das 92 plantas analisadas.

A média do índice de área foliar sadio de plantas arbitrariamente escolhidas por apresentarem AUDPC menor que 40, também não diferiu daquelas de plantas doentes (AUDPC maior que 40) em todo o decorrer da epidemia (Figura 5).

Figura 5. Curva do índice de área foliar sadio (LAI SADIO) médio de plantas agrupadas pela AUDPC, em função do tempo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 6. LAI SADIO médio em função do tempo de plantas do cultivar Rosinha agrupadas segundo valores de AUDPC. Safra de inverno, 1993.

Figura 7. LAI SADIO médio em função do tempo de plantas do cultivar Rosinha com audpc<20 e audpc>20. Safra de inverno, 1993.

Por outro lado, quando as plantas foram separadas em três grupos (AUDPC menor que 20, AUDPC entre 20 e 40 e AUDPC maior que 40 - Figura 6) ou dois outros grupos (AUDPC menor que 20 e maior que 20 - Figura 7) observou-se que as curvas do LAI SADIO médio em função do tempo apresentaram ligeiras diferenças para cada grupo de plantas. No entanto, as plantas com AUDPC menor que 20, ou seja, aquelas com a menor severidade de doença, apresentaram índice de área foliar sadio menor que as plantas de maior AUDPC, que esperava-se fossem as mais doentes, e, portanto, que apresentassem menor índice de área foliar sadio.

Figura 8. LAI SADIO médio em função do tempo de 10 plantas do cultivar Rosinha, com as menores e maiores AUDPC. Safra de inverno, 1993.

Figura 9. Médias do LAI SADIO em função do tempo das plantas marcadas de cada parcela, agrupadas segundo a concentração de inóculo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

A Figura 8, onde o LAI SADIO médio das 10 plantas com menor AUDPC é inferior àquele das 10 plantas com maior AUDPC, confirma esta observação para o período entre 40 e 100 dias. Observou-se, durante o decorrer dos experimentos, que algumas folhas, quando severamente atacadas, caíam rapidamente, muitas vezes no período entre as avaliações, impedindo que a área foliar doente fosse contabilizada para o cálculo de AUDPC. Este fato pode explicar os resultados obtidos nos gráficos 5 a 8, pois não parece lógico que plantas doentes fossem maiores que as sadias. Assim, ao invés de separar os grupos de plantas em função dos valores de AUDPC, passou-se a analisar as médias de plantas de cada parcela experimental que recebeu diferente concentração de inóculo.

Na Figura 9, onde as 16 parcelas do experimento foram separadas em três grupos segundo as concentrações de inóculo recebido, cada curva de LAI SADIO representa a média das plantas marcadas de cada parcela. A partir destas curvas obtiveram-se as médias do LAI SADIO em função do tempo para os três grupos, representados na Figura 10.

Figura 10. Curvas médias do LAI SADIO em função do tempo de plantas agrupadas segundo a concentração de inóculo recebida. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Observou-se que as plantas que foram inoculadas com altas concentrações de inóculo (inóculo forte) apresentaram índice de área foliar sadio menor que as plantas que receberam concentrações de inóculo intermediária (inóculo intermediário) ou baixa (inóculo fraco).

A comparação entre as curvas das médias do LAI SADIO de plantas de parcelas que receberam alta e baixa concentrações de inóculo e que apresentaram valores médios de AUDPC semelhantes (Figura 11), mostrou que, independentemente da área sob a curva de progresso da doença, as parcelas que receberam as mais altas concentrações de inóculo apresentaram, durante a maior parte do ciclo da cultura, curvas de LAI SADIO menores que as parcelas que receberam inóculo em baixas concentrações.

A Figura 12 mostra que o componente de produção número de vagens/planta, apesar de não ter apresentado correlação com a área sob a curva de progresso da doença (AUDPC), apresentou correlação com as variáveis AULAPC, HAD e HAA. Observou-se o mesmo para a produção (Figura 13), e para o número de sementes/planta (Figura 14). No entanto, o número de sementes/vagem e o peso médio de cada semente (Figuras 15 e 16, respectivamente) não apresentaram correlação com nenhuma das variáveis utilizadas.

Nas Figuras 17 e 18, onde os valores de HAD foram ordenados de maneira crescente, relacionaram-se as médias de cada 5 plantas com o número de vagens por planta e a produção, respectivamente, com a finalidade de reduzir a variabilidade dos dados. Observou-se que os coeficientes de determinação que tinham sido de 0,64 para número de vagens e 0,68 para produção (Figuras 12 e 13) aumentaram para 0,93 e 0,92, respectivamente. A mesma análise, feita para HAA (Figuras 19 e 20), permitiu obterem-se valores de R^2 iguais

Figura 11. Comparação entre o LAI SADIO de parcelas com altas (quadrados cheios) e baixas (círculos vazios) concentrações de inóculo. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 12. Número de vagens por planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 13. Produção (g/planta) de plantas do cultivar Rosinha, em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA. Safra de inverno, 1993.

Figura 14. Número de sementes por planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993

Figura 15. Número de sementes por vagem em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 16. Peso médio de sementes/planta do cultivar Rosinha, em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA. Safra de inverno, 1993.

Figura 17. Número de vagens por planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 18. Produção em gramas/planta, (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

a 0,83 e 0,93 para número de vagens e produção, respectivamente. Nas regressões realizadas com todas as plantas, os valores eram de 0,62 e 0,70 (Figuras 12 e 13).

Figura 19. Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA) em função do HAA.Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Figura 20. Produção em gramas por planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAA), em função do HAA. Cultivar Rosinha, safra de inverno, 1993.

Nos demais ensaios conduzidos (cultivar Carioca, plantio de inverno e das águas, ambos da safra de 1993), observaram-se as mesmas relações entre HAD, HAA, e AULAPC e os componentes de produção (Figuras 1A a 18A do apêndice).

Nas Figuras 21 e 22 correlacionou-se o LAI SADIO de todas as plantas em diferentes épocas de avaliação com o número de vagens/planta e produção (g/planta). Observou-se que na maioria dos casos não houve alta correlação entre o LAI SADIO e os componentes avaliados. Os coeficientes de determinação obtidos para regressões entre valores médios (média de 5 plantas) de LAI SADIO e o número de vagens, e os valores médios de LAI SADIO e a produção (Figuras 23 e 24) foram significativamente superiores àqueles obtidos com todas as plantas (Figuras 21 e 22). Apesar disso, os coeficientes angulares das regressões pouco diferiram (Figuras 25 e 26). Observou-se que os valores dos coeficientes foram bastante semelhantes, independentemente de se analisar os resultados considerando as noventa e duas plantas ou as médias de cada 5 plantas.

As relações entre os valores em diferentes datas do HAA e número de vagens/planta e produção das 92 plantas do experimento estão apresentadas nas Figuras 27 e 28, respectivamente. Os valores dos coeficientes de determinação obtidos mostram que não houve alta correlação entre o HAA DIÁRIO e os componentes analisados para a maioria das avaliações. Entretanto, quando estes mesmos valores foram analisados pelas médias de 5 plantas (Figuras 29 e 30) observou-se aumento nos valores dos coeficientes de determinação. Comparando-se os coeficientes angulares das equações de regressão das Figuras 27 e 29 e das Figuras 28 e 30, observa-se que eles são muito próximos (Figuras 31 e 32), à semelhança do observado para LAI SADIO.

Figura 21. Número de vagens/planta em função do LAI SADIO de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 22. Produção (g/planta) em função de LAI SADIO de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 23. Relação entre número de vagens/planta e LAI SADIO de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 24. Relação entre produção (g/planta) e LAI SADIO de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura.

Figura 25. Relação entre coeficientes angulares das regressões entre LAI SADIO e número de vagens/planta em diferentes datas para 92 plantas e grupos de plantas.

Figura 26. Relação entre coeficientes angulares das regressões entre LAI SADIO e produção em diferentes épocas de avaliação para 92 plantas e grupos de plantas.

Figura 27. Relação entre número de vagens/planta e HAA diário de 92 plantas do cultivar Rosinha, em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 28. Relação entre produção (g/planta) e HAA diário de 92 plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 29. Relação entre número de vagens/planta e HAA diário de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 30. Relação entre produção (g/planta) e HAA diário, de grupos de plantas do cultivar Rosinha, avaliadas em diferentes dias após a semeadura (d.a.s.).

Figura 31. Relação entre coeficientes angulares das regressões entre HAA diário e número de vagens/planta em diferentes datas para 92 plantas do cultivar Rosinha e grupos de plantas.

Figura 32. Relação entre coeficientes angulares das regressões entre HAA diário e produção(g/planta) em diferentes datas, para 92 plantas e grupos de plantas.

A análise conjunta dos valores de HAD, número de vagens e produção de cada planta dos três experimentos (Figuras 33 e 34) resultou em coeficientes de determinação relativamente baixos (0,36 e 0,28, respectivamente), indicando a grande variabilidade dos dados. Analisando-se da mesma forma os valores de HAA em relação aos componentes número de vagens e produção para os três experimentos, observou-se grande similaridade dos resultados, independentemente do cultivar utilizado ou época de plantio (Figuras 35 e 36). Esta maior uniformidade dos resultados resultou em valores de R^2 mais elevados (0,64 e 0,59).

Quando foram plotados os valores médios de cada grupo de cinco plantas com valores próximos para HAD (Figuras 37 e 38), para cada um dos três experimentos, e compararam-se as regressões lineares através do teste t segundo AMORIM et al. (1995), a 0,1% de probabilidade, concluiu-se que apenas as regressões para número médio de vagens/planta e produção média(g/planta) nos ensaios com o cultivar Carioca, safra das águas e com o cultivar Rosinha, safra de inverno, diferiram entre si.

Comparando-se as equações de regressão resultantes das curvas entre HAA e número de vagens/planta (Figura 39) e HAA e produção (Figura 40) pelo teste t, observou-se que não houve diferença significativa entre elas a 0,1% de probabilidade.

Figura 33. Relação entre número de vagens por planta e HAD dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

Figura 34. Relação entre a produção (g/planta) e HAD dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

Figura 35. Relação entre HAA e número de vagens/planta dos experimentos 'Carioca' safras águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra inverno/93.

Figura 36. Relação entre HAA e produção (g/planta) nos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno de 1993.

Figura 37. Relação entre número de vagens/planta e HAD para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

Figura 38. Relação entre produção (g/planta) e HAD para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

Figura 39. Relação entre número de vagens por planta e HAA para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

Figura 40. Relação entre produção (g/planta) e HAA para grupos de plantas dos experimentos 'Carioca' safra das águas e inverno/93 e 'Rosinha' safra de inverno, 1993.

5. DISCUSSÃO

O modelo integral da área sob a curva de progresso da doença, calculada com base na severidade, não mostrou, neste trabalho, correlação com os componentes de produção analisados, seja para o cultivar Rosinha G-2 (Figuras 4, 12 a 16), ou para o cultivar Carioca comum (Apêndice - Figuras 1A a 5A e 10A a 14A).

Isto se deve, provavelmente, a fatores como: a) variação da área doente durante o ciclo da cultura, devido à desfolha provocada pela doença, b) o fato de que plantas maiores têm mais tecido e portanto podem suportar maior intensidade de doença, c) a intensidade da doença avaliada pela AUDPC não fornece estimativa da quantidade de tecido sadio disponível, e que, em última análise, é o responsável pela produção, d) epidemias de duração e intensidades diferentes podem levar a valores de AUDPC semelhantes, afetando a planta em diferentes estádios de desenvolvimento e acarretando danos diferentes, e) capacidade de compensação do feijoeiro.

As Figuras 5 a 8 mostram que o LAI SADIO das plantas de menor AUDPC foi sempre igual ou menor ao LAI SADIO das plantas com maior AUDPC, ou seja, maiores intensidades de doença não implicaram, necessariamente, em menores quantidades de tecido sadio. Poderia-se supor que plantas

com maiores áreas foliares tenham apresentado maiores AUDPC, e com isto não tenham apresentado LAI SADIO menor que plantas pequenas com pouca ou nenhuma doença. Neste sentido, ROTE et al. (1983b) observaram que a área coberta por lesões da requeima em batata apresentou flutuação durante o ciclo da cultura, mas freqüentemente alcançou valores máximos em parcelas onde a quantidade total de folhagem era também maior. Os autores sugerem que isto provavelmente foi devido à limitação na quantidade de tecido sadio em plantas menores ou à redução na favorabilidade do microclima nas parcelas desfolhadas, que não permitiu um bom desenvolvimento da doença. Este não parece ser o caso para a mancha angular do feijoeiro, pois parcelas que receberam altas concentrações de inóculo apresentaram LAI SADIO menor que as parcelas inoculadas com baixas concentrações de inóculo (Figura 10), mesmo quando os valores de AUDPC foram semelhantes (Figura 11), ou seja, a quantidade de doença avaliada na planta foi a mesma independentemente do nível de inóculo, mas a área foliar sadia foi maior para os menores níveis de inóculo. É provável que os maiores níveis de inóculo tenham causado maior desfolha, e com isto, menor LAI SADIO, mantendo-se a AUDPC em níveis próximos, uma vez que a doença não foi quantificada em folhas caídas. Assim, a desfolha provocada pela mancha angular é um dos fatores que resultou em plantas com AUDPC semelhantes mas áreas foliares sadias diferentes. Observou-se, neste trabalho, que a idade da folha exerceu influência sobre este parâmetro; folhas mais velhas entraram em senescência e caíram mais rapidamente com menor severidade de doença quando comparadas com folhas mais jovens. Além disso, observou-se que a desfolha provocada pela mancha angular começou a ocorrer na fase de

crescimento vegetativo da cultura. Assim, as folhas inoculadas desenvolviam sintomas, amareleciam e caíam, enquanto novas folhas eram emitidas. WAGGONER & BERGER (1987) chamaram atenção para o fato de que doenças que provocam desfolha dificultam a avaliação da quantidade de tecido afetado, seja pela ausência das folhas doentes na planta seja pela dificuldade em separar a desfolha provocada pela doença da desfolha natural da planta.

Considerando-se que as avaliações da mancha angular foram realizadas através de estimativas visuais da área coberta por lesões, pode-se considerar que a quantidade de tecido doente foi, na verdade, subestimado, uma vez que a desfolha e a área clorótica não foram avaliadas. LIM & GAUNT (1981), avaliando o efeito do oídio e da ferrugem da cevada sobre a produção, encontraram também pouca correlação entre severidade das doenças e produção. Isto pode ter ocorrido, segundo os autores, devido ao fato de as doenças terem apresentado alta severidade no início do ciclo da cultura, provocando desfolha precoce e reduzindo o desenvolvimento foliar e a duração da área foliar. Embora não tenha havido mais doença nos estádios finais da cultura, seu efeito na desfolha inicial provocou redução na produção. Estes autores consideraram que a avaliação da área foliar sadia dava uma melhor estimativa do efeito da doença sobre a planta, fato confirmado mais tarde (LIM & GAUNT, 1986).

ROTEM et al. (1983b), trabalhando com *Phytophthora infestans* em batata, compararam as vantagens de avaliar a severidade da doença por estimativa visual e por medida do tecido doente e sadio da planta. Os autores observaram que sob determinadas condições de clima, ocorria redução na quantidade de tecido sadio devido à quebra das plantas em

regiões do ramo com lesões velhas, resultando na morte de toda a folhagem sadia acima da lesão. Esta redução na área sadia não estava, portanto, diretamente relacionada com o aumento da área doente. Nestas condições, os autores concluíram que a avaliação da área sadia é mais adequada para trabalhos de estimativas de danos, uma vez que fornece uma visão melhor sobre os fatores que afetam a cultura e a doença. Trabalhando com estimativas de danos no mesmo patossistema, ROTEM et al. (1983a) não acharam correlação entre a área sob a curva de progresso da doença e redução na produção, à semelhança do que aconteceu neste trabalho.

Por outro lado, mesmo no caso de plantas onde não houve desfolha provocada pela mancha angular, o fato de duas plantas apresentarem mesma AUDPC não implica necessariamente em mesmo efeito sobre a produção. Em primeiro lugar, a quantidade de tecido doente não fornece informação sobre a quantidade de tecido sadio que resta na planta, que em última análise, é responsável pela produção. O tamanho da planta pode variar, com as influências de clima, solo, práticas culturais, além do próprio vigor da semente, produzindo grandes diferenças nas áreas foliares sadias de diferentes plantas, que resultam, apesar da mesma porcentagem de tecido doente, em diferentes produções. Em segundo lugar, pode-se obter valores de AUDPC semelhantes produzidos por duas epidemias de duração e intensidade diferentes. Uma epidemia de longa duração com baixa taxa de infecção pode ter a mesma área que uma epidemia de curta duração com alta taxa de infecção, enquanto o efeito de cada uma sobre a produção podem ser bastante diferentes (TENG, 1985). Finalmente, AUDPC não distingue entre a ocorrência de alta severidade de doença cedo ou tarde durante a epidemia, especialmente se a cultura está

crescendo (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Deste modo, valores semelhantes de AUDPC obtidos neste trabalho não mostram, por exemplo, se a maior severidade da doença ocorreu durante a formação dos componentes de produção ou durante a fase de crescimento vegetativo, possibilitando maior resposta compensatória das plantas. Numa análise das planilhas de dados do campo, observou-se maiores valores de severidade ao final do ciclo da cultura. No entanto, em função da desfolha das folhas mais afetadas, altos valores de severidade devem ter ocorrido em estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, sem serem anotados na avaliação semanal.

Outro fator que pode ter acarretado a ausência de correlação entre a AUDPC e os componentes de produção é exatamente a capacidade de compensação do feijoeiro. A produção não é determinada apenas pela quantidade de tecido sadio que resta na planta, mas pela própria capacidade desta planta em emitir novas folhas após desfolha prematura. Assim, GALVEZ et al. (1977) observaram que duas variedades de feijão apresentaram maior porcentagem de redução na produção quando submetidas a desfolha artificial nas fases de formação de vagens e início da floração. Por outro lado, parcelas submetidas a 100% de desfolha aos 15 dias após a semeadura, desenvolveram novas brotações e recuperaram a folhagem, porém atrasaram a colheita em 15 dias em comparação com os demais tratamentos. CHAGAS et al. (1979) também observaram que pequenos níveis de desfolha produzidos aos 20 dias após a emergência não resultaram em danos tão severos à produção quanto aqueles produzidos em épocas mais tardias. No entanto, esta resposta foi variável dependendo do cultivar e do componente de produção

observado, já que o peso médio das sementes foi afetado pela desfolha no início do desenvolvimento.

Deste modo, um modelo que leve em consideração características do hospedeiro, como as variáveis duração da área foliar sadia (HAD) e absorção da área foliar sadia (HAA), têm maior probabilidade de explicar as diferenças obtidas na produção entre as plantas, como pode ser visto nas Figuras 12, 13 e 14. Os componentes número de sementes/vagem e peso (g)/semente não tiveram correlação com HAD, HAA e AULAPC, em parte devido à metodologia utilizada para obtenção destes dados, já que o número médio de sementes/vagem foi estimado através do número de sementes/planta e do número de vagens/planta, e o peso (g)/semente foi obtido dividindo-se a produção em gramas/planta pelo número de sementes/planta. Normalmente, este componente é obtido por amostragem, considerando 100 sementes/amostra. Como o número de sementes por planta foi quase sempre inferior a 100, a metodologia tradicional não pôde ser aplicada.

A análise de HAD com base em grupos de plantas com valores de HAD semelhantes (Figuras 17 e 18) reduziu a variabilidade dos dados melhorando o coeficiente de determinação das regressões. Apesar de valores de R^2 da ordem de 0,6 a 0,7 serem considerados bons para experimentos de campo, já que em ensaios com plantas individuais eles podem ser da ordem de 0,02 a 0,28 (JAMES & TENG, 1979), este tipo de análise melhorou a correlação entre as variáveis e praticamente não afetou os valores dos coeficientes angulares. O mesmo pode ser dito em relação ao agrupamento de plantas para análise do HAA (Figuras 19 e 20).

O agrupamento de plantas segundo valores semelhantes da variável independente pode ser feito tanto para os valores totais de HAD e HAA, como para seus valores diários (Figuras 21 a 24 e 27 a 30). Da mesma maneira que para os valores totais de HAD e HAA, os coeficientes angulares das regressões entre os valores diários de HAD e HAA e os componentes produção e número de vagens/planta (Figuras 25, 26, 31 e 32) não foram alterados. A utilização de modelos baseados em HAD e HAA em sistemas de manejo integrado de doenças (LOPES et al., 1994) requer que avaliações diárias destas variáveis em determinadas fases do ciclo da cultura também apresentem relação com a produção. Apesar de HAD e HAA serem modelos do tipo integral, constatou-se neste trabalho que seus valores diários apresentaram boa correlação com os componentes de produção (Figuras 23, 24, 29 e 30), sendo este fato bastante importante para sua exploração futura num sistema de manejo integrado de doenças.

Para qualquer sistema de manejo, as variáveis avaliadas e suas relações com produção devem ser consistentes, pouco dependentes de época, local ou cultivares utilizados. Assim, procurou-se agrupar os resultados obtidos nos três ensaios realizados para avaliar a repetibilidade das respostas da produção em diferentes situações. A análise conjunta dos experimentos 'Carioca' safras de inverno e das águas e 'Rosinha' safra de inverno para os valores de HAD e número de vagens/planta e produção obtidos para todas as plantas dos ensaios (Figuras 33 e 34) mostra que houve grande variabilidade dos componentes de produção para os mesmos valores de HAD. Este fato é confirmado pelos valores de R^2 de 0,36 e 0,28. No entanto, esta variabilidade foi bem menor para HAA (Figuras 35 e

36), onde os coeficientes de determinação foram de 0,64 e 0,59. A superioridade de HAA não é surpreendente, uma vez que esta variável considera a energia verdadeiramente absorvida pelas plantas, enquanto o HAD estima apenas a área foliar sadia total. Além disso, a radiação total incidente sobre a cultura também é levada em conta no cálculo de HAA, o que contribui para minimizar diferenças decorrentes de épocas de cultivo.

Assim, quando se utilizam diferentes cultivares, fatores como o hábito de crescimento e o potencial de produção de área foliar podem influenciar de diferentes maneiras a relação entre HAD e HAA e os componentes de produção.

Alguns trabalhos mostram que a redução da área foliar do feijoeiro pode provocar respostas variadas de acordo com o cultivar e o hábito de crescimento. GALVEZ et al (1977) observaram maior poder de recuperação após desfolha em cultivar de crescimento semi-indeterminado do que em cultivar de crescimento determinado. Os autores também observaram que o efeito da desfolha também é variável de acordo com a parte da planta. Desfolhas na parte baixa causam menos danos quando realizadas no início do ciclo do que a retirada de folhas da parte mais alta da planta. CABALLERO GRANDE et al. (1989) observaram efeito do momento da desfolha sobre cultivar de feijão de hábito de crescimento indeterminado. Os maiores danos foram obtidos em desfolha nas fases de floração e enchimento de vagens. Os autores ressaltam que não observaram correlação entre a desfolha e o número de sementes/vagem, mas encontraram entre desfolha e número de vagens/planta e peso de 100 sementes.

Outro fator, além do tamanho da folhagem, que pode provocar diferentes respostas da produção para as variáveis HAD e HAA, dependendo do cultivar, é a eficiência desta área foliar. PORTES & CARVALHO (1983) observaram que a eficiência da área foliar (que relaciona produção com duração da área foliar) de duas variedades com hábito de crescimento tipo IV foi menor que aquela de duas variedades do tipo II, ou seja, os cultivares de feijão do tipo arbustivo apesar de terem menor quantidade de folhas apresentaram maior produção de grãos por unidade de área foliar. Os autores observaram que embora o cultivar Costa Rica (tipo IV) tenha sido o mais produtivo em monocultivo, ele também teve a maior duração de área foliar. Isto acarretou uma menor eficiência de área foliar principalmente em consórcio com milho, devido provavelmente ao excesso de folhas produzidas levando ao auto-sombreamento excessivo e reduzindo a fotossíntese líquida.

Considerando-se que o cultivar Rosinha apresenta hábito de crescimento tipo II e o cultivar Carioca, tipo III, e que a radiação no plantio de inverno é menor que no plantio das águas, não é surpresa que as curvas entre HAD e os componentes de produção obtidos tenham apresentado alguma diferença para os três ensaios conduzidos. A comparação entre as curvas de regressão das figuras 37 e 38, indicou diferenças ao nível de 0,1% de probabilidade entre 'Carioca' safra das águas e 'Rosinha' safra de inverno para os dois componentes. ROTEM et al. (1983a) também observaram diferenças na relação entre área de tecido sadio e produção em batata para experimentos conduzidos em diferentes anos e duas épocas de plantio.

No entanto, WAGGONER & BERGER (1987) analisaram os resultados de ROTEM et al. (1983a) relacionando a produção

com HAA e não mais HAD, e conseguiram uma regressão que representou os dados de diferentes anos e épocas de plantio, com um coeficiente de determinação de 0,94. No presente trabalho, as regressões entre HAA e componentes de produção (Figuras 38 e 40) para os cultivares em duas épocas de semeadura não apresentaram diferenças ao nível de 0,1% de probabilidade, indicando que o modelo baseado na variável HAA representou de maneira adequada as situações encontradas nos três experimentos.

6. CONCLUSÃO

1) A área sob a curva de progresso da mancha angular, obtida com os valores de severidade da doença, não apresentou correlação com os componentes de produção do feijoeiro.

2) A desfolha provocada pela mancha angular é uma variável importante que deve ser incorporada à severidade para uma estimativa acurada de intensidade de doença.

3) As variáveis relacionadas à área foliar sadia do feijoeiro, como a duração da área foliar sadia (HAD) e a absorção da área foliar sadia (HAA), apresentaram correlação com os componentes produção (g) e número de vagens por planta nos três experimentos.

4) A correlação entre HAA e o número de vagens/planta e produção(g)/planta foi consistente em diferentes épocas de plantio e para os dois cultivares estudados, indicando a possibilidade de uso desta variável em sistemas de manejo integrado da mancha angular.

5) O LAI SADIO e o HAA DIÁRIO apresentaram correlação com o número de vagens/planta e produção(g)/planta em diferentes datas durante o ciclo da cultura, fato importante para a aplicação destas variáveis em sistemas de manejo integrado da mancha angular do feijoeiro.

7. LITERATURA CITADA

- AMORIM, L. & BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de doenças com utilização de escalas diagramáticas. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **17**(1): 57-67, 1991.
- AMORIM, L.; BERGER, .R.D.; BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; WEBER, G.E.; BACCHI, L.M.A.; VALE, F.X.R.; SILVA, M.B. A simulation model to describe epidemics of rust of Phaseolus beans. II. Validation. *Phytopathology*, St. Paul, **85**: 722-727, 1995.
- APPLE, J.L. The theory of disease management. In: HORSEFALL J.G. & COWLING, E.B. *Plant disease: an advanced treatise*. Nova York, Academic Press, 1977. v.1, p. 79-101.
- AQUINO, V.M.; SHOKES, F.M.; BERGER, R.D.; GORBET, D.W.; KUCHARÉK, T.A. Relationships among late leafspot, healthy leaf area duration, canopy reflectance, and pod yield of peanut. *Phytopathology*, St. Paul, **82**: 546-552, 1992.
- AYERS, J.E.; NELSON, R.R.; CASTOR, L.L.; BLANCO, M.H. Yield losses in corn caused by *Helminthosporium maydis* race T. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, **60**:331-335, 1976.

- BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; OLIVEIRA, S.H.F.; OLIVEIRA, D.A. Efeito do número de aplicações de mancozeb em diferentes épocas no controle de doenças e no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **18**:276-282, 1992.
- BARROS, O.; CARDENOSA, R.; SKILES, R.L. The severity and control of angular leaf spot of beans in Colômbia. *Phytopathology*, St. Paul, **47**(1):3, 1957.
- BEEBE, S.E. & PASTOR-CORRALES, M. Breeding for disease resistance. In: SCHOONHOVEN A. van & VOYSEST, O. ed. *Common Beans: Research for crop improvement*. Wallingford, CAB International, 1991. cap. 10, p.561-618.
- BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos*. 3ª ed., São Paulo, Ed. Agr. Ceres, 1995. v.1, cap. 33, p. 672-690.
- BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Avaliação de perdas causadas por doenças. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna **17**: 57-67, 1991.
- BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D.B.; AMORIM, L.; GODOY, C.V.; BERGER, R.D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Passo Fundo, **3**: 133-184, 1995.

- BERGER, R.D. The analysis of the effects of control measures on the development of epidemics. In: KRANZ, J. & ROTEM, J. ed. *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. Heidelberg, Springer-Verlag. 1988. Cap. 9, p.137-151.
- BIANCHINI, A.; MENEZES, J.R.; MARINGONI, A.C. Doenças e seu controle. In: IAPAR, *O FEIJÃO NO PARANÁ*. Londrina, IAPAR, 1989. Circular 63. p.189-216.
- BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; MISHOE, J.W.; BERGER, R.D. Coupling pests to crop growth simulators to predict yield reductions. *Phytopathology*, St. Paul **73**:1581-1587, 1983.
- BRENES, B.M. Estimativa de perdas no rendimento de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) causadas pela mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) Viçosa, 1983. 60p. (M.S.- Universidade Federal de Viçosa).
- BROSCIOUS, S.C.; PATAKY, J.K.; KIRBY, H.W. Quantitative relationships between yield and foliar diseases of alfafa. *Phytopathology*, St. Paul, **77**: 887-892, 1987.
- BULISANI, E.A.; ALMEIDA, L.D.; ROSTON, A.J. A cultura do feijoeiro no estado de São Paulo. In: BULISANI, E.A., ed. *Feijão: Fatores de produção e qualidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap. 2, p. 29-88.

- BURLEIGH, J.R.; ROELFS, A.P.; EVERSMEYER, M.G. Estimating damage to wheat caused by *Puccinia recondita tritici*. *Phytopathology*, St. Paul, **62**: 944-946, 1972.
- CABALLERO GRANDE, R.; CRUZ, B.; LOK, M.L.C.; HEYER, W. Efectos de la defoliación sobre el rendimiento de una variedad de frijol de crecimiento indeterminado. *Ciencias de la Agricultura*, La Habana, **36**: 35-40, 1989.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York, John Wiley & Sons, 1990, 532p.
- CAMPOS A., J. & FUCIKOVSKY Z., L. Estudio de algunos aspectos de la mancha angular causada por *Isariopsis griseola* Sacc. en el cultivo de frijol. *Fitopatologia*, Lima, **16**: 16-19, 1981.
- CARDONA-ALVAREZ, C. & WALKER, J.C. Angular leaf spot of bean. *Phytopathology*, St. Paul, **46**: 610-615, 1956.
- CARVER, T.L.W. & GRIFFITHS, E. Effects of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments. *Annals of Applied Biology*, Warwick, **101**:561-572, 1982.
- CASTRO, J.L.; DUDIENAS, C.; ITO, M.F.; IGUE, T. Eficiência de fungicidas no controle das doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **15**:145-155, 1989.

- CASTRO, J.L.; ITO, M.F.; DUDIENAS, C. Avaliação de cultivares de feijão quanto à incidência de doenças em condições de campo. In: SEMINÁRIO SOBRE DOENÇAS E PRAGAS DO FEIJOEIRO. 4. Campinas, 1991. Anais. Campinas, Instituto Biológico, 1991. p.7.
- CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C.; MAESTRI, M.; CARDOSO, A.A. Resposta de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao desfolhamento artificial. *Ciência e Cultura*, Viçosa, **31**:683-687, 1979.
- CHIARAPPA, L. (ed.). *Crop loss assessment methods*. Farnham Royal (UK), FAO/Commonwealth Agric. Bur., 1971. 123p.
- CMI, Surrey, England. *Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. set nº 85, sheet 847, 1986.
- CORREA, F.J. & SAETTLER, A.W. Angular leaf spot of red kidney beans in Michigan. *Plant Disease*, St. Paul, **71**:915-918, 1987.
- COSTA, A.S. Investigações sobre as moléstias do feijoeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1. Campinas, 1971. Anais. Viçosa, Imprensa Universitária, 1972. 2º volume, p. 305-384.
- DAAMEN, R.A. & JORRITSMA, I.T.M. Effects of powdery mildew and weather on winter wheat yield. 2. Effects of mildew epidemics. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Wageningen, **96**: 35-46, 1990.

ELLIS, M.B. *Dematiaceous hyphomycetes*. Surrey, CMI, 1971. 608p.

FERRANDINO, F.J. & ELMER, W.H. Reduction in tomato yield due to septoria leaf spot. *Plant Disease*, St. Paul, **76**:208-211, 1992.

FERRÃO, M.A.G.; RODRIGUES, C.H.; COSTA, H.; GALVÊAS, P.A.O.; MARQUES, E.M.G. Avaliação de cultivares de feijão de cor no Espírito Santo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3. Vitória, 1990. *Resumos*. Vitória, EMCAPA, 1990a. n.119.

FERRÃO, M.A.G.; RODRIGUES, C.H.; COSTA, H.; PACOVA, B.E.V.; CANDAL NETO, J.F. Avaliação de genótipos de feijão de cor no Espírito Santo, 1985/86 a 1988/89. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3. Vitória, 1990. *Resumos*. Vitória, EMCAPA, 1990b. n.118.

FERRAZ, S. Angular leaf spot. In: SCHWARTZ, H.F. & GALVEZ, G.E. *Bean production problems: Disease, insect, soil and climatic constraints of Phaseolus vulgaris*. Cali, CIAT, 1980. Cap. 4, p. 55-64.

GALVEZ, G.E.; GALINDO, J.J.; ALVAREZ, G. Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, Coronado, **27**:143-146, 1977.

- GAUNT, R.E. Measurement of disease and pathogens. In: TENG, P.S. *Crop loss assessment and pest management*. St. Paul, APS Press, 1987. cap.2 , p. 6-18.
- GOULART, A.C.P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, **15**:86-88, 1990.
- HAGEDORN, D.J. & RAND, R.E. Rate reducing disease resistance in *Phaseolus vulgaris* to *Isariopsis griseola*. In: BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 29., 1986. *Annual Report*, 1986. p.36.
- IAMAUTI, M.T. Avaliação de danos causados por *Uromyces appendiculatus* no feijoeiro. Piracicaba, 1995. 108 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).
- INGLIS, D.A. & HAGEDORN, D.J. Temperature requirements by *Isariopsis griseola* for infection and disease development on red kidney beans. BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 29., 1986. *Annual Report*, 1986. p.35.
- ISSA, E.; SINIGAGLIA, C.; OLIVEIRA, D.A. Controle químico da "mancha angular" da folha, *Isariopsis griseola* Sacc., do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. *O Biológico*, São Paulo, **48**:299-303, 1982.
- JAMES, W.C. Assessment of plant diseases end losses. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, **12**: 27-48, 1974.

- JAMES, W.C. & TENG, P.S. The quantification of production constraints associated with plant diseases. COAKEY, T.H. ed. *Applied Biology*, vol. 4. 1979. Academic Press, New York, p.201-267.
- JAMES, W.C.; SHIH, C.S.; HODGSON, W.A.; CALLBECK, L.C. The quantitative relationship between late blight of potato and loss in tuber yield. *Phytopathology*, St. Paul, **62**:92-96, 1972.
- JENKYN, J.F. Effects of mildew (*Erysiphe graminis*) on green leaf area of Zephyr spring barley, 1973. *Annals of Applied Biology*, Warwick, **82**: 484-488, 1976.
- JOHNSON, K.B. & TENG, P.S. Coupling a disease progress model for early blight to a model of potato growth. *Phytopathology*, St. Paul, **80**: 416-425, 1990.
- KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J. & ROTEM, J. *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. Heidelberg, Springer, 1988. cap. 3, p.35-50.
- LAST, F.T. Analysis of the effects of *Erysiphe graminis* on the growth of barley. *Annals of Botany*, London, **26**: 279-289, 1962.
- LIM, L.G. & GAUNT, R.E. Leaf area as factor in disease assessment. *Journal of Agricultural Science*, London, **97**:481-483, 1981.

- LIM, L.G. & GAUNT, R.E. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. Epidemic development, green leaf area and yield. *Plant Pathology*, Oxford, **35**: 44-53, 1986.
- LIM, S.M. Brown spot severity and yield reduction in soybean. *Phytopathology*, St. Paul, **70**: 974-977, 1980.
- LOPES, D.B.; BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. Absorção da área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doença. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **20**(3-4): 143-151, 1994.
- MADDEN, L.V. Measuring and modeling crop losses at field level. *Phytopathology*, St. Paul, **73**: 1591-1596, 1983.
- MADEIRA, A.C.; CLARK, J.A.; ROSSAL, S. Growth, light interception and disease in field bean (*Vicia faba*): the effect of late infection by *Ascochyta fabae*. *Annals of Applied Biology*, Warwick, **112**: 585-595, 1988.
- MERCADO INTERNO. *Suma Agrícola e Pecuária*, São Paulo, **299**: 26-30, 1995.
- NUTTER, F.W.; TENG, P.S.; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. *Plant Disease*, St. Paul, **75**: 1187-1188, 1991.

- OLIVEIRA, S.H.F.; BARROS, B.C.; CASTRO, J.L. Avaliação do efeito de fungicidas no controle de doenças da parte aérea e na qualidade das sementes de feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **18**: 178-184, 1992.
- PARANÁ. Departamento de economia rural, Secretaria de Agricultura, Curitiba. *Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná*, **19**(8): 1-195, 1993.
- PARANÁ. Departamento de economia rural, Secretaria de Agricultura, Curitiba. *Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná*, **21**(4): 1-79, 1995.
- PATAKY, J.K.; BEUTE, M.K.; WYNNE, J.C.; CARLSON, G.A. A critical-point yield loss model for *Cylindrocladium* black rot of peanut. *Phytopathology*, St. Paul, **73**: 1559-1563, 1983.
- PORTES, T.A. & CARVALHO, J.R.P. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **18**: 755-762, 1983.
- RIBEIRO, M.J. Caracteres morfo-fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc. e fontes de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Recife, 1991. 108p. (Mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- RODRIGUES, C.H.; ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C.P. Eficiência de fungicidas no controle da mancha angular (*Isariopsis*

- griseola*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*).
Fitopatologia Brasileira, Brasília, **12**:40-45, 1987.
- ROMIG, R.W. & CALPOUZOS, L. The relationship between stem rust and loss in yield of spring wheat. *Phytopathology*, St. Paul, **60**:1801-1805, 1970.
- ROSTON, A.J. *O feijão*. Campinas, Cati, 1990. 18p. (Boletim Técnico nº 199).
- ROTEM, J.; BASHI, E.; KRANZ, J. Studies of crop loss in potato blight caused by *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*, Oxford, **32**: 117-122, 1983a.
- ROTEM, J.; KRANZ, J.; BASHI, E. Measurement of healthy and diseased haulm area for assessing late blight epidemics in potatoes. *Plant Pathology*, Oxford, **32**:109-115, 1983b.
- SAETTLER, A.W. & CORREA, F.J. Angular leaf spot (*Isariopsis griseola*) in seed fields of Michigan red kidney beans. BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 27., 1984. P.28-30.
- SAETTLER, A.W. & CORREA, F.J. Reactions of commercial dry bean cultivars and lines to Michigan isolate 5 of *Isariopsis griseola*. In: BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 28., 1985. *Annual Report*. 1985. p. 78-79.
- SAH, D.N. & MACKENZIE, D.R. Methods of generating different levels of disease epidemics in loss experiments. In: TENG, P.S. *Crop loss assessment and pest management*. St. Paul, APS Press, 1987. cap.9 , p. 90-96.

SANDERS, J.H. & SCHWARTZ, H.F. Bean production and pest constraints in Latin America. In: SCHWARTZ, H.F. & GALVEZ, G.E. *Bean production problems: Disease, insect, soil and climatic constraints of Phaseolus vulgaris*. Cali, CIAT, 1980. cap. 1, p. 3-14.

SANTOS FILHO, H.P.; FERRAZ, S.; SEDIYAMA, C.S. Isolamento e esporulação "in vitro" de *Isariopsis griseola* Sacc. *Experientiae*, Viçosa, **22**: 175-193, 1976a.

SANTOS FILHO, H.P.; FERRAZ, S.; VIEIRA, C. Resistência à mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, **23**:226-230, 1976b.

SARTORATO, A. Resistência vertical e horizontal do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Isariopsis griseola* Sacc. Piracicaba, 1989. 131p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SARTORATO, A. & RAVA, C.A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular (*Isariopsis griseola*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, **17**: 247-251, 1992.

SATO, E.T. & PIZA, S.M. de T. Crescimento micelial e esporulação de *Isariopsis griseola* em diferentes meios de cultura. IV RENAPE, julho, 1993. nº 50. IAPAR. 222p. (RESUMO).

- SCHNEIDER, R.E.; WILLIAMS, R.J.; SINCLAIR, J.B. *Cercospora* leaf spot of cowpea: models for estimating yield loss. *Phytopathology*, St. Paul, **66**:384-388, 1976.
- SCHOONHOVEN, A. van & VOYSEST, O. *Common beans: Research for crop improvement*. Wallingford, CAB, 1991. cap.3, p. 119-162.
- SCHWARTZ, H.F.; CORREA, F.; PINEDA, P.A.; OTOYA, M.; KATHERMAN, M.J. Dry bean yield losses caused by *ascochyta*, angular, and white leaf spots in Colombia. *Plant Disease*, St. Paul, **65**:494-496, 1981.
- SCHWARTZ, H.F.; PASTOR CORRALES, M.A.; SINGH, S.P. New sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot af beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen, **31**: 741-754, 1982.
- SHANE, W.W. & TENG, P.S. Generating database for disease-loss modeling. In: TENG, P.S. *Crop loss assessment and pest management*. St. Paul, APS Press, 1987. cap.8 , p. 82-89.
- SILVERA, G.A. Evaluacion de la resistencia de frijol a la mancha angular, algunos aspectos fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc. y patogenicidade de algunas cepas coletadas en Costa Rica. Turrialba, 1967. 59p. (Mestrado - Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA).

- SINDHAN, G.S. & BOSE, S.K. Perpetuation of *Phaeoisariopsis griseola* causing angular leaf spot of french bean. *Indian Phytopathology*, New Delhi, **32**:252-254, 1979.
- SINGH, B.M. & SHARMA, Y.R. Screening of bean lines for resistance to angular leaf spot caused by *Isariopsis griseola*. *Indian Phytopathology*, New Delhi, **28**: 435-436, 1975.
- SINGH, S.P.; PASTOR CORRALES, M.A.; MOLINA, A.; URREA, C.; CAJIAO, C. Independent, alternate, and simultaneous selection for resistance to anthracnose and angular leaf spot and effects on seed yield in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Breeding*, Berlin, **106**:312-318, 1991.
- SPITTERS, C.J.T.; VAN ROERMUND, H.J.W.; VAN NASSAU, H.G.M.G.; SCHEPERS, J.; MESDAG, J. Genetic variation in partial resistance to leaf rust in winter wheat: disease progress, foliage senescence and yield reduction. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Wageningen, **96**: 3-15, 1990.
- SUBBA RAO, K.V.; YANG, X.B.; BERGGREN, G.T.; SNOW, J.P. A multiple regression model to estimate the contributions of leaves and the effects of leaf rust on yield of winter wheat. *Phytopathology*, St. Paul, **79**: 1233-1238, 1989.
- TANAKA, M.A. & JUNQUEIRA NETO, A. Efeito de fungicidas sobre a intensidade de doenças na parte aérea e a

qualidade sanitária da semente de feijão. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, **7**:381-386, 1982.

TENG, P.S. Use of regression analysis for developing crop loss models. In: CHIARAPPA, L. Ed. *Crop loss assessment methods*. Supplement 3. Farnham, FAO/Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. p. 51-55.

TENG, P.S. Construction of predictive models: II. forecasting crop losses. *Advances in Plant Pathology*, vol. 3. Orlando, Flórida. 1985. p.179-206.

TENG, P.S. Quantifying the relationship between disease intensity and yield loss. In: TENG, P.S. *Crop loss assessment and pest management*. St. Paul, APS Press, 1987. cap.11 , p. 105-113.

VAN OIJEN, M. Photosynthesis is not impaired in healthy tissue of blighted potato plants. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Wageningen, **96**: 55-63, 1990.

VAN ROERMUND, H.J.W. & SPITTERS, C.J.T. Simulation of yield reduction by leaf rust in winter wheat, applied to the analysis of genetic variation in partial resistance. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Wageningen, **96**: 17-28, 1990.

VIEIRA, C. As doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na zona da mata, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, **11**: 73-91, 1960.

- VIEIRA, C. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no estado de Minas Gerais. *Experientiae*, Viçosa, **4**: 1-68, 1964.
- VIEIRA, C. *Doenças e pragas do feijoeiro*. Viçosa, Imprensa Universitária. UFV, 1983. 231p.
- VIEIRA, C. Perspectiva da cultura do feijão e de outras leguminosas de grão no país e no mundo. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, POTAFOS, 1988. p.3-19.
- VOYSEST, O. *Variedades de frijol en América Latina y su origen*. Cali, CIAT, 1983. 87 p.
- WAGGONER, P.E. & BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. *Phytopathology*, St. Paul, **77**:393-398, 1987.
- ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, **23**: 455-473, 1985.
- ZADOKS, J.C. & SCHEIN, R.D. *Epidemiology and plant disease management*. New York, Oxford University Press, 1979. 427p.
- ZAUMEYER, W.J. & THOMAS, H.R. *A monographic study of bean diseases and methods for their control*. Washington, U.S.D.A., 1957. p. 51-53 (Technical Bulletin 868).

APÊNDICE

Figura 1A. Número de vagens/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 2A. Produção em gramas/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 3A. Número de sementes/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 4A. Número de sementes/vagem em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 5A. Peso (g)/semente em função de AUDPC, AULAPC, HAD, HAA, do cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 6A. Número de vagens/planta (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 7A. Produção em gramas/plantas (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 8A. Número de vagens/planta, (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 9A. Produção em gramas/planta (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra de inverno, 1993.

Figura 10A. Número de vagens/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 11A. Produção em gramas/planta em função de HAD, HAA, AUDPC, AULAPC, do cultivar Carioca, safra das águas 1993.

Figura 12A. Número de sementes/planta em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 13A. Número de sementes/vagem em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 14A. Peso (g)/semente em função de AUDPC, AULAPC, HAD e HAA, do cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 15A. Número de vagens/planta (média de 5 plantas agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 16A. Produção em gramas/planta (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAD) em função do HAD. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 17A. Número de vagens/planta (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.

Figura 18A. Produção em gramas/planta (média de 5 plantas, agrupadas pelo HAA) em função do HAA. Cultivar Carioca, safra das águas, 1993.