AVALIAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA ANTRACNOSE
(*Colletotrichum lindemuthianum* (SACC.& MAGN.) SCRIBNER) DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

WILLIAM MÁRIO DE CARVALHO NUNES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ARMANDO BERGAMIN FILHO

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.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Nunes, William Mário de Carvalho
N972a Avaliação de danos causados pela antracnose
 (*Colletotrichum lindemuthianum* (SACC.& MAGN.)
 SCRIBNER) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Pirac
 cicaba, 1994.
 72p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Antracnose do feijão 2. Feijão - Doença
3. Fungo fitopatogênico I. Escola Superior de Agricult
tura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.652

AVALIAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA ANTRACNOSE
(*Colletotrichum lindemuthianum* (SACC.& MAGN.) SCRIBNER) DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

WILLIAM MÁRIO DE CARVALHO NUNES

Aprovada em: 27.12.94

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho

ESALQ/USP

Prof^a. Dra. Lilian Amorin

ESALQ/USP

Prof. Dr. João Batista Vida

UEM

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho
Orientador

À Maria Júlia, minha esposa,
pelo apoio em todas as horas,
e ao meu filho,
Matheus.

AGRADECIMENTOS

- . À Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela oportunidade oferecida para a realização do curso de Pós-Graduação.
- . À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), através do Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade concedida para a realização do curso de Pós-Graduação.
- . À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PICD), pelo auxílio financeiro.
- . Ao Prof. Armando Bergamin Filho, pela orientação segura e apoio durante todo o desenvolvimento deste trabalho.
- . Ao Prof. João Batista Vida, pelo valioso incentivo, amizade e sugestões ao presente trabalho.
- . À Lilian Maria de Arruda Bacchi, amiga de todas as horas, pela ajuda imprescindível à conclusão deste trabalho.
- . A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. A antracnose do feijoeiro	03
2.2. Os danos da antracnose	05
2.3. Absorção da área foliar sadia	07
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Linhagens utilizadas	12
3.2. Plantio	13
3.3. Inoculação	13
3.4. Avaliação	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. A quantificação de danos	17
4.2. Uma nova abordagem	21

4.3. Manejo integrado de doenças	24
5. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura n ^o .	Página
1. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 3a, linhagem Rosinha, Maringá - PR	27
2. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com a produção (g/planta), em 8 avaliações, para o ensaio 3a, linhagem Rosinha, Maringá - PR	28
3. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	29
4. Área sob a curva de crescimento da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	30
5. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	31

6. Absorção da área foliar sadia (HAA) e(a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	32
7. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 3b, linhagem Rosinha, Maringá - PR	33
8. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com a produção (g/planta), em 8 avaliações, para o ensaio 3b, linhagem Rosinha, Maringá - PR	34
9. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	35
10. Área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	36
11. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	37
12. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá - PR	38

13. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com o número de vagens nas sete avaliações realizadas no ensaio 1, com a linhagem Rosinha em Piracicaba - SP	39
14. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com a produção (g/planta), em 7 avaliações, para o ensaio 1, linhagem Rosinha, Piracicaba - SP	40
15. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	41
16. Área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	42
17. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	43
18. Absorção da área foliar sadia (HAA) e(a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	44
19. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Rosinha, Piracicaba - SP	45

20. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com a produção (g/planta), em 8 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Rosinha, Piracicaba - SP	46
21. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	47
22. Área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	48
23. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	49
24. Absorção da área foliar sadia (HAA) e(a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba - SP	50
25. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com o número de vagens por planta, em 7 avaliações, para o ensaio 1, linhagem Carioca, Piracicaba - SP	51
26. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm ²) com a produção (g/planta), em 7 avaliações, para o ensaio 1, linhagem Carioca, Piracicaba - SP	52

27. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	53
28. Área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	54
29. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	55
30. Absorção da área foliar sadia (HAA) e(a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	56
31. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm^2) com o número de vagens por planta, em 9 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Carioca, Piracicaba - SP	57
32. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm^2) com a produção (g/planta), em 9 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Carioca, Piracicaba - SP	58
33. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	59

34. Área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	60
35. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	61
36. Absorção da área foliar sadia (HAA) e(a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba - SP	62

AVALIAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA ANTRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum* (SACC.& MAGN.) SCRIBNER) DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Autor: WILLIAM MÁRIO DE CARVALHO NUNES

Orientador: Prof. Dr. ARMANDO BERGAMIN FILHO

RESUMO

Foram realizados ensaios de campo com a antracnose do feijoeiro (*Colletotrichum lindemuthianum*) em três épocas diferentes de plantio, de março a maio e de junho a setembro de 1993, em Piracicaba-SP, e de abril a junho de 1994, em Maringá-PR, com as linhagens Carioca e Rosinha, com o objetivo de quantificar danos causados por esta doença.

A severidade da doença, mensurada através do uso de escalas diagramáticas, não apresentou correlação com os danos no patossistema em estudo, resultado constatado pela regressão linear entre a área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e a produção.

O uso de uma nova abordagem na quantificação de danos, utilizando as variáveis explanatórias absorção da área foliar sadia (HAA) e duração de área foliar sadia (HAD) apresentou correlação linear positiva em relação à produção, em todos os ensaios realizados.

As plantas possuidoras de maior área foliar, independentemente da época de plantio e da linhagem, apresentaram maior produção. As variáveis explanatórias absorção de área foliar sadia (HAA) e duração de área foliar sadia (HAD) e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) obtidos na regressão linear entre estes e a produção.

A absorção de área foliar sadia apresenta-se como um parâmetro promissor para ser usado na implementação de um sistema de manejo integrado desta doença.

EVALUATION OF DAMAGE CAUSED BY ANTHRACNOSE (*Colletotrichum lindemuthianum* (SACC.& MAGN.) SCRIBNER) OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

Author: WILLIAM MÁRIO DE CARVALHO NUNES

Adviser: Prof. Dr. ARMANDO BERGAMIN FILHO

SUMMARY

Field trials were carried out in three cropping times, from March to May and from June to september, 1993, in Piracicaba, SP, and from April to June, 1994, in Maringá, PR, in order to quantify the damage caused by anthracnose of bean (lines Carioca and Rosinha).

Disease severity, measured through diagrammatic scales, did not show any correlation with damage in the studied pathosystem, as indicated by linear regression between the area under the disease progress curve and yield.

The use of a new approach of damage quantification employing the explanatory variables healthy leaf area absorption (HAA) and duration of healthy leaf area (HAD) showed positive linear correlation in relation to yield in all trials.

Plants with greater leaf area, regardless of cropping time and bean line, showed higher yield. HAA and HAD and their respective coefficients of determination (R^2) obtained in the linear regression between them and yield confirmed this tendency.

Healthy leaf area absorption revealed to be a promissing parameters to be used in the implementation of an integrated management system of this disease.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta grande importância no Brasil devido ao seu uso na alimentação, constituindo-se a principal fonte de proteína da população brasileira. O Brasil destaca-se, em âmbito mundial, por possuir a maior área cultivada com esta leguminosa, apresentando, em 1991, 5.442.958 ha, e ocupando o segundo lugar em produção, com 2.749.423 t (FAO, 1992). É, ainda, o maior consumidor deste produto, destinando-se toda a sua produção ao abastecimento interno. É considerada cultura de pequenas propriedades rurais, sendo conduzida em praticamente todo o território brasileiro onde se realiza a agricultura. A produtividade da cultura no Brasil, no entanto, é baixa, cerca de 505 kg/ha em 1991 (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1992) e a média nos últimos 20 anos não é superior a 600 kg/ha.

O feijoeiro está sujeito à incidência de inúmeras doenças, sendo esta uma das principais causas do baixo rendimento da cultura no Brasil (SHANDS et alii, 1964; KIMATI, 1980). Dentre as doenças que incidem no feijoeiro está a antracnose, que é uma das mais importantes moléstias fúngicas.

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib., ocorre principalmente em regiões com temperaturas médias ao redor de 18°C, umidade relativa acima de 95% e precipitação frequente (ZAUMEYER & THOMAS, 1957). Nestas condições ambientes, associando-se o uso de cultivares suscetíveis e sementes infectadas pelo patógeno, podem ocorrer reduções de até 100% no rendimento da cultura (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; GUZMAN et alii, 1979; CHAVES, 1980).

A importância de um organismo fitopatogênico é determinada pelas perdas que causa e a magnitude dessas perdas depende da frequência com que ocorre, aliada à magnitude do dano ocasionado durante o ciclo da cultura. Sendo o feijoeiro cultivado sob condições em que várias doenças podem afetá-lo, reduzindo a produtividade e a qualidade dos grãos, com a consequente queda na renda final da propriedade agrícola (SANDERS & SCHWARTZ, 1980), faz-se necessário mensurar o dano ocasionado pelos diversos patógenos. Em condições de campo, é difícil separar o efeito da antracnose na redução da produção. Entretanto, alguns estudos foram realizados na Tanzânia (SHAO & TERI, 1985) e no México (GUZMAN et alii, 1979) com o objetivo de avaliar este efeito.

O objetivo do presente trabalho foi a obtenção de dados de produção do feijoeiro sob diferentes graus de severidade da antracnose para, desta forma, avaliar os danos ocasionados pela doença.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A antracnose do feijoeiro

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib., foi descrita pela primeira vez por Saccardo em 1878, na Alemanha. Scriber, em 1888, utilizou a denominação antracnose pela primeira vez para designar, porém, o grupo de doenças causadas pelo fungo *Gloeosporium ampelophagum* Sacc. (BARRUS, 1921).

O fungo, na fase anamórfica, é denominado *Colletotrichum lindemuthianum* e pertence à classe Deuteromycetes (fungos imperfeitos), ordem Melanconiales, família Melanconiaceae. Produz conídios unicelulares hialinos, em acérvulos providos de seta, que se desenvolvem sobre uma massa estromática. Sob condições favoráveis, produzem um tubo germinativo curto, formando um apressório na extremidade. O micélio septado e ramificado é inicialmente hialino e posteriormente escuro. A fase sexual ou teleomórfica desse fungo corresponde a *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld & Schrenk f.sp. *phaseoli* Kimati e foi conseguida através de condições especiais de laboratório (KIMATI, 1980).

Os sintomas da antracnose podem surgir em toda a parte aérea. Nas folhas, apresentam-se na forma de manchas de cor avermelhada, principalmente na face inferior, sobre as nervuras, evoluindo para manchas pardo escuras, podendo atingir a face superior. Os pecíolos e hastes também podem ser infectados pelo patógeno, apresentando sintomas de manchas e cancrios, inicialmente de cor avermelhada, tornando-se pardo escuras com a evolução da doença. Nas vagens ocorrem a formação de pequenas manchas pardas que originarão cancrios deprimidos, geralmente circulares, com bordos pardo avermelhados, havendo produção de massas róseas de esporos na superfície da lesão, quando em condições de alta umidade (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; KIMATI, 1980).

A doença é favorecida por temperaturas moderadas, entre 13 e 26 °C, umidades elevadas, acima de 95%, e precipitação frequente. Por requerer alta umidade relativa para ocorrer a disseminação e desenvolvimento do patógeno, a doença frequentemente não é observada durante a estação seca, por falta de condições ambientais favoráveis (SHANDS et alii, 1964; KULIK, 1984).

O fungo sobrevive no solo associado com restos de cultura por um a dois anos, mas a maior fonte de inóculo, do ponto de vista epidemiológico, é representada pelas sementes infectadas. A disseminação também ocorre através da chuva, vento, implementos agrícolas e por vários outros agentes, sendo que a doença pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da planta, como citam ZAUMEYER & THOMAS (1957).

2.2. Os danos da antracnose

A antracnose é importante em diversos países produtores do mundo, tais como México (CRISPIN & CAMPOS, 1976), Costa Rica, Guatemala, Colômbia, Venezuela (ECHANDI, 1976) e Canadá (TU, 1988). No Brasil, ocorre na maioria dos estados produtores, sobretudo nos estados de São Paulo (ITO, 1992), Minas Gerais (PELOSO, 1992), Santa Catarina (BALARDIN, 1992) e Paraná (MENEZES, 1992), e sua importância se deve à ocorrência nas diversas épocas de cultivo e pela redução que ocasiona na produção (POMPEU, 1982). É uma das doenças mais frequentes, apresentando alto nível de dano, principalmente em determinadas regiões no sul do país.

No campo, é difícil individualizar o efeito de uma só doença. Entretanto, segundo CHAVES (1980), os danos ocasionados pela antracnose podem ser da ordem de 100%, quando se plantam sementes infectadas sob condições favoráveis para o desenvolvimento da doença. Estudos realizados por GUZMAN et alii (1979) revelaram que os danos ocasionados pela antracnose na variedade suscetível 'Diacol Nima' alcançaram 95%, quando a infecção ocorreu uma semana depois da emergência das plântulas. DHINGRA et alii (1986) e HAVEY et alii (1988) também citam que sérios danos ocorrem se condições ambientes forem favoráveis ao desenvolvimento da doença, quando se utiliza cultivares suscetíveis (TU, 1988), dependendo do estágio da cultura e do manejo agrônômico adotado (SHING et alii, 1991).

Os danos ocasionados por doenças de plantas podem ser definidos como a diferença entre a produção obtida no campo e aquela que seria alcançada na ausência de doenças (ZADOKS, 1985). Todavia, o impacto total das doenças de plantas tem sido grosseiramente subestimado em muitas partes do mundo.

A antracnose tem sido associada com grandes danos na produção em cultivares suscetíveis sob baixa temperatura ou temperatura moderada e alta umidade. A dificuldade na obtenção de dados confiáveis e mesmo metodologias padronizadas para a avaliação de danos tem sido obstáculos para se poder mensurar a redução na produção devido a esta doença.

Na literatura, algumas metodologias foram propostas para o levantamento de dados visando a determinação dos danos causados por agentes fitopatogênicos (LARGE, 1966; LeCLERG, 1971; JAMES, 1974; WALLEN & JACKSON, 1975; COSTA & CUPERTINO, 1976; JAMES & TENG, 1979; BERGER, 1980; HAU et alii, 1980; SILVA & LOCH, 1982; SANTOS et alii, 1984; GAUNT, 1987; MULLIN et alii, 1991; MARTINELLI et alii, 1994; MUNKVOLD et alii, 1994). Na maioria destes trabalhos, no entanto, houveram dificuldades em correlacionar a intensidade da doença com danos à cultura.

2.3. Absorção da área foliar sadia

Esforços têm sido feitos face à necessidade de padronização na quantificação de doenças com o objetivo de avaliar danos. Todavia, até o momento, poucos trabalhos deram origem a resultados práticos.

Assim como para as outras doenças, não tem sido diferente com a antracnose, onde poucos trabalhos têm sido realizados na cultura de *Phaseolus* sp (GUZMAN, 1979; SHAO & TERI, 1985) e de *Vigna unguiculata* (LATUNDE-DADA, 1990), visando correlacionar a intensidade da doença com dano.

Diversos autores (LARGE, 1966; JAMES, 1974; MAIN, 1978; ZADOKS & SCHEIN, 1979) têm salientado a importância de se correlacionar o desenvolvimento da doença no campo aos danos na cultura.

Como a avaliação de danos usando severidade da doença não tem sido promissora, WAGGONER & BERGER (1987) colocaram que a produção ou matéria seca de uma planta é função da fotossíntese realizada nas folhas. Watson¹, citado por WAGGONER & BERGER (1987), encontrou alta correlação entre produção e índice de área foliar (relação entre metros quadrados de área foliar por metro quadrado de solo) e propôs que produção correlaciona-se com a duração da área foliar, que é definida como a integral em função do tempo do índice de área foliar, conforme a equação:

¹ WATSON, D. 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 N.S.*, 11: 41-76. 1947.

$$LAD = \sum ((LAI_i (t_{i+1} - t_i) / 2)) \quad (1)$$

onde LAD é a duração da área foliar (dias), LAI o índice de área foliar (sem dimensão) e t , o tempo. Pesquisas recentes indicaram que a forma do dossel e sua influência sobre a fotossíntese e a produtividade das plantas está principalmente relacionada com a quantidade de energia que incide sobre as plantas (BERNARDES, 1987), ou seja, está mais diretamente relacionada com a absorção da radiação solar pelas folhas, do que com a área foliar ou com índice de área foliar.

Em agrupamentos de plantas, a fotossíntese ocorre em arranjos acumulados de folhas. Estas se sobrepõem e ensombram umas às outras. De modo gradual, a luz incidente é absorvida em sua passagem através das folhas. Nesse processo, se as camadas de folhagem forem homogêneas, com o crescente aumento da cobertura, sua intensidade diminui de modo quase exponencial de acordo com a Lei da Extinção de Lambert-Beer e pode-se expressar a transmissão da insolação I (MJ/m^2) através desta folhagem. Assim, a fração absorvida f é dada por

$$f = (1 - \exp(-kLAI)) \quad (2)$$

onde k é o coeficiente de extinção. O coeficiente de extinção indica o grau de atenuação da luz no interior do dossel, para um dado índice de área (LARCHER, 1980). A maneira como a área foliar é distribuída verticalmente na copa influencia a proporção de luz incidente que penetra na copa. Arranjos mais erectófilos apresentam menor coeficiente de extinção, resultando numa distribuição da radiação incidente por maior área foliar,

proporcionando maior taxa de fotossíntese (BERNARDES, 1987). Então, o valor deste coeficiente será próximo da unidade para plantas com folhas horizontais e ao redor de 0,3 para plantas com folhas eretas (LOPES et alii, 1994).

A produção da matéria seca w (g/m^2) relaciona-se com o índice de área foliar e com a insolação através da equação

$$\begin{aligned} w &= \int e f I dt + w_0 \\ &= \int e I (1 - \exp(-kLAI)) dt + w_0 \end{aligned} \quad (3)$$

Caso a eficiência de conversão e (g/MJ) seja constante durante o período de integração e w_0 desprezível, pode-se escrever

$$w = e \int I f dt \quad (4)$$

Mais correlacionada com produção que a duração da área foliar (LAD) seria uma variável que levasse em consideração a quantidade de luz realmente absorvida pelas folhas. Deste modo, WAGGONER & BERGER (1987) propuseram a utilização da absorção da área foliar (LAA) (MJ/m^2), expressa pela equação

$$LAA = \sum I(1 - \exp(-kLAI_i))(t_{i+1} - t_i) / 2 \quad (5)$$

Nota-se, então, porque os resultados conseguidos até aqui não foram nada animadores quando se objetivou quantificar danos. A preocupação era contar o número de lesões, o número de esporos com o passar do tempo, enfim preocupava-se com o patógeno e com a doença, deixando de lado o hospedeiro. A área sob a curva de progresso da doença (*AUDPC*) e a taxa relativa de mudança (*r*) resumem as curvas de progresso da fração doente *x* (VAN DER PLANK, 1963). A soma do índice de área foliar em função do tempo (*LAD*) e a soma da fração absorvida de insolação multiplicada pela própria insolação em função do tempo (*LAA*) diferenciam-se da soma de *x* (*AUDPC*) e da taxa de mudança de *x* (*r*), pois estas não fornecem o tamanho da folhagem nem quanto de insolação ela absorve (LOPES et alii, 1994).

Os conceitos fisiológicos de Watson podem agora juntar-se aos efeitos da doença sobre a folhagem das plantas hospedeiras. Relacionando curva de progresso da doença e crescimento da planta através da subtração da área foliar doente da duração da área foliar (*LAD*). Então, a duração da área foliar sadia (*HAD*) pode ser obtida através da integração da área foliar sadia e operacional durante o período de crescimento do hospedeiro $((1-x) LAI)$ (WAGGONER & BERGER, 1987). Isto é expresso por

$$HAD = \sum ((1 - x_i) LAI_i (t_{i+1} - t_i) / 2) \quad (6)$$

Do mesmo modo, a absorção da área foliar sadia (HAA) é obtida incluindo a área foliar doente na variável absorção da área foliar (LAA)

$$HAA = \sum (I(1-x_i)(1-\exp(-kLAI_i))(t_{i+1} - t_i) / 2) \quad (7)$$

Introduzindo a fração de área foliar sadia ($1-x$) para calcular a produção de matéria seca w (g/m^2) de uma cultura tem-se

$$w = e \int I(1-x_i)(1-\exp(-kLAI_i))dt + w_0 \quad (8)$$

Esta nova abordagem da quantificação de danos é recente e abre perspectivas na tentativa de correlacionar produção com absorção da área foliar sadia (HAA) ou com duração da área foliar sadia (HAD), permitindo, desta forma, um melhor entendimento das relações entre doença e danos na produção (LOPES et alii, 1994).

O desenvolvimento de pesquisas nesta área não tem sido maior devido à determinação de HAA e HAD ser muito mais trabalhosa que a determinação da intensidade da doença (x), uma vez que esta pode ser feita com auxílio de escalas diagramáticas, enquanto aquelas necessitam da determinação real da área foliar (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no campo experimental pertencente ao Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo e no campo experimental do Centro Técnico de Irrigação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná.

3.1. Linhagens utilizadas

Foram utilizadas as linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Carioca e Rosinha. Em Piracicaba, conduziu-se um ensaio com cada linhagem, nos dois períodos de plantio no ano de 1993, de março a maio, denominado ensaio 1, e de junho a setembro, denominado ensaio 2. Outros dois ensaios com a linhagem rosinha foram conduzidos em Maringá, no período de abril a junho de 1994, denominados ensaio 3a e 3b.

3.2. Plantio

O plantio do feijão foi realizado de maneira convencional, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, mantendo-se 12 plantas por metro. A adubação foi correspondente a 400 kg/ha da fórmula 4-14-8, feita no sulco de semeadura, e 200 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, aos 25 dias após o plantio.

Cada ensaio teve sua área dividida em 16 parcelas, cada parcela sendo constituída de 4 linhas com 5 m de comprimento. Em cada parcela foram marcadas, ao acaso, 6 plantas com fitas plásticas de cor contrastante, amarradas no caule, para avaliação do desenvolvimento da planta e da doença, totalizando 96 plantas por linhagem, em cada ensaio.

Os ensaios realizados em Piracicaba, com as duas linhagens, no período de março a maio de 1993, foram semeados em 02 de março, e os ensaios realizados no período de junho a setembro de 1993 foram semeados em 8 de junho.

Os ensaios de Maringá, realizados no período de abril a junho de 1994, foram semeados em 6 de abril.

3.3. Inoculação

O preparo do inóculo foi feito através da repicagem de discos de meio de cultura batata-dextrose-água (BDA) contendo micélio do fungo, desenvolvido em placas

de Petri de 90 mm de diâmetro e mantidos sob temperatura ambiente, para tubos-de-ensaio contendo vagem em ágar-água, autoclavados duas vezes, incubados sob temperatura de 20°C por 10 dias ou até abundante produção de conídios.

A suspensão de conídios foi obtida adicionando-se água destilada e esterilizada a cada tubo de ensaio, transferindo-se posteriormente esta suspensão para erlenmeyer. Essa suspensão foi filtrada por meio de uma camada dupla de gaze, obtendo-se dessa maneira uma suspensão apenas com conídios. A concentração da suspensão de conídios foi determinada mediante o emprego de hemacitômetro tipo Neubauer, ajustando-se para aproximadamente 1×10^6 conídios por ml de água. Foram obtidas as concentrações de 10^2 e 10^4 conídios por ml de água através de diluições da primeira suspensão.

Após o aparecimento do primeiro par de folhas trifolioladas, foi feita a inoculação das plantas com quatro tratamentos em quatro repetições. As suspensões de conídios nas diferentes concentrações (10^6 , 10^4 , 10^2) foram consideradas tratamentos e água destilada e esterilizada foi considerada outro. Este tipo de tratamento foi utilizado para obtenção de um gradiente de doença no campo experimental.

As inoculações nos ensaios com as linhagens Carioca e Rosinha conduzidos em Piracicaba foram realizadas aos 23 dias após a semeadura, no período de março a maio de 1993, e 36 dias após a semeadura, no período de junho a setembro de 1993. Nos ensaios conduzidos em Maringá, no período de abril a junho de 1994, com a linhagem Rosinha, a inoculação foi realizada 16 dias após a semeadura e utilizou-se um túnel com cobertura plástica nas parcelas onde aplicou-se a concentração de 10^6 .

Em cada ensaio, uma parcela foi pulverizada com fungicida na dosagem de 1000 ml/ha do produto comercial Mertin 400 (Merck Sharp & Dohme Farmacêutica e Veterinária Ltda., Campinas - SP), visando a manutenção da parcela sadia.

3.4. Avaliação

A avaliação no campo iniciou-se na mesma data de inoculação do patógeno. Foi realizada semanalmente medindo-se, com uma régua, a largura do folíolo central da folha trifoliolada (L), em todas as folhas das plantas marcadas, calculando-se posteriormente a área foliar através da fórmula $2,1371.L^{1,96418} - 2,701269$ (IAMAUTI¹, 1993). Os sintomas da doença nas folhas foram avaliados através de notas de 1 a 9, de acordo com a escala do CIAT (1987), usada nos ensaios realizados no período de março a maio de 1993, em Piracicaba, e a de acordo com a escala proposta por PIZA² (1994) nos ensaios conduzidos no período de junho a setembro de 1993, em Piracicaba, e abril a junho de 1994, conduzidos em Maringá.

No final do ciclo, após as plantas atingirem a maturação fisiológica, realizou-se a colheita individual das plantas marcadas. Estas plantas marcadas foram levadas ao laboratório, onde foram avaliados os seguintes componentes de rendimento: número de vagens e produção por planta de acordo com SILVA & LOCH (1982) e ALMEIDA et alii (1984).

¹ IAMAUTTI, M. T. (Departamento de Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Piracicaba, SP) Comunicação pessoal, 1993.

² PIZA, S.T. (Departamento de Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Piracicaba, SP) Comunicação pessoal, 1994.

Os dados de radiação global média referentes à Piracicaba foram coletados na Estação Agrometeorológica de Piracicaba, do Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, e os referentes a Maringá foram coletados na estação Climatológica Principal de Maringá, do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá. Segundo BERGER³, o valor do coeficiente de extinção (k) para o feijoeiro é de 0,4.

³BERGER, R.D. (Plant Pathology Department, University of Florida, Gainesville, FL.) Comunicação pessoal, 1994.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A quantificação de danos

A quantificação de danos, na abordagem tradicional, correlaciona severidade da doença com redução na produção.

Nos ensaios 3a e 3b, conduzidos em Maringá, com a linhagem Rosinha, a severidade da doença (% área foliar afetada) máxima foi 15% e 11%, respectivamente (Figuras 1 e 7). O ensaio 1 conduzido, em Piracicaba, com as linhagens Rosinha e Carioca, nos meses de março a maio de 1993, apresentou baixa incidência da doença, ficando a severidade (% de área foliar afetada) máxima em 4,5% e 0,6%, respectivamente (Figuras 13 e 25). O ensaio 2, implantado nos meses de junho a setembro de 1993, apresentou para as linhagens Rosinha e Carioca uma severidade máxima de 5,0% e 0,8%, respectivamente (Figuras 19 e 31).

Uma das melhores maneiras de quantificação da severidade da doença tem sido através da área sob a curva de progresso da doença (AUDPC). Em todos os ensaios realizados, a AUDPC não apresentou correlação com produção (g/planta) e nem com número de vagens por planta, conforme mostram as Figuras 3 (ensaio 3a), 9 (ensaio 3b),

27(ensaio 1 - linhagem Carioca), 33 (ensaio 2 - linhagem Carioca), 15 (ensaio 1 - linhagem Rosinha) e 21 (ensaio 2 - linhagem Rosinha). Apesar dos ensaios 3a e 3b terem apresentado severidade maior, quando comparados com os ensaios 1 e 2, observa-se também que não houve correlação entre AUDPC e produção (Figura 3a e 9a) ou AUDPC e número de vagens por planta (Figura 3b e 9b).

A literatura tem registrado dados conflitantes a respeito da relação entre severidade de doença e danos.

Em diversos patossistemas, como *Puccinia hordei*-cevada (GRIFFEY et alii, 1994), complexo de patógenos do solo-espinafre (LARSSON & GERHARDSON, 1992), *Erwinia* sp.-milho e *Clavibacter* sp.-milho (PATAKY et alii, 1988), esta correlação tem sido evidenciada. Em outros, no entanto, como nos patossistemas *Puccinia coronata*-aveia (BIOSSONNETTE et alii, 1994), *Puccinia sorghi*-milho e *Exserohilum turcicum*-milho (PATAKY et alii, 1988), não tem sido evidenciada correlação entre severidade e danos.

Verificou-se no presente estudo que não houve correlação entre severidade da doença (AUDPC) e dano. Este resultado pode ser explicado, provavelmente, pelo tipo de crescimento indeterminado que o feijoeiro apresenta, pois à medida que a doença destrói o tecido, novos tecidos são formados, enquanto que outras plantas não apresentam este tipo de crescimento. Mesmo os botões florais têm número indeterminado.

O desenvolvimento das plantas no ensaio 1 apresentou uma área foliar máxima de 3000 cm² na linhagem Rosinha (Figura 13) e 2400 cm² na linhagem Carioca (Figura 25), apesar de ambas terem sido conduzidas no mesmo período. Já no ensaio 2 implantado em junho de 1993, o máximo de área foliar para a linhagem Rosinha ficou em 2000 cm² (Figura 19), e para a linhagem Carioca em 3500 cm² (Figura 31). Nos ensaios 3a e 3b, com a linhagem Rosinha, a área foliar máxima em ambos foi de 1300 cm² (Figuras 1 e 7).

O número de vagens por planta, em cada ensaio realizado, pode ser observado nas Figuras 1, 7, 13, 19, 25 e 31. O número máximo de vagens por planta foi de 50 no ensaio 1 (Figura 13), enquanto que o ensaio 3a apresentou apenas 18 vagens por planta (Figura 1).

A produção apresentou um máximo de 40 g/planta no ensaio 1 (Figura 14) e o mínimo foi de 11g/planta no ensaio 3a (Figura 2). Os outros dois ensaios com a linhagem Rosinha apresentaram 16 e 35 g/planta para os ensaios 3b e 2 (Figuras 8 e 20), respectivamente. A linhagem Carioca, nos ensaios 1 e 2, apresentou rendimento de 30 e 35 g/planta (Figuras 26 e 32), respectivamente.

A área sob a curva de progresso da área foliar (AULAPC) é utilizada para analisar o desenvolvimento de uma planta ao longo de seu ciclo de vida. No presente estudo, a AULAPC do feijoeiro apresentou correlação linear positiva com número de vagens e produção em todos os ensaios realizados, apresentando na regressão linear com número de vagens por planta coeficiente de determinação (R^2) variando de um mínimo

de 0,66 no ensaio 3b (Figura 10b) e um máximo de 0,78 no ensaio 2, com a linhagem Carioca (Figura 34b). Os outros valores de R^2 foram de 0,68 (ensaio 1 - linhagem Rosinha), 0,71 (ensaio 1 - linhagem Carioca), 0,73 (ensaio 3a) e 0,74 (ensaio 2 - linhagem Rosinha). Por outro lado, o ensaio 1, com as linhagens Rosinha e Carioca, apresentou, respectivamente, 0,62 e 0,78, sendo o menor e maior coeficiente de determinação quando da regressão linear com produção (g/planta), conforme Figuras 16a e 28a.

Segundo PORTES (1988), a área foliar leva a uma maior produção e isto foi confirmado nos ensaios conduzidos em Piracicaba, independente da linhagem e da época de plantio. O ensaio 1 com a linhagem Rosinha, apresentou maior produção, 40g/planta (Figura 14) e 50 vagens/planta (Figura 13), do que o ensaio 2, também com a linhagem Rosinha, devido a área foliar máxima do primeiro ter sido de 3000 cm² (Figura 13) e do segundo de 2000 cm² (Figura 19). A linhagem Carioca, conduzida no ensaio 1, apresentou área foliar máxima de 2400 cm² (Figura 25) e produção máxima de 30 g/planta (Figura 26), enquanto que no ensaio 2 apresentou área foliar máxima de 3500 cm² (Figura 31) e produção máxima de 35 g/planta (Figura 32) e 35 vagens/planta (Figura 31). Constata-se, deste modo, que apesar de linhagens e épocas de plantio diferentes a produção (g/planta) e o número de vagens por planta foi maior quando a área foliar também foi maior.

Nos ensaios conduzidos em Maringá, com a linhagem Rosinha, tal fato não se verificou, pois o ensaio 3b, que produziu maior número de vagens por planta (22) e

maior produção (16 g/planta), apresentou mesma área foliar (1300 cm²) que o ensaio 3a. Este resultado deve-se, provavelmente, à variação nas características das áreas onde os ensaios foram implantados, apesar de mesma linhagem e mesma época de plantio.

4.2. Uma nova abordagem

A determinação da duração da área foliar sadia (*HAD*) foi feita conforme proposto por WAGGONER & BERGER (1987). A duração da área foliar sadia em todos os ensaios apresentou correlação linear positiva, sendo que o menor coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,54, apresentado no ensaio 1 com a linhagem Rosinha quanto à produção (Figura 17a). Nos outros ensaios, os coeficientes de determinação foram de 0,65 (ensaio 3b - Figura 11a), 0,70 (ensaio 3a - Figura 5a), 0,71 (ensaio 2 - linhagem Carioca - Figura 35a), 0,76 (ensaio 2 - linhagem Rosinha - Figura 23a) e 0,78 (ensaio 1 - linhagem Carioca - Figura 29a). O menor coeficiente de determinação (R^2) obtido pela regressão linear entre a duração da área foliar sadia e o número de vagens por planta foi de 0,61 no ensaio 1, com a linhagem Rosinha (Figura 17b), sendo 0,78, no ensaio 2 com a linhagem Carioca (Figura 35b). Os outros ensaios apresentaram R^2 de 0,65 (ensaio 3b - Figura 11b), 0,71 (ensaio 1 - linhagem Carioca - Figura 29b), 0,73 (ensaio 3a - Figura 5b) e 0,74 (ensaio 2 - linhagem Rosinha - Figura 23b).

A absorção da área foliar sadia (*HAA*), também calculada conforme o proposto por WAGGONER & BERGER (1987), utilizou os valores de radiação global média de

13,97 MJ/m².dia, referente ao período de março a maio de 1993, e 12,04 MJ/m².dia, referente ao período de junho a setembro de 1993, relativos à Piracicaba. A radiação global média em Maringá, no período de abril a junho de 1994, foi de 14,15 MJ/m².dia.

Uma correlação linear positiva também foi apresentada em todos os ensaios quando se considerou a absorção da área foliar sadia (*HAA*) e produção (g/planta) e número de vagens por planta. O coeficiente de determinação (R^2) maior foi de 0,75, no ensaio 1 com a linhagem Carioca, quando se considerou a produção (g/planta) (Figura 30a). Os demais R^2 , quando se considerou a *HAA* e produção, foram de 0,57 (ensaio 1 - linhagem Rosinha - Figura 18a), 0,63 (ensaio 3b - Figura 12a), 0,68 (ensaio 2 - linhagem Carioca - Figura 36a), 0,72 (ensaio 2 - linhagem Rosinha - Figura 24a) e 0,73 (ensaio 3a - Figura 6a).

A correlação também foi positiva entre o número de vagens por planta e *HAA*, obtendo-se 0,76 como o maior coeficiente de determinação (R^2) no ensaio 3a (Figura 6b). Os demais ensaios apresentaram os seguintes R^2 : 0,66, nos ensaios 1 com a linhagem Rosinha (Figura 18b) e 3b (Figura 12b); 0,71, no ensaio 1 com a linhagem Carioca (Figura 30b); 0,72, no ensaio 2 com a linhagem Rosinha (Figura 24b) e 0,74, no ensaio 2 com a linhagem Carioca (Figura 36b).

WAGGONER & BERGER (1987), utilizando esta abordagem em ensaios conduzidos por vários autores (GREENE & GORBERT¹, NICKLE², MANGOLD³,

¹ GREENE, G.L. & GORBERT, D.W. Peanut yields following defoliation to simulate insect damage. Proc. Am. Peanut Res. Ed. Soc., 5: 141-142, 1973

² NICKLE, D.A. The peanut agroecosystem in Central Florida: economic thresholds for defoliating noctuids (Lepidoptera, Noctuidae); associated parasites; hyperparasites of the *Apanteles* complex (Hymenoptera, Braconidae). Gainesville, 1977, 148p. (PhD. Dissertation - University of Florida).

WILKERSON et alii⁴, PIXLEY⁵), com amendoim desfolhado manualmente ou por doença (*Cercosporidium personatum* e *Cercospora arachidicola*), mostraram alta correlação entre *HAD* e produção, e esta relação foi descrita por uma função de Gompertz ; a variável *HAA* apresentou correlação linear com a produção. No presente estudo observou-se que houve correlação linear positiva entre *HAD* e produção, conforme se verifica nas Figuras 5 (ensaio 3a), 11 (ensaio 3b), 17 (ensaio 1 - linhagem Rosinha), 23 (ensaio 2 - linhagem Rosinha), 29 (ensaio 1 - linhagem Carioca) e 35 (ensaio 2 - linhagem Carioca), que se contrapõe ao observado por WAGGONER & BERGER (1987), provavelmente devido ao hábito de crescimento indeterminado que o feijoeiro apresenta e ao tipo de florescimento, onde a primeira inflorescência aparece do quinto ao oitavo nó no caule principal, e as demais, progressivamente, nos nós que são acrescidos durante o desenvolvimento (VILHORDO et alii, 1988).

A proposta desta nova abordagem para a quantificação de danos tem se mostrado bastante promissora. LOPES et alii (1994), analisando os dados de ROTEM et alii (1983a, b), verificaram relação linear entre *HAA* e produção para o patossistema batata-*Phytophthora infestans*. Ainda, LOPES et alii (1994) listam vários trabalhos envolvendo os parâmetros *HAA* e produção, como com os sistemas *Vicia faba*-*Ascochyta fabae* (MADEIRA et alii, 1988); trigo-*Puccinia recondita* (SUBBA RAO et

³ MANGOLD, J.R. Seasonal abundance of defoliating lepidopterous larvae and predaceous arthropods and simulated defoliator damage to peanuts. Gainesville, 1979, 109p. (PhD. Dissertation - University of Florida).

⁴ WILKERSON, G.G.; JONES, J.W. ; POE, S.L. Effect of defoliation on peanut plant growth. Crop Science, 24:526-531. 1984.

⁵ PIXLEY, K.V. Physiological and epidemiological characteristics of leafspot resistance in four peanut genotypes. Gainesville, 1985. 137p. (M.S. - University of Florida).

alii, 1989; SPITTERS et alii, 1990; VAN ROERMUND & SPITTERS, 1990); trigo-*Erysiphe graminis* (DAAMEN & JORRITSMA, 1990); trigo-*Mycosphaerella graminicola* (SHAW & ROYLE, 1989); batata-*Phytophthora infestans* (VAN OIJEN, 1990, ROSSING et alii, 1992); batata-BMYV-MYV (ROSSING et alii, 1992); batata-*Alternaria solani* (JOHNSON & TENG, 1990); arroz-*Pyricularia oryzae* (PINNSCHIMIDT & TENG, 1993); amendoim-*Cercosporidium personatum* (AQUINO et alii, 1992; SAVARY & ZADOKS, 1992); amendoim-*Puccinia arachidis* (SAVARY & ZADOKS, 1992); soja-*Phakopsora pachyrhizi* (YANG et alii, 1991, 1992), onde também ocorre relação linear entre *HAA* e produção.

O mesmo foi observado no presente estudo, em todos os ensaios conduzidos, conforme mostram as Figuras 6 (ensaio 3a), 12 (ensaio 3b), 18 (ensaio 1 - linhagem Rosinha), 24 (ensaio 2 - linhagem Rosinha), 30 (ensaio 1 - linhagem Carioca) e 36 (ensaio 2 - linhagem Carioca), onde a correlação linear foi positiva, demonstrando desta forma que a medida que aumenta a absorção da área foliar sadia, aumenta a produção.

4.3. Manejo integrado de doenças

Esta nova abordagem de quantificação de danos tem como principal objetivo produzir recomendações para serem aplicadas a nível de propriedade. Esta abordagem envolve a absorção da área foliar sadia (*HAA*) e uma parcela controle (PC). A variável *HAA* já foi discutida no presente estudo. A parcela controle deve estar livre de doença,

sendo indispensável para cada situação de produção. Ela é responsável pela transportabilidade do sistema (LOPES et alii, 1994).

Um limiar de dano econômico poderá ser definido com a implementação desta abordagem baseando-se em variáveis explanatórias relacionadas com produção e não mais com severidade de doença. Conforme sugerido por LOPES et alii (1994), a variável explanatória HAA , no contexto de um sistema de manejo integrado de doença, pode ser utilizada. Deste modo, ensaios apropriados de campo permitirão estabelecer relação entre a diminuição da HAA e a respectiva produção. A determinação do limiar de dano econômico ($LDE_{HAA}(MJ/m^2)$), segundo LOPES et alii (1994) far-se-á a partir da relação HAA e produção e com informações sobre a eficiência das medidas de controle a serem usadas. No sistema de manejo integrado de doença, medidas de controle só serão recomendadas quando ΔHAA for superior a LDE_{HAA} . O valor de ΔHAA é obtido, ainda segundo LOPES et alii (1994), através da fórmula:

$$\Delta HAA = HAA_{PC} - HAA_{SP}$$

onde HAA_{PC} é a estimativa de HAA na parcela controle e HAA_{SP} é a média dos valores de HAA estimados na situação de produção considerada. Dependendo do patógeno ou patógenos envolvidos na diminuição de HAA far-se-á a recomendação da melhor medida de controle a ser utilizada.

Figura 1. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 3a, linhagem Rosinha, Maringá-PR.

Figura 2. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm^2) com a produção (g.planta^{-1}), em 8 avaliações, para o ensaio 3a, linhagem Rosinha, Maringá-PR.

Figura 3. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 4. Área sob a curva de crescimento da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 5. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 6. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3a, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 7. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 3b, linhagem Rosinha, Maringá-PR.

Figura 8. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com a produção (g.planta⁻¹), em 8 avaliações, para o ensaio 3b, linhagem Rosinha, Maringá-PR.

Figura 9. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 10. Área sob a curva de crescimento foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, a o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 11. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 12. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 3b, com a linhagem Rosinha, conduzido em Maringá-PR.

Figura 13. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 7 avaliações, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, Piracicaba-SP.

Figura 14. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com a produção (g.planta⁻¹), em 7 avaliações, para o ensaio 1, linhagem Rosinha, Piracicaba-SP.

Figura 15. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, Piracicaba-SP.

Figura 16. Área sob a curva de crescimento da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 17. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 18. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 19. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 8 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Rosinha, Piracicaba-SP.

Figura 20. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com a produção (g.planta⁻¹), em 8 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Rosinha, Piracicaba-SP.

Figura 21. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 22. Área sob a curva de crescimento foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 23. Duração área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 24. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Rosinha, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 25. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 7 avaliações para o ensaio 1, linhagem Carioca, Piracicaba-SP.

Figura 26. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com a produção (g.planta⁻¹), em 7 avaliações, para o ensaio 1, linhagem Carioca, Piracicaba-SP.

Figura 27. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 28. Área sob a curva de crescimento foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 29. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 30. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 1, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 31. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com o número de vagens por planta, em 9 avaliações para o ensaio 2, linhagem Carioca, Piracicaba-SP.

Figura 32. Relação entre severidade da doença (%) e área foliar do hospedeiro (cm²) com a produção (g.planta⁻¹), em 9 avaliações, para o ensaio 2, linhagem Carioca, Piracicaba-SP.

Figura 33. Área sob a curva de progresso da doença (AUDPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 34. Área sob a curva de crescimento da área foliar (AULAPC) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 35. Duração da área foliar sadia (HAD) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

Figura 36. Absorção da área foliar sadia (HAA) e (a) produção e (b) número de vagens por planta, para o ensaio 2, com a linhagem Carioca, conduzido em Piracicaba-SP.

5. CONCLUSÕES

1. No patossistema *Colletotrichum lindemuthianum*-feijoeiro, a quantificação de danos através da intensidade da doença na folha não é recomendável.
2. A área foliar correlacionou-se positivamente com a produção.
3. As variáveis explanatórias absorção da área foliar sadia (HAA) e duração da área foliar sadia (HAD) correlacionaram-se com produção. Seu uso é recomendável num sistema de manejo integrado de doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.D.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; RONZELLI Jr., P.; COSTA, A.S. Avaliação de danos causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 9: 213-9, 1984.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1991, Rio de Janeiro, **52**: 554-5, 1992.
- AQUINO, V.M.; SHOKES, F.M.; BERGER, R.D.; GORBET, D.W.; KUCHARAK, T.A. Relationships among late leafspot, healthy leaf area duration, canopy reflectance, and pod yield of peanut. **Phytopathology**, St. Paul, **82**: 546-52, 1992.
- BALARDIN, R.S. Antracnose do feijoeiro no Estado de Santa Catarina, Brasil. In: PASTOR-CORRALES, M.A., ed. **La antracnosis del frijol comun, *Phaseolus vulgaris*, en America Latina**. Cali, CIAT, 1992. p.26-39. (CIAT. Documento de trabajo, 113).
- BARRUS, M.F. **Bean anthracnose**. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1921. 215 p.
- BERGER, R.D. Measuring disease intensity. In: TENG, P.S. & KRUPA, S.V., ed. Crop loss assessment. THE E.C. STAKMAN COMMEMORATIVE SYMPOSIUM, University of Minnesota. 1980, **Proceedings**.p.28-31.

- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C., ed. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1987. p.13-48.
- BISSONNETTE, S.M.; D'ARCY, C.J.; PEDERSEN, W.L. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* in the presence or absence of barley yellow dwarf virus. **Phytopathology**, St. Paul, **84**: 363-71, 1994.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Crop loss assessment and modeling. In: CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, John Wiley, 1990. cap.14, p.393-422.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol**. Cali, 1987. 56p.
- CHAVES, G. La antracnosis. In: SCHWARTZ, H.F. & GALVEZ, G.E. **Problemas de producción del frijol**. Cali, CIAT, 1980, p.37-53.
- COSTA, C.L. & CUPERTINO, F.P. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, **1**: 18-25, 1976.
- CRISPIN, A. & CAMPOS, J. Bean diseases of importance in Mexico in 1975. **Plant Disease Reporter**, Washington, **60**: 534-9, 1976.
- 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.

- DHINGRA, O.D., FERNANDEZ, C.M.A.; KUSHALAPPA, A.C. Lack of relationship between field incidence of bean anthracnose and production of seeds, transmitting *Colletotrichum lindemuthianum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, **11**: 95-101, 1986.
- ECHANDI, E. Principales enfermedades de hongo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en los tropicos americanos en diferentes zonas ecologicas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasileira, **1**: 171-7, 1976.
- FAO. Production Yearbook - 1991, Rome, **45**: 100, 1992.
- GAUNT, R.E. Measurement of diseases and pathogens. In: TENG, P.S., ed. **Crop loss assessment and pest management**. St. Paul, APS Press, 1987. p.6-18.
- GRIFFEY, C.A.; DAS, M.K.; BALDWIN, R.E.; WALDENMAIER, C.M. Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America. **Plant Disease**, St.Paul, **78**: 256-60, 1994.
- GUZMAN, P.; DONADO, M.R.; GALVEZ, G.E. Pérdidas económicas causadas por la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia. **Turrialba**, San Jose, **29**: 65-7, 1979.
- HAU, B.; KRANZ, J.; DENGEL, H.J.; HAMELINK, J. On the development of loss assessment methods in the tropics. In: TENG, P.S. & KRUPA, S.V., ed. **Crop loss assessment**. St. Paul, University of Minnesota, 1980. p.254-61.

- HAVEY, M.J.; FARIA, J.C.; MAXWELL, D.P.; HAGEDORN, D.J. Partial resistance to anthracnose in Brazilian land races of dry beans shows race specificity. **Euphytica**, Dodrecht, **39**:167-74, 1988.
- ITO, M.F. Situação atual da cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: PASTOR-CORRALES, M.A., ed. **La antracnosis del frijol comun, *Phaseolus vulgaris*, en America Latina**. Cali, CIAT, 1992. p.57-68. (CIAT. Documento de trabajo, 113).
- JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, **12**: 27-48, 1974.
- JAMES, W.C. & TENG, P.S. The quantification of production constraints associated with plant diseases. In: COAKER, T.H., ed. **Applied Biology**. New York, Academic Press, 1979. v.4, p.201-67.
- JOHNSON, K.B. & TENG, P.S. Coupling a disease progress model for early blight to a model of potato growth. **Phytopathology**, St. Paul, **80**: 416-25, 1990.
- KIMATI, H. Doenças do feijoeiro. In: GALLI, F., coord.. **Manual de fitopatologia**. 2.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. v.2, cap.19, p.297-318.
- KULIK, M.M. Symptomatology and epidemiology of several green bean disease incited by seed-borne fungi. **Seed Science and Technology**, Zurich, **12**: 841-50, 1984.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 2.ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 1980. 303p.
- LARGE, E.C. Measuring plant disease. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, **4**: 9-28, 1966. ✕

- LARSSON, M. & GERHARDSON, B. Disease progression and yield losses from root diseases caused by soilborne pathogens of spinach. **Phytopathology**, St. Paul, **82**: 403-6, 1992.
- LATUNDE-DADA, A.O. Assessment of anthracnose disease in some cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) caused by *Colletotrichum lindemuthianum*. **Journal of Phytopathology**, Palo Alto, **130**: 147-56. 1990.
- LeCLERG, E.L. Field experiments for assessment of crop losses. In: CHIARAPPA, L., ed. **Crop loss assessment methods**. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1971. p.2.1/1-11.
- 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**, Jaguariuna, v.4, 1994. (No prelo).
- MADEIRA, A.C.; CLARK, J.A.; ROSSALL, S. Growth, lighth interception and disease in field bean (*Vicia faba*): the effect of late infection by *Ascochyta fabae*. **Annal of Applied Biology**, London, **112**: 585-95, 1988.
- MAIN, C.E. Crop destruction - the raison d'être of plant pathology. In: HORSFALL, J.C. & COWLING, E.B., ed. **Plant disease and advanced treatise**. New York, Academic Press, 1978. v. 2, p.55-78.
- MARTINELLI, J.A.; FEDEREZZI, L.C.; BENNEDETTI, A.C. Redução do rendimento de grãos da aveia em função da severidade da ferrugem da folha. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, **20**: 116-8, 1994.

- MENEZES, J.R. *Phaseolus vulgaris* L. e *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. no Estado do Paraná. In: PASTOR-CORRALES, M.A., ed. **La antracnosis del frijol comun, *Phaseolus vulgaris*, en America Latina**. Cali, CIAT, 1992. p.41-56. (CIAT. Documento de trabajo, 113).
- MULLIN, B.A; ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. Root-knot nematodes associated with beans in Colombia and Peru and related yield loss. **Plant Disease**, St.Paul, **75**: 1208-11, 1991.
- MUNKVOLD, G.P.; DUTHIE, J.A.; MAROIS, J.J. Reductions in yield and vegetative growth of grapevines due to eutypa dieback. **Phytopathology**, St. Paul, **84**: 186-92, 1994.
- PATAKY, J.K., HEADRICK, J.M., SUPARYONO. Classification of sweet corn hybrid reactions to common rust, north leaf blight, stewart's wilt, and goss'wilt and associated yield reductions. **Phytopathology**, St. Paul, **78**: 172-8, 1988.
- PELOSO, M.J. Antracnose do feijoeiro no Estado de Minas Gerais, Brasil. In: PASTOR-CORRALES, M.A., ed. **La antracnosis del frijol comun, *Phaseolus vulgaris*, en America Latina**. Cali, CIAT, 1992. p.86-108. (CIAT. Documento de trabajo, 113).
- PINNSCHMIDT, H.O. & TENG, P.S. Empirical versus mechanistic approaches to adjust yield expectations for multiple pest damage on rice. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 6., Montreal, 1993. **Abstracts**. p. 116.

- POMPEU, A.S. Avaliação da produtividade de linhagens de feijoeiro resistentes ao fungo da antracnose. **Bragantia**, Campinas, **41**: 67-79, 1982.
- PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M.J de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.87-123.
- ROSSING, W.A.H.; VAN OIJEN, M.; VAN DER WERF, W.; BASTIAANNS, L.; RABBINGE, R. Modeling the effects of foliar pests and pathogens on light interception, photosynthesis, growth rate and yield of field crops. In: AYERS, P.G., ed. **Pests and pathogens - plant responses to foliar attack**, Oxford, Bios Scientific Publ. 1992. p.161-80.
- ROTEM, J.; KRANZ, J.; BASHI, E. Measurement of healthy and disease haulm area for assesing late blight epidemics in potatoes. **Plant Pathology**, London, **32**: 109-15, 1983a.
- ROTEM, J.; BASHI, E.; KRANZ, J. Studies of crop loss in potato blight caused by *Phytophthora infestans*. **Plant Pathology**, London, **32**: 117-22, 1983b.
- SANDERS, J.H & SCHWARTZ, H.F. La producción de frijol y limitaciones impuestas por las plagas en América Latina. In: SCHWARTZ, H.F. & GALVEZ, G.E. **Problemas de producción de frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris***. Cali, CIAT, 1980. p.3-14.

- SANTOS, A.F.; ATHAYDE, J.T.; PACOVA, B.E.E.; VARGAS, A.A.T. Severidade e prevalência de patógenos do feijoeiro no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 9: 221-6, 1984. X
- SAVARY, S. & ZADOKS, J.C. Analysis of crop loss in the multiple pathosystem groundnut-rust-late leaf spot. I. Six experiments. **Crop Protection**, Guildford, 11: 99-109, 1992.
- SHANDS, H.; VIEIRA, C.; ZAUMEYER, W.J. Observations on dry bean diseases in Brasil. **Plant Disease Reporter**, Washington, 48: 784-7, 1964.
- SHAO, F.M. & TERI, J.M. Yield losses in *Phaseolus* beans induced by anthracnose in Tanzania. **Tropical Pest Management**, 31: 60-2, 1985.
- SHAW, M.W. & ROYLE, D.J. Estimation and validation of a function describing the rate at which *Mycosphaerella graminicola* causes yield loss in winter wheat. **Annal of Applied Biology**, Wellesbourne, 115: 425-42, 1989.
- SHING, 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**, 106: 312-318, 1991.
- SILVA, S.D.V.M. & LOCH, L.C. Alguns aspectos de epidemiologia da antracnose do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e influência do uso de benomyl sobre componentes do rendimento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 7: 427-35, 1982.

- 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 leaf rust on yield of winter wheat. **Phytopathology**, St.Paul, **79**: 1233-38, 1989.
- TU, J.C. Control of bean anthracnose caused by delta and lambda races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Canada. **Plant Disease**, St.Paul, **72**:5-8, 1988.
- VAN DER PLANK, J.E. **Plant disease; epidemics and control**. New York, Academic Press, 1963. 349p.
- 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, 17-28, 1990.
- VILHORDO, B.W.; BURIN, M.E.; GANDOLFI, V.H. Morfologia. In: ZIMMERMANN, M.J de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p.87-123.

- WALLEN, V.R. & JACKSON, H.R. Model for yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies. **Phytopathology**, St. Paul, **65**: 942-8, 1975
- WAGGONER, P.E. & BERGER, R.D. Defoliation, disease, and growth. **Phytopathology**, St. Paul, **77**: 393-8, 1987.
- YANG, X.B.; DOWLER, W.M.; TSCHANZ, A.T. A simulation model for assessing soybean rust epidemics. **Journal Phytopathology**, Berlin, **133**: 187-200, 1991.
- YANG, X.B.; DOWLER, W.M.; TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Comparing the effects of rust on plot yield, plant yield, yield components, and vegetative parts of soybean. **Journal Phytopathology**, Berlin, **136**: 46-56, 1992.
- ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, **23**: 455-73, 1985.
- ZADOKS, J.C. & SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. Oxford, University Press, 1979. 389p.
- ZAUMEYER, W.J. & THOMAS, H.R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington, U.S.D.A., 1957. p.5-15 (USDA. **Technical Bulletin**, 868).