RESISTÊNCIA VERTICAL
E HORIZONTAL DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus
vulgaris* L.) A *Isariopsis
griseola* Sacc.

ALDISIO SARTORATO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
junho, 1989

S251r Sartorato, Aloisio
Resistência vertical e horizontal do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) a Isariopsis griseola Sacc. Piracicaba, 1989.
131p. ilus.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Feijão - Resistência a doença 2. Fungo fitopatogênico 3. Mancha angular em feijão. I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 635.652

RESISTÊNCIA VERTICAL
E HORIZONTAL DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus
vulgaris* L.) A *Isariopsis
griseola* Sacc.

ALOISIO SARTORATO

Aprovada em: 16 de Junho de 1989.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Eric Balmer ESALQ/USP

Prof. Dr. Júlio Marcos Filho ESALQ/USP

Prof. Dr. Hiroshi Kimati ESALQ/USP

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho ESALQ/USP

Dr. Carlos Augustín Rava EMBRAPA/CNPAP

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho
Substituindo o Orientador

Ao meu pai,
minha mãe
e irmãos

MINHA HOMENAGEM

A minha esposa

Célia

e a meus filhos

Ricardo e Eduardo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), pela oportunidade concedida de realizar este curso.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - ESALQ.

Ao Prof. Dr. José Otavio Machado Menten, pela orientação, esclarecimentos, sugestões e amizade.

Ao Prof. Dr. Armando Bergamim Filho, pela amizade, estímulo e auxílio nas interpretações dos resultados.

Ao Dr. Carlos Augustín Rava, pela amizade, apoio e valiosa contribuição.

Aos professores do Departamento de Fitopatologia, pela amizade, ensinamentos e esclarecimentos.

Aos professores dos Departamentos de Fisiologia de plantas, Entomologia e Genética, pelos ensinamentos e esclarecimentos.

Aos Drs. Francisco Zimmermann e José Ruy Porto de Carvalho, pela contribuição na realização das análises estatísticas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq), pelo auxílio concedido.

Aos colegas de curso de Fitopatologia, pela amizade e companheirismo demonstrado em todos os momentos.

Ao Sr. Benedito Rodrigues de Moraes, pela valiosa colaboração durante o desenvolvimento dos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, em especial a José Rodolfo e Fernanda Yeda Gropo, pela dedicação e colaboração, durante os trabalhos experimentais e amizade.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESALQ.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. Nomenclatura, classificação e morfologia das estruturas reprodutivas de <i>I. griseola</i>	6
2.2. Efeito do meio de cultura, da temperatura, do pH, da aeração, do tempo de incubação e da luz no crescimento e/ou esporulação de <i>I. griseola</i>	8
2.3. Influência da temperatura, da água, da umidade relativa e da luz na formação de corêmios e na germinação de conidiósporos de <i>I. griseola</i>	11
2.4. Efeito da idade da folha e do período de câmara úmida após a inoculação na infecção da planta por <i>I. griseola</i>	12
2.5. Efeito da temperatura no período de incubação, na reação das cultivares e no desenvolvimento da mancha angular..	14
2.6. Patogenicidade de <i>I. griseola</i>	16

2.7. Variabilidade patogênica de <i>I. griseola</i>	20
2.8. Herança da resistência de <i>P. vulgaris</i> a <i>I. griseola</i>	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1. Obtenção, isolamento e preservação de <i>I. griseola</i>	25
3.1.1. Obtenção dos isolados de <i>I. griseola</i>	25
3.1.2. Isolamento de <i>I. griseola</i> a partir de material infectado.	27
3.1.3. Obtenção dos isolados monospóricos de <i>I. griseola</i>	29
3.1.4. Preservação dos isolados monospóricos de <i>I. griseola</i>	31
3.2. Determinação da variabilidade patogênica e avaliação da resistência vertical do feijoeiro comum a <i>I. griseola</i>	32
3.2.1. Obtenção de sementes de <i>Phaseolus vulgaris</i>	32
3.2.2. Preparo do inóculo de <i>I. griseola</i>	33
3.2.3. Método de inoculação de <i>I. griseola</i> nas cultivares de	

feijoeiro comum.....	34
3.2.4. Método de avaliação dos sintomas induzidos por <i>I.</i> <i>griseola</i> nas cultivares de feijoeiro comum.....	36
3.3. Avaliação da resistência parcial do feijoeiro comum e da virulência e agressividade dos 24 isolados de <i>I. griseola</i>	39
3.3.1. Avaliação dos componentes monocíclicos da resistência....	41
3.4. Determinação da resistência vertical incompleta e da resistência horizontal apresentadas pelas cultivares de feijoeiro comum.....	44
4. RESULTADOS.....	46
4.1. Sintomatologia.....	46
4.1.1. Manchas cloróticas.....	46
4.1.2. Manchas necróticas angulares...	47
4.1.3. Manchas necróticas irregulares.	47
4.2. Patogenicidade de <i>I. griseola</i>	47
4.2.1. Determinação da variabilidade patogênica de <i>I. griseola</i>	54
4.2.2. Avaliação da virulência e da agressividade de <i>I. griseola</i> no	

	Página
feijoeiro comum.....	61
4.3. Resistência do feijoeiro comum a <i>I. griseola</i>	75
4.3.1. Avaliação da resistência completa.....	76
4.3.2. Avaliação da resistência parcial.....	77
4.3.3. Separação da resistência parcial em resistência vertical incompleta e resistência horizontal.....	83
5. DISCUSSÃO.....	89
5.1. Sintomatologia.....	89
5.2. Patogenicidade de <i>I. griseola</i>	90
5.3. Variabilidade patogênica e resistência vertical do feijoeiro comum a <i>I. griseola</i>	92
5.4. Resistência parcial do feijoeiro comum a <i>I. griseola</i>	97
5.5. Separação da resistência parcial em resistência vertical incompleta e resistência horizontal.....	108
6. CONCLUSÕES.....	114
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Utensílios utilizados no isolamento (bastão com agulha entomológica) e na preservação (vidro de penicilina) de *Isariopsis griseola* Sacc. 28
2. Escala diagramática utilizada para a avaliação do tipo de infecção induzido por *Isariopsis griseola* Sacc. nas cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).... 38
3. Escala diagramática utilizada na avaliação da percentagem de área foliar do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculado com *Isariopsis griseola* Sacc..... 42
4. Manchas cloróticas apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc..... 48
5. Manchas de coloração acinzentada apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc. 49
6. Sintoma típico apresentado pela primeira

folha trifoliolada do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) quando inoculada com <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.	50
7. Manchas necróticas irregulares apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) quando inoculada com <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.	51
8. Resistência horizontal e resistência vertical incompleta de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc. quanto ao componente frequência de infecção.....	85
9. Resistência horizontal e resistência vertical incompleta de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc. quanto ao componente período de latência.....	86

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Identificação, local de origem e cultivares em que foram coletados os 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	26
2. Número dos grupos, datas de instalação e isolados utilizados na avaliação da resistência vertical e parcial do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) e da virulência e agressividade de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	35
3. Cultivares utilizadas na avaliação da resistência parcial do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) e da virulência e agressividade de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc..	40
4. Tipo de infecção de 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc. em 15 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	52
5. Patogenicidade e tipo de infecção de 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc. quando inoculados em 15 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)....	55
6. Interações diferenciais e tipos de infecção de 4 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) inoculadas com 24	

isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	57
7. Cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) e número de patótipos de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc. possíveis de serem determinados utilizando-se duas classes de reação e 4 cultivares diferenciadoras.....	59
8. Patótipos, identificação e local de origem dos 24 isolados utilizados na determinação da variabilidade patogênica de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	60
9. Frequência de infecção (no. de manchas/cm ²) exibida pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc...	63
10. Índice de infecção (% de área foliar com manchas) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	66
11. Período de incubação (dias) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus</i>	

Página

<i>vulgaris</i> L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc...	69
12. Período de latência (dias) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc...	72
13. Números de isolados patogênicos e tipos de infecção apresentados por 15 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a 24 isolados de <i>Isariopsis griseola</i> Sacc....	78
14. Coeficientes de correlação entre os parâmetros utilizados na avaliação da resistência parcial de 11 cultivares de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a <i>Isariopsis griseola</i> Sacc.....	81

CURRICULUM VITAE

ALOISIO SARTORATO, filho de João Batista Sartorato e de Maria de Lourdes Fernandes Sartorato, nasceu em Campinas, Estado de São Paulo, em 7 de Fevereiro de 1946.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica em 1973 pela então Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu (F.C.M.B.B.) hoje, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP). Em março de 1974, foi contratado como Pesquisador I pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), tendo sido lotado no então Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Oeste (IPEACO). Obteve o título de 'Magister of Scientiae' em 1977, pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Estadual da Carolina do Norte, Raleigh, NC (EEUU). A partir de Setembro de 1977 passou a exercer o cargo de Pesquisador II e em Setembro de 1978 foi lotado no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Goiânia, Goiás, onde permanece até o presente.

Em março de 1986 iniciou o curso de Doutorado em Fitopatologia, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", da Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba.

RESISTÊNCIA VERTICAL
E HORIZONTAL DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus*
vulgaris L.) A *Isariopsis*
griseola Sacc.

Autor: ALOISIO SARTORATO

Orientador: PROF. DR. JOSÉ OTAVIO MACHADO MENTEN

RESUMO

O presente trabalho foi realizado nos laboratórios e casas de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" da Universidade de São Paulo. Apresentou como objetivo estudar a variabilidade patogênica de 24 isolados de *I. griseola*, identificar cultivares que possam ser usadas como diferenciadoras e determinar a resistência vertical e parcial de algumas cultivares de feijoeiro comum. Das 15 cultivares utilizadas, 4 foram selecionadas para o estudo da resistência vertical e 11 para o estudo da resistência parcial. Os 24 isolados do patógeno mostraram ampla distribuição em patogenicidade e ampla variabilidade quanto a virulência e agressividade; infectaram diferencialmente as cultivares de feijoeiro comum e foram separados em 6 diferentes patótipos. Das cultivares utilizadas apenas Cornell 49-242, RG 1342 CH 60, México 279 e México 54 apresentaram resistência completa a alguns dos isolados testados,

podendo ser consideradas como diferenciadoras. Os parâmetros monocíclicos da resistência parcial apresentaram efeitos significativos para cultivares, isolados e interação entre cultivares e isolados. Consequentemente, a resistência parcial das cultivares testadas foi separada em resistência vertical incompleta e horizontal. Embora todas as cultivares tenham apresentado resistência horizontal, nem todas apresentaram resistência vertical incompleta. Entre as cultivares estudadas, Compuesto Chimaltenango 2 foi a que apresentou os maiores níveis de resistência vertical incompleta e horizontal. Foi obtido um coeficiente de correlação significativo entre a frequência e o índice de infecção; pela maior facilidade na sua determinação, sugere-se a utilização do índice de infecção para as futuras avaliações da resistência parcial de cultivares de feijoeiro comum a *I. griseola*. Também foi obtida correlação entre o período de incubação e o de latência em 4 dos 5 grupos de isolados estudados. Os resultados obtidos indicam boas perspectivas para a exploração, com êxito, das resistências vertical completa e incompleta e da resistência horizontal em um programa de melhoramento do feijoeiro comum a este patógeno. No entanto, a procura de genótipos com as características inerentes à resistência horizontal deve continuar.

VERTICAL AND HORIZONTAL
RESISTANCE OF COMMON BEAN
(*Phaseolus vulgaris* L.) TO
Isariopsis griseola Sacc.

Author: ALOISIO SARTORATO

Adviser: PROF. DR. JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN

SUMMARY

The present investigation was carried out at the laboratories and greenhouses of the Department of Plant Pathology of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", University of São Paulo, Brazil. The objectives were to study the pathogenic variation among 24 *I. griseola* isolates, identify a set of bean cultivars that can be used to differentiate pathotypes of the pathogen and investigate vertical and partial resistance on some bean cultivars. Of the 15 bean cultivars used, 4 were selected to study vertical resistance and 11 to study partial resistance. The 24 isolates of the pathogen exhibited wide distribution in terms of pathogenicity and in terms of virulence and aggressiveness; they interacted differentially with host cultivars and were grouped into 6 pathotypes. Among the bean cultivars tested only Cornell 49-242, RG 1342 CH 60, México 279 and México 54 exhibited vertical complete resistance to some of the isolates and could be used as differentials. The

analysis showed significant effects for cultivars, isolates and interactions between cultivars and isolates for all the components of partial resistance studied. Consequently, the partial resistance was separated into vertical incomplete and horizontal resistance. Although all bean cultivars presented horizontal resistance, not all of them showed vertical incomplete resistance. Compuesto Chimaltenango 2 is one of the bean cultivars that showed the greatest levels of both vertical incomplete and horizontal resistance. Significant correlation coefficients between infection frequency and disease severity were obtained; since it is easier to be determined, it is suggested that disease index be used in place of infection frequency when evaluating for angular leaf spot resistance. Significant correlation coefficients were also obtained between incubation and latent period in 4 of the 5 isolate groups tested. The results further suggest good perspectives for the use of vertical complete and incomplete resistance along with horizontal resistance in a bean breeding program for this pathogen. However, the search for new genotypes with horizontal resistance characteristics must be continued.

1. INTRODUÇÃO.

Um dos mais graves problemas nutricionais dos países em desenvolvimento é o baixo teor proteico da dieta alimentar da população de baixa renda a qual, principalmente, por motivos econômicos, fica impossibilitada de consumir a proteína animal. A proteína de origem vegetal normalmente encontrada entre as leguminosas torna-se, então, a fonte proteica mais acessível para a maioria dessa população. Várias são as leguminosas utilizadas como alimento básico pelos diferentes povos numa ou outra região do mundo. O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) que no Brasil é a principal leguminosa utilizada na alimentação humana, apresenta um conteúdo proteico que varia de 19 a 34% (TULMANN NETO, 1975), tornando-se uma importante fonte de proteína para a população brasileira.

O Brasil, detém cerca de 21% da produção mundial (MOURA, 1982) e, aproximadamente, 54% da produção latinoamericana desta leguminosa (SANDERS & SCHWARTZ, 1980). Embora o Brasil seja o maior produtor mundial, a produtividade média do feijoeiro comum no período de 1984

a 1987 foi de 440 kg/ha (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1988) o que é considerado muito baixa quando comparada com a dos países desenvolvidos a qual é de aproximadamente 1.400 kg/ha (SANDERS & SCHWARTZ, 1980). Entre as causas da baixa produtividade encontram-se o uso de cultivares com baixo potencial de produção, a associação do feijoeiro comum com outras culturas, o plantio em terras pobres, a pouca utilização de tecnologia, as condições variáveis de ambiente e, a suscetibilidade às pragas e doenças.

O feijoeiro comum é hospedeiro de um grande número de doenças incitadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides. Dentre as doenças fúngicas, a mancha angular incitada por *Isariopsis griseola* é uma das mais importantes, sendo de ocorrência generalizada nas diversas áreas produtoras desta leguminosa.

Esta enfermidade foi considerada, por muito tempo, uma doença de importância secundária devido ao seu aparecimento tardio nas plantações (BONILLA, 1958; PARADELA FILHO, 1971; VIEIRA, 1974) e por acreditar-se que causava poucos danos à cultura em termos de produção (PARADELA FILHO, 1971; VIEIRA, 1974). No entanto, a partir dos últimos anos, passou a ser considerada entre as principais doenças desta leguminosa, sendo a ela atribuída as perdas de muitas lavouras.

As razões desta mudança são ainda desconhecidas, acreditando-se que o plantio de materiais suscetíveis aliado a um ambiente favorável tenham proporcionado condições ideais ao seu desenvolvimento.

Os sintomas da mancha angular podem ocorrer tanto nas folhas como nas vagens, caules, ramos e pecíolos. As primeiras lesões podem aparecer nas folhas primárias, apresentando conformação mais ou menos circular, de cor castanho escura (BARROS et alii, 1958). Nas folhas trifolioladas o sintoma mais evidente, como o próprio nome da doença indica, é o aparecimento de pequenos pontos de cor cinza ou necróticos, com ou sem bordos cloróticos, de forma angular ou irregular (LLANDS, 1957; BONILLA, 1958; OLAVE, 1958; DIAZ et alii, 1965; CAMPOS & ZAK, 1980; FERRAZ, 1980). Nas vagens, as lesões são superficiais, de coloração castanho-avermelhada, quase circulares, com os bordos escuros. O tamanho das lesões é variável e, quando algumas delas coalescem, podem cobrir toda a largura da vagem (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; ZAMBOLIM & CHAVES, 1978). As vagens infectadas podem produzir sementes mal desenvolvidas ou totalmente enrugadas (BARROS et alii, 1958). Nos caules, ramos e pecíolos, as lesões são alongadas e de cor castanho escura (FERRAZ, 1980).

Dentre os fatores climáticos mais importantes envolvidos no desenvolvimento de epidemias, encontram-se

temperaturas moderadas (24°C), com períodos de alta umidade relativa suficientemente longos, alternados por períodos de baixa umidade e a ação de ventos. Além destes fatores, o desenvolvimento de epidemias depende, também, do sistema agrícola utilizado e da época de plantio. A mancha angular apresenta-se com maior incidência no plantio da "seca" do que no das "aguas" e em feijão cultivado em associação com o milho do que em monocultivo (SHANDS et alii, 1964; SARTORATO et alii, 1982).

A mancha angular pode acarretar perdas nos rendimentos que variam de 7 a 80% (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956; CRISPIN et alii, 1976; BRENES et alii, 1983; RAVA et alii, 1985) dependendo da suscetibilidade das cultivares, das condições ambientes e do momento de aparecimento nos feijoais.

O controle desta enfermidade pode ser conseguido através do plantio de sementes livres do patógeno, do tratamento químico e de cultivares resistentes.

Dentre as diversas estratégias a serem empregadas para o controle desta doença, a possibilidade de se contar com cultivares comerciais com adequado nível de resistência proporcionaria uma proteção adicional, dentro de um sistema integrado de controle, visando à redução das perdas ocasionadas pela mancha angular. Portanto, o estudo da virulência e agressividade do

patógeno, da resistência vertical completa e dos componentes da resistência parcial são pré-requisitos básicos para o desenvolvimento de cultivares resistentes, capazes de manter esta característica por longos períodos.

Os objetivos do presente trabalho foram: a) estudar a variabilidade patogênica de *I. griseola* utilizando isolados brasileiros; b) identificar cultivares que possam ser usadas como diferenciadoras em futuros estudos; c) determinar a resistência vertical de algumas cultivares de feijoeiro comum; d) determinar a resistência parcial de cultivares de feijoeiro comum através da avaliação de alguns dos seus componentes, separando-a em resistência vertical incompleta e horizontal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nomenclatura, classificação e morfologia das estruturas reprodutivas de *I. griseola*.

Isariopsis griseola Sacc. é o agente causal da mancha angular do feijoeiro comum e foi descrito por Saccardo*, em 1878, na Itália (Saccardo, 1878 citado por ZAUMEYER & THOMAS, 1957). Apresenta como sinônimo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr., *Graphium laxum* Ell., *Isariopsis laxa* (Ell.) Sacc., *Lindaumyces griseola* Gonz. Frag., *Arthrobotryum puttemansii* Henn., *Cercospora columnare* Ell. e Ev. e *Cercospora sthulmanni* Henn. (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; FERRAZ, 1980). Entretanto, após a comparação de muitos dos fungos acima mencionados com um isolado italiano de *I. griseola* foi observado que os mesmos eram idênticos (ZAUMEYER & THOMAS, 1957).

I. griseola pertence à classe dos Deuteromicetos (Fungos Imperfeitos), à ordem Moniliales e à família Stilbaceae (BARNETT & HUNTER, 1972).

*SACCARDO, P.A. Fungi veneti novi vel critici, vel mycologiae venetae addendi. *Isariopsis griseola* Sacc. *Michelia* 1:273, 1878.

O fungo produz, nas lesões, na face inferior das folhas, nos caules, ramos, pecíolos e vagens, grupos de conidióforos denominados corêmios (MILES, 1917; ZAUMEYER & THOMAS, 1957). Estes são compostos por um pequeno número de conidióforos, geralmente 8 a 40, os quais crescem eretos e mais ou menos paralelos, formando tufos, em cuja parte superior formam-se os conidiósporos (MILES, 1917; ZAUMEYER & THOMAS, 1957; FERRAZ, 1980). Os conidióforos são escuros na base tornando-se gradualmente mais claros no topo e medem de 20 a 40 μm de diâmetro (MILES, 1917; ZAUMEYER & THOMAS, 1957) x 500 μm de comprimento (CHUPP, 1925). Segundo MILES (1917), os conidióforos, que se constituem em grupo de hifas bem agregadas mas não unidas umas às outras, tendem a separar-se à medida que envelhecem, indicando que esta estrutura, na realidade, não é um corêmio típico. Os conidiósporos, que para alguns autores apresentam de 1 a 3 septos, raramente 4 (ZAUMEYER & THOMAS, 1957) podem, no entanto, apresentarem de 0 a até 7 septos, sendo os conídios com 3 septos mais comuns e os com 6 a 7 septos, mais raros (BURUCHARA, 1983). Apresentam coloração cinza clara, medem de 18 a 76 μm de comprimento, com uma média de 38.8 μm enquanto que a largura varia de 3.8 a 8.8 μm com uma média de 6.4 μm (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; BURUCHARA, 1983). São cilíndricos a fusiformes e, às vezes, levemente curvos (ZAUMEYER & THOMAS, 1957).

2.2. Efeito do meio de cultura, da temperatura, do pH, da aeração, do tempo de incubação e da luz no crescimento e/ou esporulação de *I. griseola*.

I. griseola, embora cresça lentamente, esporula em muitos meios de cultura artificiais. SILVEIRA (1967) testou diferentes meios de cultura (Agar-folhas de feijoeiro-glicose, Agar-sementes de feijoeiro-glicose, Batata-dextrose-agar (BDA) e Agar- CaCO_3 -suco V-8) constatando que o melhor crescimento e esporulação ocorreu com o meio Agar-folha de feijoeiro-glicose. CAMPOS & ZAK (1980) observaram que, no meio de suco V-8-agar, o crescimento, medido através da esporulação do fungo, foi superior àquele do extrato de folha de feijoeiro. SANTOS FILHO et alii (1976b) encontraram entre os meios utilizados (BDA, Mel de abelhas-peptona-agar, Alimento infantil- CaCO_3 -agar, Batata-extrato de vagem-agar e Batata-dextrose-extrato de folha de feijoeiro-agar), que o Alimento infantil (Legumes Sortidos Junior-Nestlé)- CaCO_3 -agar, foi o que apresentou maior crescimento e esporulação.

O crescimento deste fungo tem sido observado a partir de 8°C; aumenta com o incremento da temperatura até um ótimo de 24°C e decresce abruptamente a 28°C, não

tendo sido observado à temperatura de 32 e 36°C (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956). SILVEIRA (1967), CAMPOS & ZAK (1980) e BURUCHARA (1983) não observaram crescimento do patógeno em temperaturas que variaram de 28 a 30°C. Entretanto, o crescimento foi observado a 30°C a partir de fragmentos de micélio, mas não de conídios (SILVEIRA, 1967). Em geral, a temperatura de 24°C é considerada ótima para o crescimento de *I. griseola* (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956; SILVEIRA, 1967; SANTOS FILHO et alii, 1976b; CAMPOS & ZAK, 1980; BURUCHARA, 1983).

O crescimento também é influenciado pelo pH do meio e pela aeração. Crescimento ótimo ocorreu entre os pH 5 e 6 dependendo do meio de cultura empregado (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956; CAMPOS & ZAK, 1980), só sendo observado na presença de oxigênio (SILVEIRA, 1967).

A produção de conidiósporos é, no geral, maior à temperatura ao redor de 24°C (SILVEIRA, 1967; SANTOS FILHO et alii, 1976b; BURUCHARA, 1983). No entanto, a esporulação pode ser afetada pela temperatura, isolado e suas interações (BURUCHARA, 1983). CAMPOS & ZAK (1980) observaram que a esporulação máxima ocorreu quando o fungo havia sido cultivado em meio de V 8-agar e incubado a 16°C. Resultados semelhantes foram observados por BURUCHARA (1983) que notou que o isolado IG 2-78

apresentava uma maior esporulação a 19°C do que a 24°C, quando comparado com outros seis isolados.

O tempo de incubação é outro fator que influencia a esporulação. Estudos envolvendo quatro isolados e 7, 10 e 13 dias de incubação em meio de V 8-agar, mostraram que, embora não diferindo significativamente, maior quantidade de conidiósporos foram produzidos no 13º que no 10º dia (BURUCHARA, 1983). SANTOS FILHO et alii (1976b) observaram que, quando incubado a 24°C em meio de Alimento infantil-CaCO₃-agar, *I. griseola* apresentou um maior número médio de conídios no 26º dia, não havendo diferenças significativas com o 20º, 22º, 24º, 28º e 30º dia. Neste estudo, foi utilizado como inóculo, discos de meio de cultura contendo o fungo de cerca de 2mm de diâmetro ao invés de conidiósporos.

A presença ou ausência de luz pode influenciar a esporulação de *I. griseola*. Estudos realizados com folhas de feijoeiro nos regimes de luz contínua, períodos alternados de 12/12 horas de luz e obscuridade e ausência de luz mostraram que a maior produção de conidiósporos ocorreu nas folhas continuamente expostas à ausência de luz, sendo que a menor esporulação, ocorreu no tratamento com luz contínua (SILVEIRA, 1967). Resultados semelhantes foram observados por SANTOS FILHO et alii (1976b), que notaram que, em condições

artificiais, *I. griseola* apresentou maior esporulação sob o regime de ausência de luz sem, no entanto, diferir estatisticamente do regime de 12 horas de luz/12 horas de escuro.

2.3. Influência da temperatura, da água, da umidade relativa e da luz na formação de corêmios e na germinação de conidiósporos de *I. griseola*.

A formação de corêmios ocorre na presença de alta umidade relativa e torna-se completa após 24 horas a 24°C. Esporulação abundante só foi alcançada 72 horas após a formação dos corêmios (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956; SILVEIRA, 1967). Segundo SILVEIRA (1967), a 30°C os corêmios que se formam tendem a apresentar os conidióforos separados, enquanto que a 10°C os conidióforos apresentam-se bem agregados.

A germinação dos conidiósporos ocorre desde 8°C até 32°C com um ótimo entre 20 e 28°C, não sendo observada germinação a 36°C (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956).

A água é um fator limitante para a germinação dos conidiósporos de *I. griseola*. Em experimentos onde os conidiósporos foram postos a germinar na presença de água líquida ou alta umidade relativa (câmara úmida com

solução saturada de CaSO_4 com a finalidade de impedir a condensação), pode-se observar que após 3 horas, os conidiósporos na câmara úmida não haviam germinado, mas os conídios em gota de água haviam germinado em sua quase totalidade. Mesmo depois de 6 horas, não houve germinação dos esporos em câmara úmida (SILVEIRA, 1967). SANTOS FILHO et alii (1976b) encontraram diferenças na germinação de esporos, com a luz, aumentando a percentagem de conídios germinados. Entretanto, LLANOS (1957) não observou influência da luz na germinação dos conidiósporos.

2.4. Efeito da idade da folha e do período de câmara úmida após a inoculação na infecção da planta por *I. griseola*.

A infecção da planta ocorre desde 16°C até 28°C, com um desenvolvimento mais rápido a 24°C, não tendo sido observada a 32°C (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956).

Segundo ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ (1979) e SINDHAN & BOSE (1980), a idade da planta e da folha são fatores importantes que influenciam a suscetibilidade expressa pelas cultivares. SINDHAN & BOSE (1980) observaram que plantas com 2 semanas de idade permaneciam sadias após a inoculação enquanto que,

plantas com 3 semanas, embora infectadas, eram menos suscetíveis que plantas com 4, 5 ou 6 semanas de idade. Entretanto, OLAVE (1958) não observou variabilidade quanto ao grau de infecção em plantas inoculadas aos 20 e 30 dias de idade; CARDONA-ALVAREZ & WALKER, (1956) demonstraram que plantas da cultivar Idaho Refugee, com idade variando desde 10 até 60 dias, foram igualmente suscetíveis a *I. griseola*.

Em geral, as plantas de feijoeiro comum são inoculadas com aproximadamente 16 dias de idade ou quando apresentam o segundo ou o terceiro par de folhas trifolioladas (LLANOS, 1957; SILVEIRA, 1967; SANTOS FILHO et alii, 1976a; ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ, 1979; CAMPOS & ZAK, 1980; BURUCHARA, 1983).

O período ótimo de manutenção das plantas em câmara úmida, após a inoculação, está diretamente relacionado com a severidade da doença. Exposição por 3 horas em câmara úmida foi suficiente para a ocorrência de infecção, mas a severidade da doença aumentou com o aumento do tempo de exposição (CARDONA-ALVAREZ & WALKER, 1956). LLANOS (1957) demonstrou que uma infecção mais intensa foi obtida quando as plantas permaneceram, após a inoculação, durante 40 horas em câmara úmida. CAMPOS & ZAK (1980) determinaram que um maior número de lesões por planta foi obtido quando estas foram expostas durante 56 horas com 95% de umidade relativa. Outros

pesquisadores, entretanto, utilizaram um maior período de exposição em câmara úmida: BROCK (1951), CARDONA-ALVAREZ & WALKER (1956) e SANTOS FILHO et alii (1976a) utilizaram 3 dias, BURUCHARA (1983) e CORREA (1987) utilizaram um período de exposição de 4 dias e ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ (1979) utilizaram de 6 a 8 dias ou até o aparecimento dos sintomas.

2.5. Efeito da temperatura no período de incubação, na reação das cultivares e no desenvolvimento da mancha angular.

Pouco se sabe com relação ao período de incubação de *I. griseola* em plantas de feijão. BURUCHARA (1983) demonstrou que a temperatura pode influenciar este parâmetro. O período de incubação de plantas mantidas às temperaturas de 24 e 30°C variou entre 5 e 7 dias, independentemente da temperatura inicial de incubação estudada (16 e 22°C) enquanto que, para as plantas mantidas a 16°C, o mesmo foi de 14 a 16 dias. Da mesma forma, tanto a severidade da doença como o desfolhamento e a clorose devidos à infecção ocorreram antes em plantas mantidas a 24 ou 30°C do que a 16°C (BURUCHARA, 1983). Os mesmos resultados foram observados por LLANDS (1957) que constatou, também, que o tempo de câmara úmida após a inoculação pode influenciar o

período de incubação. Segundo a autora, quando as plantas foram mantidas por apenas 6 e 10 horas em câmara úmida a 24.5°C, o aparecimento dos sintomas foi retardado em 5 dias em relação àquelas que permaneceram por 24 horas naquelas condições. Este resultado foi confirmado posteriormente por CAMPOS & ZAK (1980) sem, no entanto, mencionarem a temperatura empregada em seus estudos. Estes autores observaram que os primeiros sintomas da doença se manifestaram apenas aos 12 dias após a inoculação. OLAVE (1958) notou que os primeiros sintomas apareceram 8 dias após a inoculação quando as plantas foram mantidas a 24.5°C com aproximadamente 100% de umidade relativa. CORREA (1987), ao estudar o período de incubação (número de dias necessários para o desenvolvimento de 20% de severidade da doença) em 21 cultivares inoculadas com 17 isolados a uma temperatura de 22 a 28°C e 95-100% de umidade relativa, observou que este parâmetro variou desde 10 até 23 dias, sendo que, uma mesma cultivar (BAT 1647), apresentou o maior e o menor período de incubação. Estes resultados, segundo o autor, indicam que o período de incubação, para cada cultivar, depende do isolado do patógeno utilizado.

O efeito da temperatura na reação das cultivares (índice de infecção) e no desenvolvimento da doença foi estudado por BURUCHARA (1983), não sendo encontrada diferenças nestes dois parâmetros quando a

temperatura inicial de incubação foi de 16 ou 22°C e a temperatura subsequente de 16, 24 ou 30°C.

2.6. Patogenicidade de *I. griseola*.

Um dos primeiros estudos sobre a reação de diferentes cultivares de feijoeiro comum à *I. griseola* foi realizada por GARDNER & MAINS (1931), que demonstraram que a cultivar Kentucky Wonder foi a mais resistente entre as 40 testadas em casa de vegetação.

Experimentos conduzidos na Australia por BROCK (1951) com 163 cultivares (153 *P. vulgaris*, 8 *P. lunatus* e 2 *P. multiflorus*) inoculadas com uma mistura de 13 isolados e avaliando-se a reação em folhas primárias e trifolioladas foi possível, segundo o autor, classificá-las em 5 classes distintas variando desde altamente resistente a altamente suscetível, com base no número de lesões/planta e na percentagem de desfolhamento. As cultivares Alabama 1, Café, California Small White, Case Knife (*P. multiflorus*), Epicure, México Black, McCaslan, Navy Bean, Negro Costa Rica, Scotia e Rojo Chico foram consideradas altamente resistentes. OLAVE (1958) identificou as cultivares México 11, México 12 e Cauca 27a como altamente resistentes.

Em estudos semelhantes, realizados na Espanha, PUERTA & ALONSO (1958) identificaram como resistentes as cultivares Briole e San Fiacre. BARROS et alii (1958) identificaram as cultivares Liborino e Chiquito Colorado como resistente e moderadamente resistente, respectivamente. DIAZ et alii (1965), na Venezuela, identificaram como altamente resistente a cultivar Fin de Lima proveniente do Chile. SILVEIRA (1967), na Costa Rica, estudando o comportamento de 527 cultivares do Banco de Germoplasma do Programa de Cultivos Alimentícios do IICA, identificou os materiais S-29-N, S-67-N, SAL-209-N, SAL-219-N, SAL-222-N, SAL-223-N, SAL-227-N, 18-GUATEMALA-5091, 31-SAL-ES-2873, IAN-9-VN, MAT-2-B, MAT-4-B-1, 58-R e 103-R como altamente resistentes, sendo que estes materiais apresentaram grau 0 (zero) de infecção. CAMPOS & ZAK (1980) observaram que VII-13, Amarillo-153, Jamapa P-524, Negro Purísima e Amapola apresentaram menor número de lesões por planta, considerando-as as mais resistentes. SINGH & SHARMA (1975), na Índia, utilizando como inóculo folhas de feijoeiro comum infectadas e moidas, determinaram que EC 38921, EC 44621, PLB 148 e Kentucky Wonder apresentaram-se livres da doença e, as linhagens EC 10037, EC 10039, EC 44781 e EC 77007 mostraram um alto grau de resistência à doença. SINGH & SAINI (1980) também na Índia, citam a cultivar PLB 257 de *P. coccineus*, como

resistente ao agente da mancha angular, não encontrando cultivares de *P. vulgaris* com esta característica. Na Colômbia, testes de campo realizados por um período de 3 anos, permitiram identificar mais de 50 materiais resistentes tanto a isolados de *I. griseola* como de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Scrib. (SCHWARTZ et alii, 1982).

CORREA (1987) observou grande variação na patogenicidade de 17 isolados testados em 21 cultivares de feijoeiro comum. Este parâmetro, avaliado com base no número de cultivares nas quais um isolado causou 1% ou mais de infecção, diferiu tanto entre isolados de um mesmo país, como entre isolados de países diferentes. O isolado mais patogênico (virulento) infectou todas as cultivares enquanto que o menos patogênico, infectou apenas 4 das 21 cultivares testadas. A reação ao patógeno expressa em termos de índice, frequência e tipo de infecção e período de incubação das cultivares Jalo EEP 558, Caraota 260 e Cornell 49-242, entre as 21 testadas, mostrou que, na média, 'Jalo EEP 558' e 'Caraota 260' apresentaram os maiores e os menores índices de infecção, respectivamente. 'Cornell 49-242' apresentou uma das menores frequências médias de infecção (12 lesões/planta) enquanto que, 'Jalo EEP 558' com uma média de 162 lesões/planta, foi a cultivar com a maior frequência média de infecção. Tanto 'Caraota 260'

como 'Cornell 49-242' e 'Jalo EEP 558' apresentaram um tamanho médio das lesões de 4.1 a 6.7 mm² e uma média para o período de incubação que variou de 14 dias para a cultivar Jalo EEP 558 e de 17 dias para as cultivares Cornell 49-242 e Caraota 260.

No Brasil, em ensaios de campo, foram classificadas como resistentes as cultivares Manteigão Preto 20 e Caraota 260 (VIEIRA 1964; 1974), Col. Vul. 1470 e Caraota 260 (SANTOS FILHO et alii, 1976a), Ica Guali, Caraota 260, Diacol Nima, Linha IPA 86 (16-22), Aiguille Vert e Cubano (COSTA et alii, 1982), México 167 (COSTA & MIRANDA, 1982), Jalo, Jalo EEP 558, Vermelho, Diacol Nima, Diacol Calima e Tupi (RAVA et alii, 1982; SARTORATO et alii, 1982). No Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão-CNPAP foram testados, em condições de campo, 850 materiais oriundos do Banco Ativo de Germoplasma e de coletas nacionais. Destes, foram selecionados 45, os quais foram posteriormente inoculados em casa de vegetação com isolados provenientes de diferentes Estados (Goiás, Bahia, Espírito Santo, Paraná e Mato Grosso do Sul) tendo sido selecionados 5, que apresentaram resistência mais ampla: CF 830309-2, CF 830561-2, CF 830450-1, LM 425234 e EEP 479/75 (SARTORATO et alii, 1987a). A seleção em populações segregantes oriundas de cruzamento do programa de hibridação do CNPAP e do Centro

Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) possibilitou a obtenção de 62 linhagens com boa adaptação à Goiânia e bom comportamento em relação aos agentes causais da mancha angular, antracnose, ferrugem e crestamento bacteriano comum em condições de campo (SARTORATO et alii 1987b).

Entre as outras espécies de *Phaseolus* testadas, BROCK (1951), CARDONA-ALVAREZ & WALKER (1956) e CAMPOS & ZAK (1980) observaram que *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius*, *P. calcaratus* e *P. vulgaris* (silvestre) foram suscetíveis ao patógeno.

Muitos dos materiais citados foram considerados resistentes em um determinado local mas não em outros, indicando uma possível especialização fisiológica do agente causal desta doença.

2.7. Variabilidade patogênica de *I. griseola*.

O fato de uma cultivar considerada resistente em uma região comportar-se como suscetível em outra, caracteriza a hipótese da existência de raças fisiológicas do patógeno considerado. Este fato torna-se mais evidente quanto maior for a diferença entre a resistência e a suscetibilidade manifestada pelas cultivares.

Alguns autores (CARDONA-ALVAREZ, 1956; SILVEIRA, 1967) estudando a relação patógeno (*I. griseola*)-hospedeiro (*P. vulgaris*), não observaram qualquer evidência de especialização fisiológica neste sistema.

Um dos primeiros trabalhos mostrando uma possível variabilidade de *I. griseola* em feijoeiro comum foi realizado na Colômbia (VILLEGAS, 1959). Neste estudo, realizado com 14 cultivares diferenciadoras e 30 isolados monospóricos, foi concluído que os mesmos poderiam ser agrupados em 13 raças patogênicas distintas. Entretanto, o autor levantou dúvidas quanto à pureza genética das cultivares diferenciadoras utilizadas. Também na Colômbia, ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ (1979) determinaram a existência de especialização fisiológica ou raças em *I. griseola* ao inocular isolados puros em um conjunto de cultivares resistentes e suscetíveis de acordo com a literatura. A cultivar Caracta 260, considerada altamente resistente no Brasil (SANTOS FILHO et alii, 1976a) foi, neste estudo, classificada como suscetível a 3 dos 4 isolados colombianos utilizados.

BURUCHARA (1983), ainda na Colômbia (CIAT), utilizando 6 cultivares diferenciadoras (Alabama 1, G 2858, G 2575-10P-2C, Ica Duva, Caracta 260 e G 1805-1P-1C) e 21 isolados de *I. griseola* oriundos da Colômbia,

EEUU e Ilhas Canárias, observou interação diferencial entre o hospedeiro e os isolados utilizados. Baseado nas reações induzidas por cada um dos isolados pode agrupá-los em 7 patótipos ou raças. A linha G 2575-10P-2C foi suscetível a todos os isolados enquanto que, G 1805-1P-1C, foi suscetível a apenas 4 isolados pertencentes a 2 raças. Não foi determinado nenhum material com resistência completa a todas as raças do patógeno.

SARTORATO & RAVA (1984), observando que materiais considerados resistentes na Colômbia, quando introduzidos no Brasil comportavam-se como suscetíveis, realizaram experimentos para a determinação da especialização fisiológica deste patógeno. Inicialmente, baseando-se na reação de campo de 36 cultivares, selecionaram 14 cultivares diferenciadoras as quais foram inoculadas com 5 isolados do patógeno oriundos de diferentes Estados brasileiros (Goiás, Bahia, Espírito Santo, Paraná e Mato Grosso do Sul). Através deste estudo, pode-se concluir que os cinco isolados incitaram reações diferentes nas várias cultivares testadas, considerando-os como entidades fisiológicas distintas. Os isolados de Goiás e do Mato Grosso do Sul apresentaram a maior e a menor virulência, respectivamente.

Outro experimento objetivando o estudo da patogenicidade de 42 isolados de *I. griseola* oriundos da

América Latina e da África em 8 cultivares diferenciadoras (Montcalm, Seafarer, BAT 332, Pompadour Checa, G 5686, Cornell 49-242, A 339 e BAT 1647) possibilitou a identificação de 14 grupos patogênicos ou raças. A cultivar Montcalm foi suscetível a todos os isolados, enquanto que 'BAT 1647' foi suscetível a 2 e resistente aos outros 12 grupos testados (CORREA, 1987).

2.8. Herança da resistência de *P. vulgaris* a *I. griseola*.

A herança da resistência de *P. vulgaris* a *I. griseola* tem sido atribuída a 1, 2 ou 3 genes, em alguns casos dominantes, em outros, recessivos.

Um dos primeiros relatos de que se tem conhecimento indica que a resistência das cultivares Decal, Maravilha e Huila 14 foi atribuída a três genes recessivos (MINISTÉRIO DE AGRIC., 1957). BARROS et alii (1957) observaram que na maioria dos cruzamentos simples a resistência encontrada foi recessiva e controlada por 2 ou 3 genes independentes e que, em poucos cruzamentos, a resistência foi dominante.

Quando a cultivar Algarrobo e a linhagem 223, ambas suscetíveis, foram cruzadas com a linhagem resistente 0258 foi observada uma segregação de 3 plantas resistentes : 1 planta suscetível, indicando uma

resistência monogênica e dominante (CARDONA-ALVAREZ, 1962). Neste estudo, a geração F_1 dos cruzamentos entre as linhagens 223 x 0258 e Algarrobo x 0258 não indicaram efeitos citoplasmáticos.

No Brasil, estudos conduzidos por SANTOS FILHO et alii (1976a; 1976c) no cruzamento entre as cultivares Caracota 260 (resistente) e Venezuela 350 (suscetível) foi constatado que a resistência foi condicionada por 1 gene recessivo.

Na Índia, SINGH & SAINI (1980) determinaram na geração F_2 do cruzamento entre a cultivar resistente PLB 257 de *P. coccineus* e a cultivar suscetível Contender de *P. vulgaris* que a resistência ao patógeno foi monogênica e recessiva, sugerindo que a constituição genética de PLB 257 poderia ser "als als" e da cultivar suscetível Contender, "Als Als".

Estes resultados indicam que para a obtenção de pleno êxito em um programa de melhoramento objetivando materiais de feijoeiro comum resistentes a *I. griseola*, há a necessidade de um conhecimento amplo da genética da interação patógeno-hospedeiro, da influência do ciclo da planta e do ambiente, afim de se planejar uma estratégia adequada de seleção em populações segregantes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Obtenção, isolamento e preservação de *I. griseola*.

3.1.1. Obtenção dos isolados de *I. griseola*.

Os isolados de *Isariopsis griseola* utilizados no presente estudo foram obtidos durante os anos de 1981 a 1984 em diversas regiões do país, representando condições ecológicas variáveis (Tabela 1). Foram coletados principalmente em campos experimentais, dando-se ênfase na diversidade das cultivares hospedeiras, com o objetivo de se aumentar a variabilidade do patógeno.

Imediatamente após a coleta, as folhas ou vagens do hospedeiro, com sintomas típicos da doença, foram colocadas entre 2 folhas de papel toalha, dentro de um envelope de papel medindo 15 x 10 cm, com a finalidade de melhor preservar o material e, tão logo quanto possível, transferidas para refrigerador a 4-5°C, onde permaneceram até serem transportadas para o CNPAF.

Tabela 1. Identificação, local de origem e cultivares em que foram coletados os 24 isolados de *Isariopsis griseola* Sacc.

Isolado Ig CNF ¹	Local de origem	Cultivar
1.4	Goianira (GO)	Mistura ²
1.5	"	"
2.1	"	"
2.2	"	"
2.3	"	"
2.4	"	"
2.5	"	"
2.7	"	"
3.3	"	"
14.4	Irati (PR)	Carioca
15.3	"	Rio Ivaí
15.5	"	Rio Ivaí
15.6	"	Rio Ivaí
32.2	Serra de Bodoquena (MS)	Carioca
33.1	Venda Nova (ES)	CNF 0140
36.4	Santana do Ipanema (AL)	BAT 0160
38.6	"	IPA 7419
60.2	Lagoa Seca (PB)	IPA 1
60.4	"	IPA 1
60.6	"	IPA 1
74.1	Indiára (GO)	Carioca
74.4	"	Carioca
74.5	"	Carioca
75.1	"	Desconhecida

¹Sigla de identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goianira, GO.

²Mistura de cultivares suscetíveis semeadas para a instalação de um infectário no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goianira, GO.

Este procedimento tornou-se necessário, uma vez que as amostras foram obtidas em diversas regiões do Brasil.

3.1.2. Isolamento de *I. griseola* a partir de material infectado.

Os isolamentos de *I. griseola* foram realizados a partir de folhas e vagens de feijoeiro comum infectadas, nas quais o fungo esporulava abundantemente.

No isolamento do patógeno empregou-se o método da agulha (DIAZ et alii, 1965; SANTOS FILHO et alii, 1976b; BURUCHARA, 1983; CORREA, 1987) modificado para o presente estudo. Este procedimento consistiu em se fixar uma agulha entomológica em uma das extremidades de um pequeno bastão (Figura 1) com a finalidade de facilitar a remoção dos conidiósporos. Utilizando-se de um microscópio estereoscópico (WILD, modelo MS-A), os conidióforos contendo conídios foram tocados levemente com a ponta da agulha previamente flambada e umedecida em BDA (batata-dextrose-agar) evitando-se, no entanto, tocar-se a superfície da folha ou vagem, sendo que, eventualmente, a ponta da agulha entomológica poderia carregar pequenos fragmentos de meio de cultura. Tanto os conídios como os pequenos fragmentos de meio de cultura foram imediatamente transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo BDA, as quais foram

Figura 1. Utensílios utilizados no isolamento (bastão com agulha entomológica) e na preservação (vidros de penicilina) de *Isariopsis griseola* Sacc.

mantidas em uma incubadora à temperatura de 22-24°C, em regime de ausência de luz. Foram realizadas 6 a 7 transferências em cada placa de Petri. Após 7 a 10 dias de incubação quando pequenas colônias podiam ser observadas, as mesmas foram transferidas para tubos de ensaio contendo BDA. Quando as colônias atingiam aproximadamente 0,5 cm de diâmetro, foram espalhadas por toda a superfície do meio e novamente incubadas a 22-24°C por 7 a 10 dias para o crescimento do patógeno sendo, então, armazenadas em refrigeradores a 4-5°C até o momento da preparação das culturas monospóricas.

3.1.3. Obtenção dos isolados monospóricos de *I. griseola*.

Esporos e micélio do fungo, contidos nos tubos assim preparados, foram suspensos em água destilada estéril com o auxílio de uma alça previamente flambada e, 1 ml da suspensão foi espalhada na superfície de uma placa de Petri contendo meio de folha de feijoeiro-glicose-agar (SILVEIRA, 1967). As placas de Petri foram incubadas a 22-24°C, em ausência de luz, por 14 dias, até a formação abundante de conidiósporos. Estes foram, então, suspensos em água destilada estéril com o auxílio de um pincel de cerdas finas e macias previamente esterilizado. Desta suspensão, 1 a 2 mililitros foram

transferidos para tubos de ensaio contendo água destilada estéril (aproximadamente 5 ml) e mantidos em incubadora a 22-24°C por aproximadamente 12 horas, para permitir a germinação dos conidiósporos. Após este período, o tubo de ensaio foi agitado e, com o auxílio de pipetas estéreis, 3 gotas desta suspensão foram depositadas, equidistantes e assepticamente, na superfície de uma placa de Petri contendo o meio de água-ágar nobre (Difco). Inclinando-se levemente a placa de Petri, as gotas escorreram na superfície do ágar e seus trajetos foram marcados, na base da placa, para facilitar a procura dos conidiósporos. As placas foram, então, observadas no microscópio composto e os conidiósporos germinados e distantes de outros, marcados, para posterior transferência. Os conidiósporos marcados e observados ao microscópio estereoscópico, foram transferidos para novos tubos de ensaio contendo BDA. Desta forma, apenas conídios individuais, já germinados, foram transferidos.

Os tubos, assim preparados, foram incubados a 22-24°C em ausência de luz até o crescimento da colônia. Esta, uma vez atingido o diâmetro de aproximadamente 0,5 cm, foi espalhada em toda a superfície do BDA, no tubo de ensaio, para um crescimento rápido e uniforme.

3.1.4. Preservação dos isolados monospóricos de *I. griseola*.

Na preservação dos isolados monospóricos de *I. griseola* foi utilizado o método de CASTELLANI (FIGUEIREDO, 1967).

Três fragmentos de cada isolado monospórico foram transferidos para placas de Petri contendo BDA para crescimento e consequente aumento do diâmetro da colônia. Ao mesmo tempo, vidros de penicilina contendo aproximadamente 3 ml de água destilada, foram esterilizados e mantidos em refrigerador a 4-5°C até o momento de serem utilizados. Quando a colônia do fungo havia atingido o diâmetro de 1,0 a 1,5 cm, o que foi conseguido 20 a 25 dias após a repicagem, foi cortada com um bisturi previamente flambado, em pequenos pedaços de 2 x 4 mm aproximadamente e, 3 a 4 destes blocos de ágar, contendo o fungo, foram transferidos assepticamente para os vidros de penicilina (Figura 1). Estes foram fechados, selados com fita crepe, identificados e mantidos em refrigerador até o momento de sua utilização. Nestas condições, o patógeno foi preservado por um período de 12-18 meses, dependendo do isolado, sem a necessidade de constantes repicagens.

3.2. Determinação da variabilidade patogênica e avaliação da resistência vertical do feijoeiro comum a *I. griseola*.

No presente trabalho, foram empregadas as mesmas definições de resistência vertical e de virulência apresentadas por VAN DER PLANK (1963; 1968).

3.2.1. Obtenção de sementes de *Phaseolus vulgaris*.

No presente estudo foram utilizados 4 cultivares de feijoeiro comum oriundas do Banco Ativo de Germoplasma do CNPAF a saber: México 54, Cornell 49-242, RG 1342 CH 60 e México 279. A cultivar Rosinha G-2 foi considerada como suscetível universal. Cada cultivar foi semeada em sacos de plástico preto com 5,0 litros de substrato esterilizado com brometo de metila e preparado na proporção de 3:1 de Latossolo Vermelho-Areia ao qual foi adicionado 50,0 g de calcário dolomítico, 15,0 g de sulfato de amônia, 30,0 g de superfosfato simples e 5,0g de cloreto de potássio, para cada 100 kg de mistura. As plantas de feijoeiro comum foram inoculadas com 5 isolados do patógeno quando apresentavam a primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida. Com base às reações apresentadas pelas plantas ao patógeno

obtidas em um estudo preliminar (SARTORATO & RAVA, 1984), foi selecionada, em cada cultivar, a planta que apresentava a classe de reação mais definida para um determinado isolado. Para a certificação de que cada cultivar encontrava-se em homozigose, as sementes de uma mesma vagem de cada planta selecionada foram semeadas em sacos de plástico preto com 5,0 litros do substrato já referido e mantidas sob condições de casa de vegetação. Por ocasião da colheita, foi selecionada uma planta de cada cultivar e, destas, uma vagem por planta. Este processo foi repetido por 3 gerações quando, então, foi selecionada uma única planta e, a cultivar, considerada homozigota. A fim de se obter a quantidade de sementes necessária para todos os ensaios, a última multiplicação foi realizada em condições de campo.

3.2.2. Preparo do inóculo de *I. griseola*.

Esporos para a inoculação de todos os ensaios foram obtidos multiplicando-se o fungo pelo método de multi-ponto em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro contendo meio de folha de feijoeiro-glicose-ágar (SILVEIRA, 1967). Em cada placa de Petri, incubada por 14 dias a 22-24°C, foram adicionados 5-10 ml de água destilada e, passando-se um pincel de cerdas finas e macias, por sobre a superfície da cultura, obteve-se

uma suspensão de esporos. Esta suspensão foi filtrada através de uma camada dupla de gaze para a eliminação das hifas. Para cada isolado, foram feitas 4 contagens de conídios em hematocitômetro (câmara de Neubauer - Preciss, França). Por meio de diluições, a concentração de esporos foi ajustada para aproximadamente 2×10^4 esporos/ml de água destilada. Para cada 500 ml de suspensão, foi adicionado uma gota de Tween 20 (Polyoxyethileno monoolato de sorbitan).

3.2.3. Método de inoculação de *I. griseola* nas cultivares de feijoeiro comum.

As 4 cultivares estudadas e a suscetível universal, Rosinha G-2, foram semeadas em vasos de alumínio com 2,0 litros de substrato, 5 sementes por vaso e, mantidas em condições de casa de vegetação. Após a emergência foi realizado um desbaste, deixando-se 2 plântulas por vaso.

Foram instalados um total de 5 ensaios, perfazendo 5 diferentes grupos de estudo. Os isolados testados em cada grupo encontram-se na Tabela 2.

A inoculação foi realizada na casa de vegetação, ao entardecer, quando a primeira folha

Tabela 2. Número dos grupos, datas de instalação e isolados utilizados na avaliação da resistência vertical e parcial do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e da virulência e agressividade de *Isariopsis griseola* Sacc.

Nº dos grupos	Datas da instalação	Isolados (Ig CNF ¹)
1	02/05/88	2.5, 15.3, 36.4, 74.1 e 74.5
2	09/05/88	1.4, 2.1, 2.2, 2.7, e 32.2
3	23/05/88	2.3, 3.3, 38.6, 60.2, 60.4 e 74.4
4	25/05/88	1.5, 14.4, 15.5 e 60.6
5	30/05/88	2.4, 15.6, 33.1 e 75.1

¹Sigla da identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goianira, GO.

trifoliolada apresentava, no mínimo, cerca de 2/3 de sua expansão, o que foi conseguido 14-16 dias após a semeadura. O inóculo dos 24 isolados monospóricos testados foi aplicado com um pulverizador manual (pulverizador para líquidos - Mac Loren) em ambas as superfícies da primeira folha trifoliolada, evitando-se atingir o ponto de escorrimento. Após a inoculação de cada isolado, o pulverizador foi cuidadosamente lavado com água e álcool, para evitar possíveis contaminações.

As plantas inoculadas foram mantidas em câmara úmida por 40-48 horas, na ausência de luz. Após este período, as plantas foram transferidas para mesas na própria casa de vegetação, onde permaneceram até as avaliações. Durante o período decorrido entre a inoculação e as avaliações, a temperatura da casa de vegetação apresentou uma média das máximas de 35,0°C e uma média das mínimas de 20,0°C.

3.2.4. Método de avaliação dos sintomas induzidos por *I. griseola* nas cultivares de feijoeiro comum.

Os sintomas induzidos pelos 24 isolados de *I. griseola* nas 4 cultivares diferenciadoras foram avaliados com base no Grau ou Tipo de infecção, o qual é definido como sendo a reação apresentada pelo hospedeiro à inoculação do patógeno quanto à formação da

lesão, tipo e tamanho, à semelhança do critério proposto para a ferrugem do feijoeiro (HARTER et alii, 1935). Quatorze dias após a inoculação, foi realizada a avaliação visual das manchas exibidas em cada um dos três folíolos de uma planta, segundo uma escala diagramática variando de 1 a 4 (Figura 2) desenvolvida pelo CNPAF. Esta escala pode ser descrita como:

Grau 1 = Sem evidência de infecção.

Grau 2 = Lesões angulares ou irregulares, necróticas, medindo até 2,0 mm.

Grau 3 = Lesões angulares ou irregulares, necróticas, medindo de 2,1 a 3,0 mm.

Grau 4 = Lesões angulares ou irregulares, necróticas maiores que 3,1 mm.

Na avaliação da interação patógeno-hospedeiro as plantas foram classificadas como resistentes (R) se não apresentavam sintomas (Grau 1) nos folíolos inoculados e, como suscetíveis (S), se os exibiam (Graus 2, 3 e 4).

GRAU 2

Lesões de
até 2.0 mm

GRAU 3

Lesões de
2.1 a 3.0 mm

GRAU 4

Lesões maiores
de 3.1 mm

Figura 2. Escala diagramática utilizada para a avaliação do tipo de infecção induzido por *Isariopsis griseola* Sacc. nas cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

3.3. Avaliação da resistência parcial do feijoeiro comum e da virulência e agressividade dos 24 isolados de *I. griseola*.

No presente trabalho, as definições de resistência parcial, resistência vertical incompleta e resistência horizontal e da virulência e agressividade empregadas foram as mesmas apresentadas por VAN DER PLANK (1963, 1968, 1984) e ROBINSON (1976).

Na realização deste experimento foram utilizadas 11 cultivares de feijoeiro comum oriundas do Banco Ativo de Germoplasma do CNPAF, obtidas da mesma forma que a descrita para as cultivares utilizadas no estudo da variabilidade do patógeno (Tabela 3). A cultivar Rosinha G-2, foi considerada como suscetível universal. Cada conjunto de 11 cultivares foi inoculado com cada um dos 24 isolados do patógeno (Tabela 1) em uma série de 5 ensaios (grupos). Os isolados testados em cada grupo, encontram-se na Tabela 2. O experimento foi um fatorial com 11 cultivares e 24 isolados disposto em um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições.

O preparo do inóculo, a inoculação e a incubação das plantas foram realizados conforme descrito anteriormente (itens 3.2.2 e 3.2.3).

Tabela 3. Cultivares utilizadas na avaliação da resistência parcial do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e da virulência e agressividade de *Isariopsis griseola* Sacc.

Nº de ordem	Cultivares
1	FF-28
2	CNF - 0010
3	Caraota 260
4	Cuva 168-N
5	México 11
6	Vermelho
7	Rosinha G-2
8	Jalo EEP 558
9	Compuesto Chimaltenango 2
10	Diacol Nima
11	Jalo

3.3.1. Avaliação dos componentes monocíclicos da resistência.

a) Frequência de infecção: proporção de esporos que resulta em lesões esporulantes ou, número de lesões por unidade de área foliar (PARLEVLIET, 1977; 1979). Considerou-se como frequência de infecção o número médio de lesões/cm² estimado através de 3 amostras de 2,25 cm² em cada folíolo, 12 dias após a inoculação.

b) índice de infecção: área foliar relativa ocupada pelas lesões, resultante do número de lesões por unidade de área foliar e do tamanho das mesmas (JAMES, 1971; 1974). As avaliações foram realizadas visualmente 14 dias após a inoculação, empregando-se uma escala (Figura 3) de 0 (sem sintomas) a 100% (máxima severidade de infecção) desenvolvida pelo CNPAF.

c) Período de incubação: período compreendido entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas visíveis da doença (VAN DER PLANK, 1963). No caso da mancha angular do feijoeiro comum, os primeiros sintomas visíveis de infecção constituem-se em pequenas manchas necróticas de coloração acinzentada, podendo apresentar, ou não, bordos cloróticos (LLANOS, 1957; OLAVE, 1958; BONILLA, 1958; DIAZ et alii, 1965;

Figura 3. Escala diagramática utilizada na avaliação da percentagem de área foliar do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculado com *Isariopsis griseola* Sacc.

HAGEDORN & WADE, 1974; CAMPOS & ZAK, 1980). No presente estudo foi observado, em alguns casos, que o sintoma da doença apresentava, como início, lesões cloróticas que progrediam para manchas necróticas rodeadas ou não por halo clorótico. Neste caso, as manchas cloróticas foram consideradas como início dos sintomas. Considerou-se como período de incubação o tempo médio decorrido entre a inoculação e o aparecimento dos sintomas em todos os folíolos.

d) **Período de latência:** período compreendido entre a inoculação e a esporulação do patógeno (VAN DER PLANK, 1963; PARLEVLIET, 1979). Considerou-se que as lesões produziam esporos quando, com o auxílio de uma lupa de mão (10 X), podia-se observar a formação dos conidióforos (corêmios) típicos do patógeno. De modo análogo ao período de incubação, considerou-se como período de latência o tempo médio decorrido entre a inoculação e a formação de conidióforos em todos os folíolos. Com a finalidade de fornecer condições para que as lesões esporulassem, tanto as plantas como a casa de vegetação foram aspergidas com água, diariamente, ao entardecer. Ainda assim e, algumas vezes, as lesões apresentadas pelos folíolos não desenvolveram conidióforos. Nestes casos, os folíolos foram retirados das plantas e postos em

câmara úmida a 22-24 °C até o aparecimento das estruturas de reprodução.

Os dados obtidos para estimar os componentes da resistência parcial foram submetidos à análise de variância. Também foram calculados os coeficientes de correlação entre as médias das onze cultivares para esses mesmos componentes.

3.4. Determinação da resistência vertical incompleta e da resistência horizontal apresentadas pelas cultivares de feijoeiro comum.

A separação da resistência parcial apresentada pelas 11 cultivares de feijoeiro comum, foi realizada de maneira semelhante à utilizada por VAN DER PLANK (1978), CASTRO et alii (1984) e CASTRO et alii (1985). Na determinação da resistência vertical incompleta foi considerado o isolado mais adaptado à cultivar ou seja, aquele que causou reação de maior suscetibilidade. O nível de resistência parcial foi estabelecido em função dos valores médios, do componente em estudo, apresentado pelas cultivares quando inoculadas com o restante dos isolados. Segundo VAN DER PLANK (1978), a diferença entre os níveis de resistência parcial e vertical incompleta, determina a resistência horizontal. A determinação destes dois tipos de resistência (vertical

incompleta e horizontal) foi realizada considerando-se apenas a frequência de infecção e o período de latência por serem estes, de acordo com PARLEVLIET (1979), os únicos componentes da resistência parcial incluídos no presente estudo.

4. RESULTADOS

4.1. Sintomatologia.

A mancha angular do feijoeiro comum se caracteriza pelo sintoma típico que apresenta nas cultivares suscetíveis. Durante a realização do presente estudo, foram observados, além da ausência de sintomas visíveis, três tipos básicos de sintomas no desenvolvimento da doença, conforme descrição a seguir:

4.1.1. Manchas cloróticas.

Neste tipo, os sintomas apresentaram, como início, manchas cloróticas (Figura 4) que se transformaram em lesões necróticas típicas da doença à medida que esta se desenvolvia. Em algumas combinações (isolado-cultivar) foi observado que nem todas as manchas cloróticas se transformaram em lesões necróticas típicas, sendo que muitas delas tornaram-se visualmente imperceptíveis com o tempo.

4.1.2. Manchas necróticas angulares.

Este sintoma apresentou, no início, manchas necróticas de forma mais ou menos angular, de coloração acinzentada (Figura 5) tornando-se, posteriormente, tipicamente angulares e de cor pardo-escura, representando o sintoma típico da doença (Figura 6). Este sintoma foi observado na maioria das combinações (isolado-cultivar) estudadas.

4.1.3. Manchas necróticas irregulares.

Neste tipo de sintoma, as lesões não apresentaram a forma angular típica da doença, dando origem a manchas com bordos irregulares que, ao serem observadas, apresentavam um aspecto arredondado (Figura 7).

4.2. Patogenicidade de *I. griseola*.

Os tipos de infecção induzidos pelos 24 isolados de *I. griseola* nas 15 cultivares de feijoeiro comum estão apresentados na Tabela 4. Nesta Tabela, pode-se observar que os isolados variaram quanto à patogenicidade.

Figura 4. Manchas cloróticas apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc.

Figura 5. Manchas de coloração acinzentada apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc.

Figura 6. Sintoma típico apresentado pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc.

Figura 7. Manchas necróticas irregulares apresentadas pela primeira folha trifoliolada do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quando inoculada com *Isariopsis griseola* Sacc.

Tabela 4. Tipo de infecção de 24 isolados de *Isaigenesia griseola* Sacc. em 15 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

CULTIVARES	I S O L A D O S (Ig CNF2)														
	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	3.3	14.4	15.3	15.5	15.6	32.2	33.1
FF-28	2	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3
CNF 0010	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	2	2	2	3	3
CARAOTA 260	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4
CUVA 168-N	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	4
MEXICO 11	2	3	3	3	4	3	2	2	3	3	4	3	2	3	2
VERMELHO	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	4	3	3	3
MEXICO 54	2	2	3	2	2	3	2	1	2	3	3	2	2	2	3
CORNELL 49-242	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	2	1
RG 1342 CH 60	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	3	4	3	4	4
ROSINHA 0-2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
JALO EEP-550	2	2	3	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	4	2
MEXICO 279	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
C.CHINALTENANGO 2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3
DIACOL NINA	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	4	3	3
JALO	2	3	2	2	3	3	2	2	3	4	3	3	3	2	4

1 Tipo de infecção: 1 = sem evidência de infecção

2 = lesões angulares ou irregulares, necróticas, medindo até 2,0mm

3 = lesões angulares ou irregulares, necróticas, medindo de 2,1 a 3,0mm

4 = lesões angulares, necróticas, maiores que 3,1mm.

2 Sigla de identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO.

Os isolados mais patogênicos foram capazes de causar sintomas nas 15 cultivares estudadas, enquanto que os de menor patogenicidade causaram doença em apenas 12 das 15 cultivares utilizadas (Tabela 5). Dos 24 isolados testados, 10 incitaram doença em todas as cultivares; 5, em 14 cultivares; 7, em 13 cultivares e, 2, em apenas 12 cultivares. Os isolados patogênicos às 15 cultivares são oriundos de todos os Estados brasileiros de onde foram realizadas as coletas dos materiais para o presente estudo, mostrando a ampla distribuição, da patogenicidade, que *I. griseola* apresenta onde o feijoeiro comum é cultivado. Os isolados que causaram doença em 14 cultivares, foram coletados nos Estados de Goiás, Paraná e Alagoas e, os que apresentaram menor patogenicidade ou seja, aqueles que infectaram 13 e 12 cultivares, são oriundos apenas do Estado de Goiás.

Os isolados de *I. griseola* originários de um mesmo Estado diferiram em sua patogenicidade. Os 13 isolados provenientes do Estado de Goiás foram distribuídos em todos os grupos de patogenicidade; os originários dos Estados da Paraíba (3 isolados), Mato Grosso do Sul (1 isolado) e Espírito Santo (1 isolado), foram todos classificados dentro do grupo de maior patogenicidade, enquanto que os provenientes dos Estados do Paraná e de Alagoas, com 4 e 2 isolados,

respectivamente, foram distribuídos nos 2 grupos de maior patogenicidade.

Com relação ao tipo de infecção, o isolado Ig CNF 60.4, originário de Lagoa Seca no Estado da Paraíba, e pertencente ao grupo de maior patogenicidade, foi o que apresentou a maior média de tamanho de lesão, seguido por Ig CNF 38.6, de Santana do Ipanema no Estado de Alagoas, e Ig CNF 32.2 da Serra de Bodoquena no Estado do Mato Grosso do Sul. Os isolados que apresentaram as menores médias de tamanho de lesão foram Ig CNF 1.4, 2.4 e 2.5 e Ig CNF 74.5 respectivamente, de Goianira (CNPAP) e Indiára, no Estado de Goiás (Tabela 5).

Dos isolados estudados, apenas Ig CNF 1.4, 1.5 e 2.4 não causaram o grau 4 de infecção (item 3.2.4) em nenhuma das 15 cultivares testadas. Estes isolados foram obtidos de uma mistura de cultivares suscetíveis semeadas para a instalação de um infectário no CNPAP em Goianira, Goiás.

4.2.1. Determinação da variabilidade patogênica de *I. griseola*.

O estudo da variabilidade patogênica de *I. griseola*, no feijoeiro comum, foi realizado levando-se em consideração as reações induzidas pelos 24 isolados do

Tabela 5. Patogenicidade e tipo de infecção de 24 isolados de *Isariopsis griseola* Sacc. quando inoculados em 15 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

Isolado	Local de	Número de	Tipo de infecção	
Ig CNF ¹	origem	cultivares infectadas ²	Média ³	Variação ⁴
60.4	Lagoa Seca-PB	15	3,47	2 - 4
38.6	Santana do Ipanema-AL	15	3,27	2 - 4
32.2	Serra de Bodoquena-MS	15	3,20	2 - 4
60.2	Lagoa Seca-PB	15	3,00	2 - 4
3.3	Goianira-GO	15	2,87	2 - 4
15.5	Irati-PR	15	2,87	2 - 4
15.3	"	15	2,80	2 - 4
15.6	"	15	2,73	2 - 4
60.6	Lagoa Seca-PB	15	2,73	2 - 4
33.1	Venda Nova-ES	15	2,67	2 - 4
14.4	Irati-PR	14	3,07	1 - 4
36.4	Santana do Ipanema-AL	14	2,53	1 - 4
1.5	Goianira-GO	14	2,53	1 - 3
2.5	"	14	2,40	1 - 4
74.5	Indiára-GO	14	2,33	1 - 4
74.4	"	13	3,00	1 - 4
74.1	"	13	2,73	1 - 4
75.1	"	13	2,53	1 - 4
2.3	Goianira-GO	13	2,53	1 - 4
2.7	"	13	2,53	1 - 4
2.4	"	13	2,40	1 - 3
1.4	"	13	2,13	1 - 3
2.1	"	12	2,67	1 - 4
2.2	"	12	2,47	1 - 4

¹Sigla de identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goianira, GO.

²Número de cultivares infectadas quando inoculadas com cada um dos 24 isolados de *I. griseola* Sacc. na concentração de 2×10^4 esporos.ml⁻¹.

³Médias do tipo de infecção de cada um dos 24 isolados de *I. griseola* Sacc. calculadas sobre o total de cultivares.

⁴Valores mínimos e máximos dos tipos de infecção apresentados por cada um dos 24 isolados de *I. griseola* Sacc. quando inoculados em 15 cultivares.

patógeno nas cultivares México 54, México 279, RG 1342 CH 60 e Cornell 49-242. Estas cultivares foram as únicas que apresentaram resistência completa a alguns dos isolados utilizados. A reação das plantas foi avaliada 14 dias após a inoculação. Para o estudo da interação patógeno-hospedeiro, considerou-se como resistentes apenas as cultivares que apresentaram resistência completa, ou seja, cultivares que apresentaram ausência de desenvolvimento de sintomas e, como suscetíveis, as que desenvolveram sintomas quando inoculadas com os isolados do patógeno (Tabela 4).

Os isolados do patógeno interagiram diferencialmente com as diferentes cultivares do hospedeiro. Por exemplo, o isolado Ig CNF 2.5 induziu uma reação de suscetibilidade na cultivar RG 1342 CH 60, mas não foi capaz de causar doença na cultivar Cornell 49-242. Da mesma forma, Ig CNF 2.7 induziu reação de suscetibilidade na cultivar Cornell 49-242, não sendo capaz de causar doença na 'RG 1342 CH 60'. O mesmo tipo de interação pode também ser observado em outras combinações isolado-cultivar (Tabela 6).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4, foram selecionadas as 4 cultivares acima mencionadas para o estudo da variabilidade patogênica de *I. griseola*.

Considerando-se apenas 2 classes de reação

Tabela 6. Interações diferenciais e tipos de infecção¹ de 4 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com 24 isolados de *Isariopsis griseola* Sacc.

Isolado	C U L T I V A R E S			
Ig CNF ²	México 54	México 279	RG 1342	CH 60 Cornell 49-242
1.4	2	2	1	1
1.5	2	2	2	1
2.1	3	1	1	1
2.2	2	1	1	1
2.3	2	2	1	1
2.4	3	2	1	1
2.5	2	2	2	1
2.7	1	2	1	2
3.3	2	3	2	3
14.4	3	2	1	3
15.3	3	2	3	4
15.5	2	2	4	4
15.6	2	2	3	4
32.2	2	2	4	4
33.1	2	2	3	2
36.4	3	2	2	1
38.6	3	2	4	4
60.2	2	2	4	4
60.4	3	3	4	4
60.6	2	2	3	4
74.1	3	2	1	1
74.4	3	2	1	1
74.5	2	2	2	1
75.1	2	2	1	1

¹Tipo de infecção 1 = Sem evidência de infecção.

2 = Lesões de até 2,0 mm.

3 = Lesões de 2,1 a 3,0 mm.

4 = Lesões maiores de 3,1 mm.

²Sigla de identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO.

(resistente e suscetível) e 4 cultivares diferenciadoras (número de patótipos = a^n onde, a = classes de reação e, n = número de cultivares diferenciadoras), é possível de ser determinado um total de 16 patótipos (Tabela 7). Segundo esta Tabela, os 24 isolados do patógeno foram agrupados em 6 patótipos (Tabela 8). Cada patótipo foi constituído por diversos biótipos do patógeno. O patótipo 2, agrupou todos os isolados considerados de maior patogenicidade (item 4.2) enquanto que, o patótipo 3, agrupou os 2 isolados de menor patogenicidade. Nos patótipos 5 e 7, foram agrupados todos os isolados patogênicos a 13 e 14 cultivares, respectivamente, com exceção de Ig CNF 2.7 e 14.4 que, por diferirem dos patótipos 5 e 7 em suas reações nas cultivares diferenciadoras, foram incluídos nos patótipos 12 e 13, respectivamente.

A semelhança do que ocorreu no estudo da patogenicidade, os isolados de um mesmo local de origem variaram com relação à virulência. O patótipo 2 agrupou isolados de todos os locais de onde o patógeno foi coletado. Os patótipos 3, 5 e 12 apresentaram isolados apenas do Estado de Goiás enquanto que, o patótipo 7, agrupou isolados dos Estados de Goiás e de Alagoas. O patótipo 13 apresentou um único isolado, cuja procedência, foi o Estado do Paraná.

Tabela 7. Cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e número de patótipos de *Isariopsis griseola* Sacc. possíveis de serem determinados utilizando-se duas classes de reação¹ e 4 cultivares diferenciadoras.

Cultivares diferen- ciadoras	P A T Ó T I P O S															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
México 54	R	S	S	R	S	R	S	R	R	S	S	R	S	S	R	R
México 279	R	S	R	S	S	R	S	R	S	R	R	S	S	R	R	S
RG 1342 CH 60	R	S	R	S	R	S	S	R	S	R	S	R	R	S	S	R
Cornell 49-242	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	S	S	R	R
Rosinha G-2 ²	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

¹S = Suscetível, Tipos de infecção 2, 3 e 4.

R = Resistente, Tipo de infecção 1.

²Suscetível universal.

Tabela 8. Patótipos, identificação e local de origem dos 24 isolados utilizados na determinação da variabilidade patogênica de *Isariopsis griseola* Sacc.

Patótipos	Identificação (Ig CNF ¹)	Local de Origem
2	3.3	Goianira-GO
	15.3	Irati-PR
	15.5	"
	15.6	"
	32.2	Serra de Bodoquena-MS
	33.1	Venda Nova-ES
	38.6	Santana do Ipanema-AL
	60.2	Lagoa Seca-PB
	60.4	"
	60.6	"
3	2.1	Goianira-GO
	2.2	"
5	1.4	Goianira-GO
	2.3	"
	2.4	"
	74.1	Indiára-GO
	74.4	"
	75.1	"
7	1.5	Goianira-GO
	2.5	"
	36.4	Santana do Ipanema-AL
	74.5	Indiára-GO
12	2.7	Goianira-GO
13	14.4	Irati-PR

¹Sigla de identificação dos isolados de *I. griseola* Sacc. no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goianira, GO.

4.2.2. Avaliação da virulência e da agressividade de *I. griseola* no feijoeiro comum.

A virulência e a agressividade dos isolados de *Isariopsis griseola* foram avaliadas em cada um dos 5 grupos estudados, através dos parâmetros frequência de infecção, índice de infecção, período de incubação e período de latência.

Na frequência de infecção, a maior virulência, dentro de cada grupo, foi determinada, geralmente, por um único isolado do patógeno (Tabela 9). Por exemplo, no grupo 1, a maior virulência foi apresentada, na maioria das cultivares, pelo isolado Ig CNF 74.5. Entretanto, nas cultivares Caraota 260 e Compuesto Chimaltenango 2, os isolados que apresentaram a maior virulência foram Ig CNF 74.1 e 36.4, respectivamente. O fato dos isolados não serem os mesmos para todas as cultivares demonstra o efeito diferencial, caracterizando a presença de genes de virulência no patógeno.

Os valores do índice de infecção estão apresentados na Tabela 10. O alto coeficiente de correlação obtido entre a frequência e o índice de infecção (0.99 em todos os grupos), indica que os resultados observados para este último parâmetro foram

semelhantes àqueles obtidos para o componente frequência de infecção.

Outro parâmetro utilizado para avaliar a virulência dos isolados de *I. griseola* no feijoeiro comum foi o período de incubação. Os resultados obtidos indicam que, dentro de cada grupo e, em algumas cultivares, vários foram os isolados que determinaram a virulência enquanto que, em outras, observa-se a presença de apenas um isolado determinando a virulência. Por exemplo, no grupo 2, a virulência na cultivar FF-28 foi determinada pelos isolados Ig CNF 2.2, 2.7 e 32.2 enquanto que, em 'Compuesto Chimaltenango 2', apenas Ig CNF 2.1 determinou esta virulência (Tabela 11). Ainda com relação ao período de incubação, nota-se que, nos grupos 2, 3 e 5 e, em algumas cultivares, não foi observada interação com nenhum dos isolados testados. Por exemplo, nenhum isolado do grupo 3 mostrou-se especializado na cultivar Cuva 168-N. Neste caso, esta cultivar apresentou apenas resistência horizontal para os isolados deste grupo uma vez que todos os isolados apresentaram a mesma agressividade.

O período de latência variou consideravelmente e, os dados obtidos (Tabela 12), indicam resultados semelhantes àqueles conseguidos para o período de incubação.

Tabela 9. Frequência de infecção (no. de manchas/cm²) exibida pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de *Isariopsis griseola* Sacc.

ISOLAMENTOS												
CULTIVARES	GRUPO 1						GRUPO 2					
	2.5	15.3	36.4	74.1	74.5	MEDIAS2	1.4	2.1	2.2	2.7	32.2	MEDIAS2
FF-28	2,52iq1	0,990q	0,920q	3,85f1	8,59a	3,37D	1,90fm1	0,09n	5,68ac	0,67kn	1,12in	1,99BC
CNF 0010	4,670j	0,23q	0,940q	4,00fk	0,10ac	3,59CD	3,75df	0,47kn	6,10a	2,05f1	0,69kn	2,61A
CABAOIA-260	1,68kq	1,241q	1,11nq	5,51cd	5,48ch	3,02DE	1,24in	2,37ek	1,80gn	3,65dg	4,47ad	2,71A
CUVA 168-N	4,64dj	2,20iq	6,00ag	4,76di	6,37af	4,79AB	2,03di	1,73gn	5,99ab	1,29in	1,66hn	2,72A
MEXICO 11	6,17ag	1,43kq	6,67ae	3,70gn	8,22ab	5,24A	2,02fm	1,16in	3,98ce	0,92jn	1,63hn	1,94B
VERHELHO	6,42af	1,78kq	3,65gn	3,83f1	7,60ac	4,44AB	1,83gn	0,10n	1,68hn	0,15in	0,19in	0,79D
ROSINHA G-2	4,76di	2,25iq	4,05ek	2,44iq	8,02ac	4,31BC	1,82gn	0,54kn	4,17be	0,89jn	0,79kn	1,64BC
JALO EEP-558	2,05jq	0,37q	0,42q	2,45iq	2,82iq	1,62F	0,37in	0,72kn	1,85fn	2,72dj	0,55kn	1,24CD
C.CHINAL TENANGO 2	0,18q	0,040q	3,78fm	3,36gn	3,27hp	2,28EF	1,19in	0,37in	0,82jn	1,21in	0,15in	0,75D
DIACOL NINA	2,10jq	0,54q	0,42q	2,30iq	6,91ad	2,43EE	0,40in	1,93fn	1,02in	3,53dh	0,86jn	1,53BC
JALO	1,90kq	0,64pq	2,67iq	1,14mq	5,85kh	2,44EF	0,79kn	0,12mn	1,36in	0,30in	0,91jn	0,70D
MEDIAS2	3,37B	1,15D	2,78C	3,39B	6,48A	3,43	1,66B	0,88C	3,13A	1,58E	1,18C	1,69
C.V.						31,16						45,61

(Continua...)

Tabela 9. Cont.

CULTIVARES	ISOLAMENTOS											
	GRUPO 3						GRUPO 4					
	2.3	3.3	38.6	60.2	60.4	74.4	MEDIAS2	1.5	14.4	15.5	60.6	MEDIAS2
FF-28	4,20ac1	3,04ai	1,58iu	1,21ku	4,59ab	1,83gs	2,74A	4,15adi	0,89fg	4,91ad	4,37ad	3,58B
CNF 0010	4,59ab	4,08ad	0,32pu	0,10u	1,13ku	2,30fo	2,09BC	4,32ad	1,46fg	0,69g	0,32g	1,70D
CARAOTA 260	3,21ag	0,71ou	1,70gt	1,14ku	3,02bj	1,56iu	1,89C	1,41fg	1,13fg	3,86be	4,22ad	2,64C
CUVA 168-N	4,05ad	2,40en	2,10fp	1,29ku	2,59ek	1,93gr	2,39AB	5,04ab	1,26fg	5,53a	5,46a	4,32A
MEXICO 11	4,52a	2,45em	2,96cj	2,17fp	1,69gt	1,73gt	2,80A	5,19ab	1,41fg	5,26ab	4,37ad	4,06AB
VERNELHO	4,55ac	2,57dl	2,15fp	0,66pu	2,30fo	0,37qu	2,10BC	4,96ac	1,04fg	4,69ad	4,84ad	3,88AB
ROSINHA G-2	3,09ae	3,19ah	1,90gr	1,61hu	2,35fn	1,43ju	2,41AB	5,38a	0,82fg	5,11ab	3,38de	3,67B
JALO EEP-558	1,21ku	0,82nu	0,32ru	0,30su	0,62pu	0,64pu	0,65E	0,22g	0,89fg	3,36de	1,66fg	1,53D
C.CHITALTENANGO 2	1,01ku	0,18tu	0,95eu	0,39su	1,14ku	1,48gu	0,87DE	0,44g	0,15g	0,84fg	0,69g	0,53E
DIACOL NINA	1,86gs	0,58iu	0,86mu	0,59pu	1,48iu	0,69pu	1,17D	0,99fg	0,76fg	3,43ce	2,30ef	1,87D
JALO	3,56af	0,67pu	0,99lu	0,20tu	0,59pu	0,42qu	1,07DE	1,50fg	0,39g	3,78be	1,41fg	1,75D
MEDIAS2	3,34A	1,97B	1,44C	0,87D	1,95B	1,32C	1,82	3,05B	0,93C	3,76A	3,00B	2,69
C.V.							34,35					24,33

(Continua...)

Tabela 9. Cont.

ISOLAMENTOS				
GRUPO 5				
CULTIVARES	2.4	13.6	33.1	75.1 MEDIAS2
FF-28	2,42ch1	3,95ab	2,03dk	0,67jo 2,26AB
CNF 0010	2,52bg	0,30lo	1,95dk	0,72jo 1,37CE
CARAOTA 260	1,06go	2,86be	3,3iad	0,35lo 1,89BC
CUVA 168-N	1,48eo	4,62a	2,08dj	0,81io 2,25AR
MEXICO 11	2,40ch	3,63ac	2,77bf	1,68en 2,62A
VERMELHO	1,60dl	2,37ch	1,76em	0,94ho 1,72BD
ROSINHA G-2	2,62bf	4,52a	2,30ci	1,01go 2,61A
JALO FEP-558	0,42lo	1,36eo	0,91ho	0,62jo 0,83EG
C.CHIMALTENANGO 2	1,36eo	0,94ho	0,54ko	0,15o 0,75FG
DIACOL NIMA	0,64jo	2,69bf	1,33fo	0,32lo 1,25OE
JALO	0,27mo	0,98ho	0,42lo	0,20no 0,47G
MEDIAS2	1,54B	2,57A	1,76B	0,68C 1,64
C.V.				38,53

1 Médias para isolados x cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2 Médias para isolados ou cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Índice de infecção (% de área foliar com manchas) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de *Isariopsis griseola* Sacc.

ISOLAMENTOS												
CULTIVARES	GRUPO 1					GRUPO 2						
	2.5	15.3	36.4	74.1	74.5	MEDIAS2	1.4	2.1	2.2	2.7	32.2	MEDIAS2
FF-28	30,00js1	10,00rw	8,33sw	40,00go	86,67ab	35,00bc	31,67ei1	1,00k	80,00ab	6,00jk	9,50hk	25,63de
CNF 0010	36,67hp	1,67w	6,67tw	36,67hp	85,00ac	33,33cd	58,33bd	6,33jk	75,00ac	25,00fk	6,83jk	34,30bc
CARAOTA 260	16,67pw	9,17rw	13,33qw	65,00bf	50,00dk	30,83ce	21,00gk	27,50fj	23,33fk	55,00ce	55,00ce	36,37ab
CUVA 168-N	43,33fn	45,00em	66,67be	53,33di	70,00ad	55,67a	63,33bd	30,00fj	90,00a	18,50gk	17,50gk	43,87a
MEXICO 11	55,00dh	18,33ow	80,00ac	43,33fn	85,00ac	56,33a	28,33fj	14,50hk	63,33bd	14,33hk	16,67gk	27,43cd
VERMELHO	51,67dj	18,33ow	29,33kt	48,33dl	62,50cg	41,83b	33,33eh	1,00k	28,33fj	1,00k	1,00k	12,93fg
ROSINHA G-2	50,00dk	38,33hp	50,00dk	30,00js	90,00a	51,67a	28,33fj	7,50ik	63,33bd	15,83hk	10,00hk	25,00de
JALO EEP-558	25,00mv	2,33vw	3,83uw	33,33hq	30,00js	18,90f	6,00jk	9,00hk	33,33eh	29,17fj	12,50hk	18,00ef
C.CHITALTENANGO 2	5,00uw	4,33uw	40,00go	40,00go	35,00hq	24,87ef	17,00gk	7,50ik	18,33gk	15,00hk	1,00k	11,77fg
DIACOL NINA	21,67nw	3,67uw	6,67tw	25,83lu	70,00ad	25,57df	7,83ik	40,83dg	25,00fk	46,67df	14,17hk	26,90cd
JALO	22,50mw	5,00uw	31,67ir	22,67mw	50,00dk	26,37df	7,33ik	1,00k	17,50gk	2,33k	14,17hk	8,47g
MEDIAS2	32,50c	14,20d	30,50c	39,86b	64,92a	36,40	27,50b	13,29d	47,05a	20,80e	14,39d	24,61
C.V.						25,76						40,45

(Cont inua...)

Tabela 10. Cont.

ISOLAMENTOS												
CULTIVARES	GRUPO 3						GRUPO 4					
	2.3	3.3	38.6	60.2	60.4	74.4	MEDIAS2	1.5	14.4	15.5	60.6	MEDIAS2
FF-28	58,33bei	50,00bf	20,83hq	10,83mq	61,67ac	16,67jq	36,39AB	48,33ah1	12,50iq	70,00ad	56,67cf	46,88B
CNF 0010	68,33ab	60,00ab	3,00q	1,00q	10,00mq	24,17gp	27,75C	51,67ef	31,67hk	8,33mq	2,00pq	23,42DE
CARAOIA 260	41,67cg	18,33iq	28,33gn	20,00hq	43,33cg	18,33iq	28,33C	14,50kq	24,17jn	53,33df	45,00ei	34,25C
CUVA 168-N	60,00ad	30,00fm	20,00hq	17,50jq	40,00dh	20,00hq	31,25BC	70,00ad	22,50jo	80,00a	70,00ad	60,63A
MEXICO 11	70,00ab	38,33ei	50,00bf	40,00dh	25,00go	17,50jq	40,14A	75,00ab	28,33il	80,00a	56,67cf	60,00A
VERMELHO	80,00a	43,33cg	36,67fj	8,33nq	35,00fk	4,67pq	34,67AB	75,00ab	20,00jp	70,00ad	60,00bf	56,25A
ROSINHA 0-2	60,00ad	58,33be	28,33gn	30,00fm	41,67cg	25,00go	40,56A	71,67ac	18,33jq	80,00a	50,00eg	55,00A
JALO EEP-558	16,67jq	15,00kq	5,33oq	4,50pq	7,50oq	7,50oq	9,42F	1,17q	17,50jq	33,33gj	15,83jq	16,96E
C.CHIMALTENANGO 2	12,50iq	1,00q	10,83mq	2,50q	15,00kq	24,17gp	11,00EF	5,00oq	1,00q	11,67iq	5,67oq	5,83F
DIACOL NIHA	36,67fj	31,67fl	12,50iq	6,17oq	15,83kq	8,33nq	18,53D	11,67iq	10,83iq	61,67be	21,67jo	26,46D
JALO	61,67ac	7,83oq	15,00kq	1,67q	8,83nq	4,50pq	16,58DE	25,00jm	6,17nq	43,33fi	15,00kq	22,38DE
MEDIAS2	51,44A	32,17B	20,98D	12,95E	27,62C	15,53E	26,78	40,82B	17,55D	53,79A	36,23C	37,10
C.V.							29,51					20,39

(Continua...)

Tabela 10. Cont.

ISOLAMENTOS				
GRUPO 5				
CULTIVARES	2.4	15.6	33.1	75.1 MEDIAS2
FF-28	20,83el1	32,50be	25,00ci	9,17jo 21,88B
CNF 0010	25,00ci	2,17o	20,00em	7,67ko 13,71DE
CAROTA 260	14,17ho	28,33ch	45,00ab	5,00mo 23,13B
CUVA 168-H	14,17ho	40,00ac	23,33dj	8,33jo 21,46B
MEXICO 11	30,00bg	36,67bd	31,67be	18,33en 29,17A
VERMELHO	23,33aj	25,00ci	21,67dk	10,00io 20,00BC
ROSINHA G-2	30,00bg	55,00a	30,00bg	15,00go 32,50A
JALO EEP-558	5,83lo	14,17ho	7,50ko	7,83ko 8,83DF
C.CHITALTENANGO 2	10,83lo	11,67io	5,00mo	4,00no 7,86EF
DIACOL NINA	8,67jo	30,83bf	15,83fo	3,00o 14,58CD
JALO	1,83o	10,83io	3,83no	1,33o 4,44F
MEDIAS2	16,79C	26,11A	20,80B	8,15D 17,96
C.V.				35,06

Médias para isolados x cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2

Médias para isolados ou cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11. Período de incubação (dias) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com 24 isolados anisopórficos de *Isariopsis griseola* Sacc.

I S O L A M E N T O S										
CULTIVARES	GRUPO 1					GRUPO 2				
	2.5	15.3	36.4	74.1	74.5	MEDIAS2	1.4	2.1	2.2	2.7
FF-28	7,05fgi	9,05c	8,00cd	9,05c	7,05fg	8,20C	9,72cdi	10,45ac	9,05de	9,05de
CNF 0010	9,05c	14,05a	9,05c	8,05de	7,05fg	9,45A	9,05de	9,05de	9,05de	9,05cd
CARAOA 260	9,05c	9,05c	7,34eg	6,45g	8,05de	8,06cd	10,05bd	8,05ef	9,05de	7,25f
CUVA 168-N	9,05c	9,05c	7,05fg	7,05fg	7,05fg	7,85D	9,05de	9,05de	9,05de	9,05de
MEXICO 11	9,05c	9,05c	7,05fg	7,05fg	7,05fg	7,85D	9,05de	9,33d	9,05de	9,05de
VERMELHO	9,05c	9,05c	7,05fg	8,05de	7,05fg	8,05cd	9,05de	11,05ab	9,05de	9,52B
ROSINHA 8-2	9,05c	9,05c	7,05fg	8,05de	7,05fg	8,05cd	9,05de	11,05ab	9,55cd	9,95A
JALO EEP-558	7,05fg	9,05c	7,05fg	8,05de	7,05fg	8,05cd	9,05de	9,05de	9,05de	9,05cd
C.CHIMALTENANGO 2	9,05c	9,72c	11,05b	9,05c	7,05fg	7,85D	9,05de	8,05ef	9,05de	8,95DE
DIACOL NINA	9,05c	9,05c	8,00cd	8,05de	7,72ef	8,53B	9,05de	10,04cd	9,05de	9,70AB
JALO	9,05c	9,05c	9,05c	9,05c	7,05fg	8,65B	9,05de	11,05ab	9,05de	9,58B
MEDIAS2	8,698	9,40A	8,30C	7,90D	7,20E	8,34	9,20B	9,39AB	9,46A	8,96C
C.V.						4,61				4,35

(Continua...)

Tabela 11. Cont.

ISOLAMENTOS												
	GRUPO 3						GRUPO 4					
	2.3	3.3	38.6	60.2	60.4	74.4	MEDIAS2	1.5	14.4	15.5	60.6	MEDIAS2
FF-28	7,72bd1	8,72bc	7,05d	9,05b	7,05d	7,05d	7,778C	9,05bcd	9,05bc	7,05ef	9,05bc	8,55CD
CNF 0010	9,05b	7,38cd	7,05d	7,05d	7,05d	7,05d	7,448F	8,55ce	9,05bc	9,05bc	12,05a	9,68B
CARAOTA 260	7,72bd	7,05d	7,05d	7,72bd	7,05d	7,05d	7,270F	9,05bc	9,05bc	7,05ef	6,27f	7,86EF
CUVA 168-N	7,05d	7,05d	7,05d	7,05d	7,05d	7,05d	7,05F	9,05bc	8,05ce	7,05ef	8,72cd	8,22CE
MEXICO 11	7,05d	7,05d	7,05d	7,38cd	7,05d	7,05d	7,11EF	9,05bc	9,05bc	7,05ef	8,38ce	8,38CE
VERMELHO	7,05d	7,05d	7,05d	8,72bc	7,05d	7,38cd	7,38CF	9,05bc	9,05bc	7,05ef	9,05bc	8,55CD
ROSINHA 6-2	8,38bd	7,05d	7,05d	9,05b	7,05d	7,05d	7,618D	8,38ce	7,05ef	7,05ef	7,05ef	7,38F
JALO EEP-558	7,38cd	7,05d	8,05bd	8,38bd	7,38cd	7,05d	7,553E	9,05bc	8,72cd	7,05ef	9,05bc	8,47CE
C.CHINALTENANGO 2	9,05b	9,09b	9,05b	11,38a	9,05b	7,05d	9,11A	9,05bc	12,05a	11,55a	12,05a	11,18A
DIACOL NINA	9,05b	8,80bc	7,05d	8,38bd	7,05d	7,05d	7,90B	10,55ab	8,72cd	8,05ce	7,83cf	8,79C
JALO	9,05b	8,38bd	7,05d	11,05a	8,05bd	8,25bd	8,64A	9,05bc	9,25ce	7,38df	7,83cf	8,13DE
MEDIAS2	8,05B	7,70C	7,32D	8,66A	7,35D	7,19D	7,71	9,08A	8,92A	7,76B	8,85A	8,65
C.V.							8,13					7,77

(Continua...)

(Continua...)

Tabela 11. Cont.

ISOLAMENTOS				
GRUPO 5				
CULTIVARES	2.4	15.6	33.1	75.1 MEDIAS2
FF-28	9,05d1	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
CNF 0010	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
CARAOTA 240	9,05d	9,05d	8,05e	9,05d 8,00C
CUVA 168-N	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
MEXICO 11	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
VERMELHO	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
ROSINHA G-2	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
JALO EEP-558	9,05d	9,05d	9,05d	9,05d 9,058C
C.CHINALTENANGO 2	12,05a	9,05d	10,72b	9,05d 10,22A
DIACOL NINA	9,05d	9,05d	10,05bc	9,05d 9,36B
JALO	9,72cd	9,05d	9,05d	9,38cd 9,30B
MEDIAS2	9,38A	9,05B	9,20B	9,08B 9,18
C.V.				3,75

1 Médias para isolados x cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2 Médias para isolados ou cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Período de latência (dias) exibido pela primeira folha trifoliolada de 11 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com 24 isolados monospóricos de *Isarionopsis griseola* Sacc.

ISOLAMENTOS												
CULTIVARES	GRUPO 1					GRUPO 2						
	2.5	15.3	36.4	74.1	74.5	MEDIAS2	1.4	2.1	2.2	2.7	32.2	MEDIAS2
FF-28	11,059i	11,059	11,059	11,059	11,059	11,059	15,72bf1	15,25cg	14,05di	14,72dh	18,55ab	15,66h
CNF 0010	11,059	18,05b	11,059	11,059	11,059	12,45BC	14,05di	14,05di	11,05i	14,38dh	15,72bf	13,85CD
CARAOTA 260	12,72fg	17,72bc	11,059	11,059	12,55fg	13,028	14,72dh	14,05di	12,05hi	12,05hi	14,05di	13,38D
CUVA 168-N	11,059	11,059	11,059	11,059	12,55fg	11,35D	14,05di	14,05di	12,25gi	12,55gi	13,05ei	13,19D
MEXICO 11	11,059	11,059	11,059	11,059	11,059	11,05D	16,05be	14,05di	14,05di	13,05ei	16,05be	14,658C
VERNELHO	11,059	11,059	11,059	11,059	11,059	11,05D	16,05bc	14,05di	11,05i	14,05di	16,05be	14,25CD
ROSINHA 0-2	11,059	11,059	11,059	11,059	11,059	11,05D	14,05di	14,05di	12,05hi	12,05hi	14,05di	13,25D
JALO EEP-558	11,059	11,059	11,059	14,05ef	11,059	11,65D	17,05ad	14,05di	14,05di	12,05hi	14,05di	14,25CD
C.CHIMALTENANGO 2	15,63de	33,05a	17,55bc	11,059	11,059	17,67A	18,22ac	15,94be	19,72a	15,22cg	18,33ac	17,49A
DIACOL NINA	11,059	13,55f	11,36g	11,059	11,059	11,61D	15,72bf	17,94ac	12,72fi	12,05hi	14,05di	14,49C
JALO	11,059	12,55fg	16,05cd	11,059	11,059	12,35C	14,72dh	14,38dh	14,05di	14,05di	14,05di	14,25CD
MEDIAS2	11,62C	14,66A	12,128	11,32C	11,32C	12,21	15,49A	14,728	13,37C	13,29C	15,27AB	14,43
C.V.						6,27					8,75	
												(Continua...)

(Continua...)

Tabela 12. Cont.

CULTIVARES	ISOLAMENTOS											
	GRUPO 3						GRUPO 4					
	2.3	3.3	38.6	60.2	60.4	74.4	MEDIAS2	1.5	14.4	15.5	60.6	MEDIAS2
FF-28	14,05d1	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	13,38ef1	12,05f	12,05f	12,05f	12,38D
CNF 0010	14,05d	14,05d	18,88bc	20,05d	14,72d	14,05d	15,97B	14,72de	12,05f	18,55b	36,05a	20,34B
CARAOIA 260	14,05d	14,05d	13,55de	14,05d	11,88e	14,05d	13,61C	13,38ef	12,05f	12,05f	13,38ef	12,72D
CUVA 168-N	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	14,05e	12,05f	12,05f	12,05f	12,55D
MEXICO 11	14,05d	14,05d	13,53de	14,05d	14,05d	14,05d	13,97C	14,05e	12,05f	12,05f	12,05f	12,55D
VERMELHO	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	13,05ef	12,05f	12,05f	12,05f	12,30D
ROSINHA 6-2	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	14,05e	12,05f	12,05f	12,05f	12,55D
JALO EEP-558	14,05d	14,05d	14,05d	13,05de	14,05d	14,05d	13,88C	17,38bc	12,05f	13,05ef	13,72ef	14,05C
C.CHITHALTENANGO 2	14,72d	42,05a	14,05d	18,05c	14,05d	14,05d	19,49A	16,05cd	17,55bc	36,05a	17,72bc	21,84A
DIACOL NIMA	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	14,72de	13,05ef	14,38de	12,05f	13,55C
JALO	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05d	14,05C	13,38ef	12,05f	12,05f	12,05f	12,38D
MEDIAS2	14,11CD	16,60A	14,40C	14,87B	13,91D	14,05D	14,66	14,38B	12,64C	15,13A	15,02A	14,29
C.V.							4,59					5,36

(Continua...)

(Continua...)

Tabela 12. Cont.

ISOLAMENTOS				
GRUPO 5				
CULTIVARES	2.4	15.6	33.1	75.1 MEDIAS2
FF-28	14,05ef1	14,05ef	11,05g	14,05ef 13,308C
CNF 0010	14,05ef	16,05de	12,55fg	12,55fg 13,808
CARAOTA 260	14,05ef	13,05fg	12,05fg	14,05ef 13,308C
CUVA 168-N	11,05g	11,55g	14,05ef	11,05g 11,93E
MEXICO 11	12,55fg	11,05g	11,05g	14,05ef 12,180E
VERMELHO	14,05ef	13,05fg	11,05g	11,55g 12,430E
ROSINHA G-2	14,05ef	12,55fg	12,05fg	14,05ef 13,188C
JALO EEP-558	14,05ef	11,05g	11,05g	17,94cd 13,528
C.CHINALTENANGO 2	18,55c	18,05cd	36,05a	21,83b 23,62A
DIACOL NINA	14,05ef	14,05ef	12,05fg	12,05fg 13,058D
JALO	14,05ef	14,05ef	12,55fg	13,05fg 13,43B
MEDIAS2	14,05A	13,508	14,14A	14,20A 13,97
C.V.				6,73

1 Médias para isolados x cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2 Médias para isolados ou cultivares em cada grupo seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

À exemplo do que ocorreu com a frequência de infecção, interações entre isolados x cultivares foram observadas em todos os parâmetros e em todos os grupos estudados, caracterizando a presença de genes de virulência no patógeno.

Nas Tabelas 9 a 12 pode-se também observar a agressividade dos isolados de *I. griseola*.

Variação na virulência e/ou agressividade entre os isolados testados, foi observada tanto para isolados de um mesmo local de origem como entre isolados de locais de origem diferentes para todos os parâmetros considerados.

4.3. Resistência do feijoeiro comum à *I. griseola*.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 4), algumas cultivares de feijoeiro comum mostraram resistência completa a alguns isolados de *I. griseola* enquanto que, outras, apresentaram resistência parcial. As cultivares que mostraram resistência completa foram aquelas que, quando inoculadas com o patógeno, não desenvolveram sintomas a pelo menos um dos 24 isolados testados enquanto que, as que apresentaram resistência proporcionaram proteção incompleta quando inoculadas com cada um dos isolados do patógeno.

4.3.1. Avaliação da resistência completa.

As 15 cultivares de feijoeiro comum foram inoculadas com cada um dos 24 isolados de *I. griseola* de diferentes Estados brasileiros sendo avaliadas, com relação aos tipos de infecção (item 3.2.4.), 14 dias após a inoculação. Os resultados obtidos indicam que as 15 cultivares diferiram quanto ao número e quanto aos isolados para as quais foram suscetíveis, não havendo cultivar com resistência completa a todos os isolados do patógeno. Contudo, várias cultivares apresentaram reação de suscetibilidade a todos os isolados testados.

No presente estudo, não foi observado o desenvolvimento de lesões necróticas sem a consequente esporulação do patógeno (reação de hipersensibilidade). Durante o desenvolvimento dos experimentos, foi observado que cada cultivar apresentou, de uma forma bastante uniforme, um único tipo de infecção quando inoculada com um único isolado. Entretanto, o tipo de infecção variou, consideravelmente, quando uma mesma cultivar foi inoculada com diferentes isolados (Tabelas 4 e 6).

'Cornell 49-242', 'RG 1342 CH 60', 'México 279' e 'México 54' foram as únicas cultivares que apresentaram resistência completa (tipo de infecção 1) a alguns dos isolados utilizados mostrando-se resistentes a 12, 10, 2 e 1 isolados, respectivamente. Estas cultivares

apresentaram resistência aos isolados de *I. griseola* originários, na sua maioria, do Estado de Goiás, com exceção de 'Cornell 49-242' e 'RG 1342 CH 60' que apresentaram resistência completa aos isolados Ig CNF 36.4 e 14.4 oriundos dos Estados de Alagoas e Paraná, respectivamente (Tabela 4). 'México 279' apresentou a menor média do tipo de infecção entre todas as cultivares testadas seguida por 'RG 1342 CH 60', 'Cornell 49-242' e 'México 54'. 'Mexico 54' e 'México 279' apresentaram uma variação, no tipo de infecção, entre 1 e 3 enquanto que, nas cultivares Cornell 49-242 e RG 1342 CH 60, ocorreu uma variação entre 1 e 4 (Tabela 13).

4.3.2. Avaliação da resistência parcial.

A resistência parcial das 11 cultivares de feijoeiro comum foi avaliada através dos mesmos parâmetros utilizados para a determinação da virulência e da agressividade do patógeno. Os resultados obtidos podem ser observados nas Tabelas 9 a 12.

'Compuesto Chimaltenango 2' com 0,53 lesões/cm² (grupo 4), 'Jalo EEP 558' com 1,62 e 0,65 lesões/cm² (grupos 1 e 3) e 'Jalo' com 0,70 e 0,47 lesões/cm² (grupos 2 e 5) mostraram as menores frequências médias de

Tabela 13. Número de isolados patogênicos e tipos de infecção apresentados por 15 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a 24 isolados de *Isariopsis griseola* Sacc.

Cultivares	Nº de isolados patogênicos ¹	Tipo de infecção	
		Média ²	Variação ³
Cornell 49-242	12	2,25	1 - 4
RG 1342 CH 60	14	2,17	1 - 4
México 279	22	2,00	1 - 3
México 54	23	2,33	1 - 3
C. Chimaltenango 2	24	2,46	2 - 3
Jalo EEP 558	24	2,42	2 - 4
Diacol Nima	24	2,71	2 - 4
Vermelho	24	2,79	2 - 4
Caracota 260	24	2,83	2 - 4
Jalo	24	2,92	2 - 4
CNF 0010	24	2,96	2 - 4
Cuva 168-N	24	3,00	2 - 4
México 11	24	3,04	2 - 4
FF 28	24	3,21	2 - 4
Rosinha G-2	24	3,83	3 - 4

¹Número de isolados capazes de causar doença em cada uma das 15 cultivares de feijoeiro comum quando inoculadas com *I. griseola* Sacc. na concentração de 2×10^4 esporos.ml⁻¹.

²Médias dos tipos de infecção, de cada uma das 15 cultivares de feijoeiro comum, calculadas sobre o total de isolados.

³Valores mínimos e máximos dos tipos de infecção apresentados por cada uma das 15 cultivares de feijoeiro comum, quando inoculadas com 24 isolados de *I. griseola* Sacc.

infecção (maior resistência) entre as cultivares testadas (Tabela 9). Entretanto, estas cultivares não diferiram estatisticamente de outras dentro de cada grupo com exceção de 'Compuesto Chimaltenango 2' que diferiu estatisticamente das demais cultivares. Esta cultivar encontra-se entre as que apresentaram as menores frequências médias de infecção em todos os grupos testados, seguida de 'Jalo EEP 558' que, no grupo 4, diferiu de 'Compuesto Chimaltenango 2'. Por outro lado, 'México 11' com 5,24 e 2,62 lesões/cm² (grupos 1 e 5), 'Cuva 168-N' com 2,72 e 4,32 lesões/cm² (grupos 2 e 4) e 'FF - 28' com 2,74 lesões/cm² (grupo 3) apresentaram as maiores frequências médias de infecção e, conseqüentemente, a maior suscetibilidade entre as 11 cultivares testadas. Estas cultivares no entanto, não diferiram estatisticamente de outras dentro de cada grupo. 'Cuva 168-N' e 'México 11' foram as cultivares que apresentaram as maiores frequências médias de infecção em todos os grupos testados.

Os coeficientes de correlação altamente significativos (Tabela 14) entre a frequência e o índice de infecção, indicam o alto grau de associação entre estas 2 variáveis. 'Compuesto Chimaltenango 2' com 5,83% (grupo 4), Jalo EEP 558 com 18,90 e 9,42% (grupos 1 e 3) e Jalo com 8,47 e 4,46% (grupos 2 3 5) encontram-se entre as cultivares que apresentaram as menores percentagens

média de área foliar coberta por lesões (Tabela 10). 'Compuesto Chimaltenango 2', à semelhança dos resultados obtidos para o componente frequência de infecção, encontra-se entre as cultivares que apresentaram os menores índices médios de infecção. 'Rosinha 6-2' (grupos 3 e 5), 'Cuva 168-N' (grupos 2 e 4) e 'México 11' (grupo 1) apresentaram os maiores índices médios de infecção entre as cultivares testadas correspondendo a uma percentagem média de área foliar com sintomas de 40,56 e 32,50, 43,87 e 60,63 e, 56,33, respectivamente. Considerando-se apenas as cultivares que apresentaram os maiores índices médios de infecção, afora 'Rosinha 6-2', verifica-se, pelos resultados obtidos, grande semelhança àqueles apresentados para a frequência de infecção.

'Compuesto Chimaltenango 2' com uma média de 9,11, 11,18 e 10,22 dias (grupos 3,4, e 5), 'CNF - 0010' com 9,45 dias (grupo 1) e 'Vermelho' com 9,95 dias (grupo 2) mostraram os mais longos períodos médios de incubação entre as cultivares testadas (Tabela 11). Entretanto, 'Compuesto Chimaltenango 2' não diferiu ($P = 0,05$) de 'CNF - 0010' (grupo 1). Pelos resultados obtidos, 'Compuesto Chimaltenango 2' foi a cultivar que apresentou o período médio de incubação mais longo na maioria dos grupos estudados. Entre as cultivares que apresentaram os menores períodos médios de incubação encontram-se 'Mexico

Tabela 14. Coeficientes de correlação entre os parâmetros utilizados na avaliação da resistência parcial de 11 cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Isariopsis griseola* Sacc.

Parâmetros correlacio nados	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
FI ¹ * II ²	0,96***	0,97***	0,96***	0,99***	0,97***
FI * PI ³	-0,34	-0,58	-0,62*	-0,61*	-0,53
FI * PL ⁴	-0,47	-0,52	-0,35	-0,69*	-0,47
II * PI	-0,42	-0,52	-0,62*	-0,59	-0,53
II * PL	-0,46	-0,54	-0,43	-0,67*	-0,45
PI * PL	0,63*	0,33	0,68*	0,92***	0,92***

¹FI = Frequência de infecção.

²II = Índice de infecção.

³PI = Período de incubação.

⁴PL = Período de latência.

*Significativo ao nível de P=0.05.

***Significativo ao nível de P=0.001.

11' e 'Jalo EEP 558' com 7,85 dias (grupo 1), 'Cuva 168-N' com 7,85 e 7,05 (grupos 1 e 3), 'Rosinha 6-2' com 7,38 dias (grupo 4) e 'Caracta 260' com 8,69 e 8,80 dias (grupos 2 e 5). Contudo, algumas destas cultivares não diferiram estatisticamente de outras dentro de cada grupo.

O maior período de latência (Tabela 12) foi apresentado por 'Compuesto Chimaltenango 2' que diferiu ($P = 0,05$) das outras cultivares nos 5 grupos estudados. Esta cultivar apresentou um período de latência médio, em dias, que variou de 17,49 (grupo 2) a 23,62 (grupo 5). Várias foram as cultivares que apresentaram os menores períodos médios de latência entre elas, Cuva 168-N (grupos 2 e 5), Vermelho (grupos 1 e 4) e Caracta 260 (grupo 3). Entretanto, estas cultivares não diferiram estatisticamente de outras dentro de cada grupo.

Coeficientes de correlação positivos e significativos, foram obtidos entre os parâmetros frequência e índice de infecção e entre período de incubação e de latência. Foram observadas correlações negativas e não significativas entre as demais combinações dos parâmetros estudados (Tabela 14). Não foi observada correlação entre o tipo de infecção e os parâmetros analisados.

Foi constatada a existência de interações entre cultivares x isolados para todos os parâmetros testados.

4.3.3. Separação da resistência parcial em resistência vertical incompleta e resistência horizontal.

A separação da resistência parcial em resistência vertical incompleta e resistência horizontal das 11 cultivares de feijoeiro comum quando inoculadas com 24 isolados monospóricos de *I. griseola* foi realizada levando-se em consideração os componentes frequência de infecção e período de latência por serem estes, os únicos componentes da resistência (PARLEVLIET, 1979) incluídos no presente estudo. Os resultados obtidos, em cada um dos 5 grupos, podem ser observados nas Figuras 8 e 9.

Com relação à frequência de infecção (Figura 8) pode-se observar que 'Jalo EEP 558' (grupos 1 e 3), 'Composto Chimaltenango 2' (grupos 2 e 4) e 'Jalo' (grupo 5), apresentaram os menores números de lesões por unidade de área foliar e, conseqüentemente, os maiores níveis de resistência horizontal em seus respectivos grupos. Porém, 'Compuesto Chimaltenango 2' apresentou o segundo maior nível de resistência horizontal nos grupos 1, 3 e 5. 'Cuva 168-N' (grupos 4 e 5), 'FF-28' (grupo 1), 'México 11' (grupo 3) e 'CNF 0010' (grupo 2), apresentaram os níveis mais baixos de resistência horizontal entre as cultivares ensaiadas. Em geral, os mesmos resultados

foram obtidos para a resistência vertical incompleta com exceção do grupo 2, onde as cultivares Jalo e Vermelho apresentaram os maiores níveis desta resistência. A semelhança do que foi obtido na avaliação da resistência horizontal, 'Compuesto Chimaltenango 2' encontra-se entre as cultivares que apresentaram os mais altos níveis de resistência vertical incompleta para o componente frequência de infecção.

A Tabela 9, mostra a interação entre isolados e cultivares nos diferentes grupos. No grupo 1, o isolado Ig CNF 74.5 determinou o nível de resistência vertical incompleta na maioria das cultivares; entretanto, nas cultivares Compuesto Chimaltenango 2 e Caraota 260, os isolados que determinaram esta resistência foram Ig CNF 36.4 e 74.1, respectivamente. Nos grupos 2, 3, 4 e 5 os isolados responsáveis pela interação foram Ig CNF 1.4, 2.7 e 32.2, Ig CNF 60.4 e 74.4, Ig CNF 1.5 e 60.6 e Ig CNF 2.4 e 33.1, respectivamente. Estes resultados indicam uma maior virulência destes isolados em relação aos demais dentro de seus respectivos grupos.

O período de latência é um dos principais componentes utilizados na avaliação da resistência parcial. Na Figura 9, pode-se observar os níveis de resistência vertical incompleta e de resistência horizontal apresentadas pelas cultivares nos diversos grupos. No grupo 1, todas as cultivares apresentaram o

Figura 8. Resistência horizontal e resistência vertical incompleta de onze cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a vinte e quatro isolados de *Isariopsis griseola* Sacc. quanto ao componente frequência de infecção.

Figura 9. Resistência horizontal e resistência vertical incompleta de onze cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a vinte e quatro isolados de *Isariopsis griseola* Sacc. quanto ao componente período de latência.

mesmo nível de resistência horizontal embora tenham variado com relação aos níveis de resistência vertical incompleta. Contudo, 'FF-28', 'México 11', 'Vermelho' e 'Rosinha G-2' apresentaram apenas resistência horizontal, não apresentando resistência vertical incompleta aos isolados deste grupo. Os níveis mais elevados de resistência vertical incompleta foram apresentados por 'Compuesto Chimaltenango 2' e 'CNF 0010'. No grupo 2, o nível de resistência horizontal variou desde 11,05 dias nas cultivares CNF 0010 e Vermelho até, 15,22 dias, para 'Compuesto Chimaltenango 2' que, também, mostrou o mais alto nível de resistência vertical incompleta. 'Carota 260', 'Jalo EEP 558' e 'México 11' apresentaram os menores níveis de resistência horizontal no grupo 3; as demais cultivares apresentaram sempre os mesmos níveis desta resistência. 'Compuesto Chimaltenango 2' e 'CNF 0010', à semelhança do que foi obtido no grupo 1, mostraram os maiores níveis de resistência vertical incompleta. 'FF-28', 'Cuva 168-N', 'Vermelho', 'Rosinha G-2', 'Diacol Nima' e 'Jalo' apresentaram apenas resistência horizontal aos isolados incluídos neste grupo. No grupo 4, à exceção de 'Compuesto Chimaltenango 2' que mostrou o mais alto nível de resistência horizontal, todas as cultivares mostraram o mesmo nível desta resistência. Porém, 'Compuesto Chimaltenango 2' e 'CNF 0010' apresentaram os níveis mais elevados de

resistência vertical incompleta. No grupo 5, os níveis de resistência horizontal das cultivares variaram sendo que, os níveis mais baixos foram apresentados por 'FF-28', 'Cuva 168-N', 'México 11', 'Vermelho' e 'Jalo EEP 558' e o mais elevado por 'Compuesto Chimaltenango 2' que também mostrou a maior resistência vertical incompleta.

Os resultados apresentados na Tabela 12 mostram que, na maioria das vezes, o nível de resistência vertical incompleta foi determinado por vários isolados, indicando o alto grau de virulência destes isolados nas cultivares de feijoeiro comum com relação ao período de latência. Também foi constatada, em todos os grupos, a existência de interação entre as cultivares e os isolados que determinaram os níveis de resistência vertical incompleta.

5. DISCUSSÃO

5.1. Sintomatologia.

À exceção de um isolado observado na Tanzânia (HOCKING, 1967) causando lesões circulares de até 2 cm de diâmetro e apresentando corêmos tanto na parte inferior como superior dos folíolos, os sintomas típicos da mancha angular são bem definidos, consistindo de lesões angulares, necróticas, que podem aumentar de tamanho, coalecerem, causando necrose parcial e amarelecimento das folhas seguido de desfolhamento (ZAUMEYER & THOMAS, 1957; FERRAZ, 1980). Entretanto, os sintomas iniciais da mancha angular são descritos como pequenos pontos de cor cinza ou necróticos, com ou sem bordos cloróticos, de forma angular ou irregular (LLANOS, 1957; BONILLA, 1958; OLAVE, 1958; DIAZ et alii, 1965; HAGEDORN & WADE, 1974; CAMPOS & ZAK, 1980; FERRAZ, 1980). Durante o desenvolvimento do presente estudo, um novo sintoma inicial foi observado. Este, consistiu na formação de manchas cloróticas angulares que, à medida que a doença progredia, desenvolviam no seu interior, pontos necróticos, os quais

aumentavam de tamanho até atingir toda a dimensão da área clorótica, tornando-as iguais aos sintomas típicos da doença. Foi também observado que nem toda mancha clorótica se desenvolveu em lesão necrótica, sendo que, algumas delas, tornaram-se imperceptíveis à medida que a doença progrediu. Os 3 tipos de sintomas observados parecem estar relacionados a combinações específicas entre cultivares-isolados, uma vez que uma mesma cultivar apresentou diferentes tipos de sintomas quando inoculada com diferentes isolados do patógeno.

5.2. Patogenicidade de *I. griseola*.

A patogenicidade dos 24 isolados de *I. griseola* utilizados variou tanto entre isolados de um mesmo local, como entre isolados de locais diferentes. Os resultados obtidos mostram que os 14 isolados coletados no Estado de Goiás foram distribuídos nos 4 grupos de patogenicidade, determinados em função do número de cultivares nas quais causaram sintomas, enquanto que os isolados provenientes do Estado do Paraná (4 isolados) e de Alagoas (3 isolados) foram distribuídos em apenas 2 dos 4 grupos. Variabilidade semelhante foi observada por BURUCHARA (1983) e CORREA (1987) ao estudar o mesmo sistema patógeno-hospedeiro. Embora o menor número de isolados provenientes de outros Estados, em relação àqueles

obtidos do Estado de Goiás, não tenha permitido um estudo mais completo da patogenicidade de *I. griseola* em cada Estado ou região estudada, pode-se deduzir, à luz dos resultados obtidos, que este organismo apresenta ampla distribuição quanto a sua patogenicidade. Esta característica sugere a necessidade da utilização de isolados altamente patogênicos em um programa de melhoramento, assim como da realização de testes de campo em diferentes localidades, com o objetivo de diminuir a possibilidade de obter uma linhagem/cultivar resistente em um local e não em outro. Ademais, o fato do grupo de maior patogenicidade ser composto de diversos isolados coletados em vários Estados, implica na seleção e no emprego de fontes de resistência ampla em um programa de melhoramento a nível nacional. 'RG 1342 CH 60' e 'Cornell 49-242' por apresentarem resistência completa a 10 e 12 isolados respectivamente, são as cultivares, dentre as estudadas, que apresentaram algumas destas características. Em um estudo anterior, CORREA (1987), determinou que 'Cornell 49-242' apresentou resistência completa a 30 dos 42 isolados utilizados, sendo resistente aos 4 isolados provenientes do Brasil. Ademais, o fato de que nenhuma das cultivares, no presente trabalho, tenha apresentado resistência completa a todos os isolados testados, justifica a procura, através de um programa de triagem de cultivares e

linhagens, de novos genes que confirmam resistência ampla e duradoura, a fim de aumentar as possibilidades de êxito dos programas de melhoramento.

5.3. Variabilidade patogênica e resistência vertical do feijoeiro comum a *I. griseola*.

A primeira evidência de especialização fisiológica entre patógeno - hospedeiro foi descrita por BARRUS (1911) que constatou que cultivares de feijoeiro comum comportavam-se de forma diferente às inoculações com isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* de diferentes procedências. Esta constatação estimulou inúmeras pesquisas nesta área. Estes trabalhos levavam em consideração apenas a classe de reação do hospedeiro a determinados isolados do patógeno, mas não o grau ou o tipo de infecção. O estudo mais completo e conclusivo sobre a interação patógeno-hospedeiro foi realizado por FLOR (1955; 1971) quando estabeleceu a teoria "gene-a-gene" concluindo que para cada gene de resistência no hospedeiro há um gene complementar de virulência no patógeno.

Segundo VAN DER PLANK (1963; 1968) e ROBINSON (1976), a resistência vertical do hospedeiro é direcionada a apenas algumas raças do patógeno e não a outras, é governada oligogenicamente, apresenta variação

descontinua, sendo determinada pela interação diferencial. Esta resistência é pouco durável, uma vez que novas raças do patógeno podem ser geradas e a resistência 'quebrada'. Na realidade, a resistência do hospedeiro se mantém inalterada, sendo a população do patógeno, a que sofre mudanças. Tem sido proposto que quando as raças do patógeno interagem diferencialmente com as cultivares, estas sejam denominadas de raças virulentas (VAN DER PLANK, 1968) ou, patótipos verticais (ROBINSON, 1969).

No estudo da variabilidade patogênica de *I. griseola*, a avaliação da reação entre isolado e hospedeiro foi baseada em características qualitativas sendo empregada a definição de resistência vertical apresentada por VAN DER PLANK (1963; 1968; 1984). Considerou-se como resistente a planta que, após sua inoculação com o patógeno, não apresentou o desenvolvimento de sintomas (resistência completa) e, como suscetível, a planta que o exibiu. Esta metodologia fez com que a separação das reações em resistente e suscetível fosse bem definida.

Os resultados obtidos mostram que as 4 cultivares inoculadas com os diferentes isolados do patógeno apresentaram reações que variaram desde resistência completa até altamente suscetível. Os isolados de *I. griseola* foram patogênicos e infectaram,

diferencialmente, as cultivares testadas. Esta interação diferencial ou a impossibilidade de obter o mesmo ordenamento das cultivares, com todos os isolados testados, demonstra que a resistência vertical está presente. Os isolados do patógeno que se mostraram incapazes de infectar uma ou mais das 4 cultivares provavelmente não possuem os genes de virulência necessários para vencerem os genes de resistência destas cultivares. Por outro lado, os isolados que causaram reações de suscetibilidade nas cultivares inoculadas parecem possuir genes de virulência que ao combinarem com os genes de resistência do hospedeiro foram capazes de vencer a resistência deste último. Como cada uma das 4 cultivares diferenciadoras mostrou resistência completa ou, ausência de desenvolvimento de sintomas a pelo menos um dos 24 isolados testados, a resistência foi denominada de resistência vertical completa para diferenciá-la da resistência vertical incompleta na qual, embora se observe o desenvolvimento de sintomas, as cultivares não se mostram completamente suscetíveis, apresentando reações intermediárias à doença (VAN DER PLANK, 1984). Tal fato não significa que a resistência horizontal esteja ausente uma vez que, este caráter, deve estar presente em diferentes níveis em todas as cultivares (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; 1984). Ademais, os estudos da herança da resistência do feijoeiro comum a *I.*

griseola (MINISTÉRIO DE AGRIC., 1957; BARROS et alii, 1957; CARDONA ALVAREZ, 1962; SANTOS FILHO et alii, 1976a; 1976c; SINGH & SAINI, 1980) têm demonstrado que a resistência neste sistema é governada mono ou oligogenicamente, caracterizando-a como de raça-específica ou como resistência vertical.

Os 24 isolados de *I. griseola* Sacc. utilizados foram, de acordo com os resultados obtidos, divididos em 6 diferentes patótipos. O mais patogênico (patótipo 2) incluiu isolados de todos os Estados brasileiros de onde materiais, para este estudo, foram coletados. Este resultado indica a ampla distribuição deste patótipo e a necessidade de ser incluído em um programa de melhoramento a nível nacional. Por outro lado, o patótipo menos patogênico (patótipo 3) incluiu isolados apenas do Estado de Goiás. As 4 cultivares empregadas como diferenciadoras separaram de uma forma bastante eficaz, os 24 isolados utilizados. VILLEGAS (1959), ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ (1979), BURUCHARA (1983), SARTORATO & RAVA (1984) e CORREA (1987) trabalhando com o mesmo sistema patógeno-hospedeiro, obtiveram resultados semelhantes. Devido ao número restrito de isolados utilizados neste estudo, é altamente provável que um maior número de patótipos poderá ser identificado quando uma amostra maior, representando uma área geográfica mais ampla, for testada nas cultivares utilizadas ou em um número maior

de diferenciadoras. Entretanto, os patótipos e as diferenciadoras aqui empregadas, podem ser utilizados para melhorar a resistência do feijoeiro comum a *I. griseola*. Isolados individuais de cada patótipo podem ser utilizados para identificar novo germoplasma resistente ao passo que, as diferenciadoras poderão ser empregadas na identificação de novos patótipos. Sabe-se, também, que isolados pertencentes a um mesmo patótipo ou raça quando testados em um pequeno conjunto de cultivares diferenciadoras podem ser subdivididos em outros quando mais diferenciadoras forem utilizadas (YERKES & ORTIZ, 1956; OLIARI et alii, 1973).

A dificuldade para se comparar os resultados deste trabalho com estudos anteriores sobre a variabilidade patogênica de *I. griseola* no feijoeiro comum utilizando-se de diferentes cultivares diferenciadoras (VILLEGAS, 1959; ALVAREZ-AYALA & SCHWARTZ, 1979; BURUCHARA, 1983; CORREA, 1987), implica na necessidade de se juntar esforços no sentido de que seja desenvolvido um conjunto diferenciador único além da necessidade da padronização da metodologia e da nomenclatura a ser utilizada no desenvolvimento de novas pesquisas. Segundo CORREA (1987), o uso de cultivares diferenciadoras com genes conhecidos de resistência a *I. griseola* é de primordial importância para padronizar

futuros trabalhos tanto a nível nacional como internacional.

5.4. Resistência parcial do feijoeiro comum a *I. griseola*.

A resistência parcial está diretamente relacionada às restrições que a planta impõe ao desenvolvimento do patógeno. Segundo FARLEVLIET (1979), a resistência que reduz a taxa de infecção (r) pode ser sub-dividida em resistência à infecção, à colonização e à reprodução, podendo ser avaliada através dos componentes frequência de infecção, período de latência e produção de esporos. No presente experimento foram estudados a frequência de infecção, o índice de infecção, o período de incubação e o período de latência.

A frequência de infecção constitui-se em um dos principais componentes da resistência parcial influenciando diretamente a taxa de reprodução do patógeno (FARLEVLIET, 1979). A avaliação deste componente, indica não somente o envolvimento da resistência ao primeiro contato entre o patógeno e o hospedeiro mas, também, a resistência à colonização. Diferenças na frequência de infecção refletem diferenças acumuladas em vários estádios de desenvolvimento da doença desde a fase inicial do estabelecimento até a fase

final da colonização do hospedeiro pelo patógeno (PARLEVLIET, 1979). Este componente avalia a proporção de esporos que resulta em infecção, servindo para diferenciar a resistência parcial entre diferentes cultivares (PARLEVLIET & KUIPER, 1977).

Diferenças entre cultivares no número de lesões por unidade de área tem sido observadas em diversos sistemas patógeno-hospedeiro (HOOKER, 1967; SHANER, 1973; PARLEVLIET, 1975; OHM & SHANER, 1976; PARLEVLIET, 1977; PARLEVLIET & KUIPER, 1977; JOHNSON & WILCOXSON, 1978; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978; PARLEVLIET et alii, 1980; MILUS & LINE, 1980; CAMPOS & ZAK, 1980; MENTEN, 1980; SEBESTA, 1983; SUBRAHMANYAN et alii, 1983; ESKES, 1983a; ESKES, 1983b; GREEN & WYNNE, 1986; STATLER & McVEY, 1987; CORREA, 1987; FRANK & CHRIST, 1988).

A frequência de infecção é influenciada não somente pelo genótipo do hospedeiro mas também, pela idade da planta e pelas condições de ambiente (PARLEVLIET & KUIPER, 1977; PARLEVLIET, 1979; ESKES, 1983a; ESKES, 1983b). Tem sido observado, em outros sistemas patógeno-hospedeiro, que nem todo genótipo interage com o ambiente influenciando a frequência de infecção (GREEN & WYNNE, 1986). Como as condições de ambiente na casa de vegetação, durante a realização deste experimento foram variáveis, há a necessidade de se avaliar o efeito das mudanças do ambiente nas reações das cultivares. Cuidados

devem ser tomados ao extrapolar os resultados obtidos em casa de vegetação para as condições de campo uma vez que, nem sempre, os resultados apresentam boas correlações (ESKES, 1983b; GREEN & WYNNE, 1986). Entretanto, PARLEVLIET & KUIPER (1977) obtiveram boas correlações entre este componente e a resistência parcial no campo. A precisão dos resultados a serem obtidos na avaliação deste componente depende, também, da uniformidade na deposição dos esporos sobre a superfície foliar do hospedeiro por ocasião da inoculação (PARLEVLIET & KUIPER, 1977). Um outro fator a ser considerado quando se avalia cultivares e isolados para a frequência de infecção, é a quantidade de inóculo ou esporos, de cada isolado, a ser depositado no órgão do hospedeiro. Estes fatores podem ter variado no desenvolvimento do presente experimento uma vez que, a metodologia utilizada durante a inoculação das cultivares não permitiu, teoricamente, grande precisão. A resposta das cultivares à frequência de infecção está associada, também, à densidade de inóculo utilizada. Durante o ajuste da quantidade de inóculo, mesmo utilizando as técnicas recomendadas (TUIITE, 1969), foi observado grande variabilidade no número de esporos/ml alcançando, em determinados casos, variação de até 30% entre contagens sucessivas de uma mesma suspensão. Considerando que a concentração de inóculo desejada para ser utilizada nas diversas

inoculações foi de 2.0×10^4 esporos.ml⁻¹, a variabilidade encontrada pode ter significado o emprego de um inóculo cuja concentração tenha variado de 1.4 a 2.6×10^4 esporos.ml⁻¹.

Os resultados obtidos (Tabela 9) indicam ampla variação tanto para os isolados quanto para as cultivares em relação a este componente. Devido a análise da variância ter sido realizada separadamente, segundo os grupos de isolados testados, a comparação entre isolados e entre cultivares ficou prejudicada. No entanto, tentativamente, pode-se concluir que as menores frequências de infecção foram obtidas com as cultivares Jalo, Jalo EEP 558 e Compuesto Chimaltenango 2 e com o isolado Ig CNF 75.1 e, as maiores, com as cultivares México 11, Cuva 168-N e FF-28 e com o isolado Ig CNF 74.5. Segundo CORREA (1987) 'Jalo EEP 558' apresentou o maior número de lesões por unidade de área foliar quando testada com 17 isolados do patógeno. Por outro lado, OLAVE (1958) não observou o desenvolvimento da mancha angular na cultivar México 11, considerando-a altamente resistente. As diferenças no comportamento destas cultivares permite deduzir a existência, naquelas regiões, de patótipos diferentes dos encontrados no presente estudo. Com relação a 'Jalo EEP 558', os resultados aqui obtidos concordam com os apresentados por RAVA et alii (1985) em condições de campo. Para que os

resultados conseguidos tenham representatividade da resistência parcial do feijoeiro comum a *I. griseola*, há a necessidade de se testarem os diferentes genótipos em condições de campo, com um maior número de isolados. Quando observadas no campo, tanto 'Compuesto Chimaltenango 2' como 'Jalo EEP 558' apresentaram baixas frequências de infecção (SARTORATO et alii, 1982; RAVA et alii, 1985).

Os altos coeficientes de variação obtidos podem ser o resultado dos fatores mencionados, assim como das diferenças no estágio de desenvolvimento das plantas (PARLEVLIET & KUIPER, 1977) uma vez que, devido à falta de informação, não se tem conhecimento do ciclo das cultivares ensaiadas. NEERVOORT & PARLEVLIET (1978), relatam que com exceção do período de latência, todos os outros componentes da resistência parcial são medidos com um erro relativamente grande.

O índice de infecção, consiste na determinação da área foliar relativa ocupada pelas lesões, resultante do número de lesões por unidade de área foliar e de seu tamanho (JAMES, 1971; 1974). Este parâmetro, é determinado pela associação entre a frequência e o tipo de infecção (MENTEN, 1980).

Diferenças entre cultivares com relação ao índice de infecção tem sido observadas em outros sistemas patógeno-hospedeiro (PARLEVLIET, 1977; MENTEN, 1980;

SUBRAHMANYAM et alii, 1983; JONES & DAVIES, 1985; STATLER & McVEY, 1987; CORREA, 1987; CUNFER et alii, 1988; FRANK & CHRIST, 1988).

Da mesma forma que para o componente anterior, o índice de infecção variou consideravelmente (Tabela 10) tanto para cultivares como para isolados. Na tentativa de se generalizar os resultados obtidos, foi observado que os menores índices de infecção foram apresentados pelas cultivares Jalo, Jalo EEP 558 e Compuesto Chimaltenango 2 e pelo isolado Ig CNF 75.1 e, os maiores, pelas cultivares Cuva 168-N, México 11 e Rosinha 6-2 e pelo isolado 74.5. Estes resultados foram, praticamente, os mesmos daqueles obtidos para o componente frequência de infecção, fato que foi confirmado pelos altos coeficientes de correlação obtidos entre estas duas variáveis. Como a determinação do componente frequência de infecção é muito mais trabalhosa consumindo um tempo maior que para a determinação do índice de infecção o qual, é estimado visualmente, sugere-se que, em estudos futuros, este último parâmetro seja utilizado. A falta de correlação entre estes dois parâmetros pode significar que a seleção baseada no número de lesões não seja efetiva (CORREA, 1987). Geralmente, o tamanho da lesão está positivamente correlacionado com a produção de esporos. Lesões pequenas produzem menos esporos

reduzindo, com isto a taxa de desenvolvimento da doença (VAN DER PLANK, 1975).

O período de incubação tem sido utilizado na avaliação do nível de resistência parcial de cultivares (PARLEVLIET, 1975; OHM & SHANER, 1976; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978; MENTEN, 1980; CORREA, 1987; CUNFER et alii, 1988). Ao ser utilizado, torna-se necessária a verificação da existência de uma alta correlação entre este parâmetro e o período de latência uma vez que, por não afetar diretamente a taxa reprodutiva do patógeno, o período de incubação não deve ser considerado um componente da resistência parcial. Tem sido observado em algumas relações patógeno-hospedeiro consideráveis diferenças entre estes dois parâmetros, provavelmente, devido a diferenças na taxa de crescimento do patógeno no hospedeiro (PARLEVLIET, 1975; OHM & SHANDER, 1976; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978).

Diferenças no período de incubação entre cultivares têm sido observadas em alguns sistemas patógenos-hospedeiros (PARLEVLIET, 1975; OHM & SHANER, 1976; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978; MENTEN, 1980; CORREA, 1987; CUNFER et alii, 1988).

Os dados da Tabela 11 demonstram que tanto os isolados como as cultivares de feijoeiro comum variaram quanto ao período de incubação. CORREA (1987) também observou variação entre as cultivares com relação a este

parâmetro. A divisão dos isolados em diversos grupos durante a realização dos ensaios, impossibilitou a generalização dos resultados obtidos. Tentativamente, pode-se concluir que os maiores períodos de incubação foram obtidos com as cultivares Compuesto Chimaltenango 2, CNF 0010 e Vermelho e, os menores, com as cultivares Caraota 260, Jalo EEP 558, Cuva 168-N e Rosinha G-2. Os resultados obtidos para a cultivar Jalo EEP 558 concordam com os de CORREA (1987) que também determinou um dos menores períodos de incubação para esta cultivar; entretanto, naquele estudo, Caraota 260 apresentou um dos maiores períodos de incubação, o que não foi confirmado no presente experimento. Os coeficientes de correlação obtidos entre período de incubação e de latência foram positivos e significativos em 4 dos 5 grupos estudados o que permite, à semelhança do que foi observado por MENTEN (1980), concluir que o período de incubação pode refletir satisfatoriamente o período de latência. Entretanto, a falta de correlação entre estes dois parâmetros, no grupo 2, indica a necessidade de que novos estudos sejam realizados antes de se sugerir a substituição do período de latência pelo de incubação nas avaliações para resistência parcial.

O período de latência é um dos mais importantes componentes da resistência parcial por estar diretamente ligado à reprodução do patógeno (PARLEVLIET, 1979;

PARLEVLIET et alii, 1980), sendo influenciado pelo genótipo do hospedeiro, pelos fatores de ambiente e pelo estágio de desenvolvimento da planta (PARLEVLIET, 1975; PARLEVLIET & KUIPER, 1977).

Diferenças neste componente têm sido observadas entre patodemes para vários sistemas patógeno-hospedeiro (PARLEVLIET, 1975; PARLEVLIET, 1977; PARLEVLIET & KUIPER, 1977; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978; JOHNSON & WILCOXSON, 1978; PARLEVLIET et alii, 1980; MILUS & LINE, 1980; MENTEN, 1980; ESKES, 1983a; ESKES, 1983b; SUBRAHMANYAM et alii, 1983; GREEN & WYNNE, 1986; FRANK & CHRIST, 1988).

Segundo PARLEVLIET & KUIPER (1977) e PARLEVLIET et alii (1980) o período de latência foi, dentre os componentes utilizados, o que melhor correlação apresentou com a resistência parcial no campo. PARLEVLIET (1977) e NEERVOORT & PARLEVLIET (1978), determinaram que o período de latência diferenciou melhor as cultivares pelo fato de que pode ser medido com maior precisão que os demais componentes. Entretanto, ESKES (1983b) observou que nem sempre o período de latência e a frequência de infecção correlacionaram com a quantidade de doença no campo, concluindo que, a seleção, em casa de vegetação, objetivando um período de latência mais longo e uma frequência de infecção mais baixa, pode não ser um método eficiente para se obter baixos níveis de doença em condições naturais.

Os dados obtidos (Tabela 12) indicam que tanto para isolados como para cultivares houve ampla variação quanto ao período de latência. Devido ao experimento ter sido conduzido em grupos dificultou, uma vez mais, a comparação entre os isolados e entre as cultivares. No entanto, tentativamente, pode-se inferir que o maior período de latência foi apresentado pelo isolado Ig CNF 3.3 e pela cultivar Compuesto Chimaltenango 2 e, o menor, pelos isolados Ig CNF 74.1 e 74.5 e pela cultivar Cuva 168-N. O fato de 'Compuesto Chimaltenango 2' ter apresentado o maior período de latência entre as 11 cultivares testadas em todos os grupos de isolados apresenta um efeito epidemiológico de alta importância, resultando em um menor número de ciclos reprodutivos do patógeno durante o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, uma menor taxa de desenvolvimento da doença.

A obtenção de coeficientes de correlação não significativos entre o período de latência com a frequência e com o índice de infecção, indica a falta de associação entre estas variáveis. Segundo GREEN & WYNNE (1986), embora o período de latência não tenha apresentado correlação com nenhum outro parâmetro em condições de campo, as cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea*) que apresentaram os maiores períodos de

latência em casa de vegetação, foram as mais resistentes no campo.

Segundo PARLEVLIET (1979), o período de latência é o principal componente que determina a taxa de infecção quando um grande número de ciclos reprodutivos do patógeno é necessário para completar a epidemia. *I. griseola* pode apresentar até 10 ciclos durante o desenvolvimento do feijoeiro comum (CORREA, 1987). Porém, os resultados obtidos no presente experimento não permitem uma definição sobre o(s) componente(s) que melhor poderão avaliar a resistência parcial do feijoeiro comum a *I. griseola* em condições de campo. No entanto, a literatura disponível envolvendo outros sistemas patógeno-hospedeiro mostra que, por sua importância no processo epidemiológico, pela facilidade de sua determinação e pela maior exatidão dos resultados (menor coeficiente de variação), o período de latência poderá ser este componente (PARLEVLIET & KUIPER, 1977; NEERVOORT & PARLEVLIET, 1978). Experimentos posteriores poderão verificar a eficiência do período de latência na seleção de cultivares objetivando a resistência parcial do feijoeiro comum a este patógeno.

Além dos parâmetros considerados no presente trabalho, outros, como a produção de esporos e o período infeccioso, revestem-se de grande importância na determinação da resistência parcial. (PARLEVLIET, 1979).

Não obstante, estes componentes não foram aqui estudados, fundamentalmente, pelas dificuldades que apresentam suas determinações. NEERVOORT & PARLEVLIET (1978) sugerem que na determinação da resistência parcial, sob condições controladas, a avaliação do período de latência deve ser preferida a uma análise completa de seus componentes, principalmente, porque ele estima a taxa de crescimento do patógeno no hospedeiro a qual, é uma determinante da produção de esporos.

5.5. Separação da resistência parcial em resistência vertical incompleta e resistência horizontal.

O efeito altamente significativo da interação cultivares x patótipos para todos os parâmetros estudados implica na impossibilidade de obter o mesmo ordenamento das cultivares com todos os isolados, indicando a existência da resistência vertical incompleta nas cultivares ensaiadas e, conseqüentemente, da presença da virulência no patógeno.

VAN DER PLANK (1963) criou os termos resistência vertical e resistência horizontal. De acordo com VAN DER PLANK (1984), as definições destes dois tipos de resistência têm por base um sistema de duas variáveis (hospedeiro e patógeno) e, segundo esta definição, a resistência só pode apresentar estas duas formas.

Existindo a presença de interação (efeito diferencial) a resistência é vertical e, na sua ausência, a resistência é horizontal. O efeito epidemiológico da resistência vertical é retardar o início da epidemia e, o da resistência horizontal, é tornar mais lento o desenvolvimento da epidemia após a mesma ter-se iniciado (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; 1984; ROBINSON, 1969; 1971; 1973; 1976; NELSON & MACKENZIE, 1977).

Entretanto, CATEN (1974), CLIFFORD & CLOTHIER (1974) e PARLEVLIET (1977) demonstraram que a interação diferencial pode ocorrer em sistemas poligênicos sugerindo que estes sistemas no hospedeiro operam da mesma forma que na relação gene-a-gene, com o sistema poligênico do patógeno. Porém, VAN DER PLANK (1984) reforça a idéia inicial de que, na resistência horizontal, por definição, não há interação diferencial entre o hospedeiro e o patógeno, concluindo que sua definição de resistência horizontal não impede a existência de interações em níveis mais elevados como é o caso de variáveis compatíveis com este tipo de resistência.

Inicialmente, a resistência vertical definida por VAN DER PLANK (1963; 1968; 1975) foi considerada apenas em sua forma completa. No entanto, ROBINSON (1976) e VAN DER PLANK (1984) admitem a existência da resistência vertical incompleta (resistência vertical

parcial) a qual, segundo os autores, é comumente confundida com a resistência horizontal.

Com base nestas teorias, as reações do feijoeiro comum quanto a resistência a *I. griseola* foram classificadas em resistência vertical completa e resistência parcial a qual, compreende as resistências vertical incompleta e horizontal.

No passado, os fitomelhoristas empregavam a resistência vertical como única forma de controlar, por meios genéticos, as doenças das principais culturas. As teorias de VAN DER PLANK (1963) indicam que este tipo de resistência é temporário, por ser governado mono ou oligogenicamente, facilitando a adaptação do patógeno ao novo genótipo do hospedeiro. VAN DER PLANK (1968) mostra, no entanto, a possibilidade de se conseguir cultivares com resistência estável. Mais recentemente, tem sido dado ênfase ao desenvolvimento de cultivares pelo emprego da resistência parcial. Este tipo de resistência é geralmente utilizado como sinônimo de resistência horizontal sendo o termo 'parcial' utilizado no sentido de 'incompleta' (ROBINSON, 1969). PARLEVLIET (1979) relata que vários componentes da resistência parcial contribuem para uma redução na taxa de desenvolvimento de uma epidemia concluindo que, os componentes mais importantes são a redução na frequência de infecção, o

aumento no período de latência e a redução na produção de esporos.

ROBINSON (1976) e VAN DER PLANK (1984), definem a resistência vertical incompleta como sendo governada oligogenicamente a qual apresenta um tipo de infecção intermediário que confere níveis de resistência também intermediários a determinados patótipos e não a outros. Segundo ROBINSON (1976), a resistência vertical incompleta apresenta as mesmas desvantagens da resistência vertical completa ou seja, não proporciona controle duradouro da doença, seu uso aumenta a probabilidade do aparecimento de novos patótipos e pode criar sérios problemas a um programa de melhoramento quando confundida com a resistência horizontal. Esta, por outro lado, é governada poligenicamente sendo efetiva contra todas as raças do patógeno. Tanto a resistência vertical incompleta como a resistência horizontal são parciais pois, em ambas, há o desenvolvimento de doença.

Considerando que a resistência horizontal esta presente em todas as cultivares (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; 1984) torna-se necessário a separação desta resistência da resistência vertical incompleta. Estudos anteriores mostraram ser possível esta separação (VAN DER PLANK, 1978; CASTRO et alii, 1984; CASTRO, et alii, 1985).

A análise da resistência vertical incompleta e da resistência horizontal foi realizada considerando-se apenas a frequência de infecção e o período de latência, por serem estes, os únicos componentes da resistência parcial estudados (PARLEVLIET, 1979). As FIGURAS 8 e 9 mostram que os níveis de resistência tanto vertical incompleta como horizontal das cultivares testadas, foram variáveis. Em geral, 'Jalo', 'Jalo EEP 558' e 'Compuesto Chimaltenango 2' apresentaram os maiores níveis de ambas as resistências para o componente frequência de infecção. Com relação ao período de latência, 'Compuesto Chimaltenango 2' apresentou os maiores níveis de resistência vertical incompleta e horizontal em todos os grupos estudados; entretanto, nos grupos 1 e 3, esta cultivar apresentou o mesmo nível de resistência horizontal que a maioria das cultivares.

Considerando que *I. griseola* pode apresentar até 10 gerações (CORREA, 1987) durante o ciclo de vida do feijoeiro comum, que nas condições tropicais, principalmente após o advento do plantio de inverno, esta leguminosa pode ser encontrada no campo durante todo o ano e, à luz dos resultados obtidos, sugere-se que tanto a resistência vertical completa apresentada por 'Cornell 49-242' e 'RG 1342 CH 60' como a resistência parcial (resistência vertical incompleta e horizontal) de 'Compuesto Chimaltenango 2' sejam utilizadas em um

programa de melhoramento objetivando a obtenção de uma resistência mais duradoura no feijoeiro comum a este patógeno. Segundo GREEN & WYNNE (1986), aparentemente, não é necessário a presença simultânea de todos os componentes da resistência parcial para se ter um genótipo resistente. No entanto, a procura de genótipos com as características descritas por PARLEVLIET (1979), deve continuar e receber maior atenção dos fitopatologistas e melhoristas para que este programa obtenha o êxito desejado.

6. CONCLUSÕES

Do presente trabalho podem ser tiradas as seguintes conclusões:

1. Foi descrito um novo sintoma inicial da mancha angular do feijoeiro comum, caracterizado pela formação de manchas cloróticas angulares; à medida que a doença progride, desenvolve no seu interior pontos necróticos que aumentam de tamanho até atingir toda a dimensão da área clorótica; algumas delas tornam-se visualmente imperceptíveis com o tempo.

2. A patogenicidade de *I. griseola* apresenta ampla distribuição. Os 24 isolados do patógeno variaram, para esta característica, tanto entre isolados de diferentes locais como entre isolados do mesmo local de origem.

3. Os isolados de *I. griseola* foram patogênicos e infectaram, diferencialmente, as cultivares de feijoeiro comum.

4. Os 24 isolados utilizados foram divididos em 6 diferentes patótipos, sendo o mais virulento o patótipo 2, que inclui 10 isolados.

5. A resistência vertical completa foi utilizada como critério para a caracterização dos patótipos.

6. Das cultivares testadas, apenas Cornell 49-242, RG 1342 CH 60, México 279 e México 54, apresentaram resistência completa a alguns dos isolados testados.

7. Os parâmetros monocíclicos da resistência: frequência e índice de infecção e período de incubação e de latência, mostraram efeitos significativos para as cultivares, os patótipos e a interação entre cultivares e patótipos.

8. Os isolados apresentaram ampla variação quanto a virulência e agressividade.

9. No sistema *Phaseolus vulgaris*-*Isariopsis griseola* existe alta correlação entre a frequência e o índice de infecção. Pela facilidade na sua determinação, sugere-se a utilização do índice de infecção para as avaliações da resistência parcial de cultivares de feijoeiro comum. Também foi obtida correlação significativa entre período

de incubação e de latência em 4 dos 5 grupos estudados. No entanto, a falta de correlação em um dos grupos, indica a necessidade de novos estudos antes de se sugerir a utilização do período de incubação nas avaliações da resistência parcial à mancha angular .

10. A resistência parcial das cultivares de feijoeiro comum foi dividida em resistência vertical incompleta e resistência horizontal. Embora todas as cultivares tenham apresentado resistência horizontal, nem todas apresentaram resistência vertical incompleta.

11. A cultivar com maior nível de resistência vertical incompleta e horizontal foi Compuesto Chimaltenango 2.

12. Existem boas perspectivas para a exploração, com êxito, da resistência vertical completa e incompleta e da resistência horizontal em um programa de melhoramento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-AYALA, G. & SCHWARTZ, H.F. Preliminary investigations of pathogenic variability expressed by *Isariopsis griseola*. Annu. Rep. Bean Improv. Coop, New York, 22:86-88, 1979.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. Illustrated genera of imperfect fungi. Minneapolis, Burgess Publishing Co. 1972. 241 p.
- BARROS, O.; CARDENOSA, R.; SKILES, R.L. The severity and control of angular leaf spot of beans in Colombia. Phytopathology, St. Paul, 47:3. 1957. Apud Phytopathology, St. Paul, 47:3, 1957. (Resumo)
- BARROS, O.; CARDONA, C.; CARDENOSA, R.; SKILES, R.L. La lucha contra la mancha angular de la hoja del frijol en Colombia. Boletín Fitosanitario de la FAO, 6(7):97-102, 1958.
- BARROS, O.; CARDONA, C.; CARDENOSA, R.; SKILES, R.L. Angular leaf spot of bean in Colombia. Plant Dis. Repr., Beltsville, 42:420-424, 1958.

- BARRUS, M.F. Variation of varieties of beans in their susceptibility to anthracnose. *Phytopathology*, St. Paul, 1:190-195, 1911.
- BONILLA, H.A. Algunas enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle del Cauca. *Acta Agronomica*, Palmira, 7(1,2):19-75, 1958.
- BRENES, B.M.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. Estimativas de perdas no rendimento de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) causadas pela mancha-angular (*Isariopsis griseola* Sacc.). In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 16., Belém, 1983. Apud *Fitopatologia Brasileira*, Brasilia, 8:599, 1983. (Resumo).
- BROCK, R.D. Resistance to angular leaf spot among varieties of bean. *J. Australian Inst. Agr. Sci.*, Parkville, 17:25-30, 1951.
- BURUCHARA, R.A. Determination of pathogenic variation in *Isariopsis griseola* Sacc. and *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burk., 1926) Young, Dye and Wilkie 1978. Nairobi, 1983. 188p. (Doutorado - Universidade de Nairobi)
- CAMPOS A., J. & ZAK, L.F. Estudio de algunas características de *Isariopsis griseola* Sacc., agente causal de la mancha angular del frijol. *Agrociencia*, Chapingo, 39:41-48, 1980.
- CARDONA-ALVAREZ, C. Angular leaf spot of bean. Madison, 1956. 49p. (Doutorado - Universidade de Wisconsin)

- CARDONA-ALVAREZ, C. Herencia de la resistencia a la mancha angular en frijol. *Agric. Trop.*, Maracay, 18(6):330-331, 1962.
- CARDONA-ALVAREZ, C. & WALKER, J.C. Angular leaf spot of bean. *Phytopathology*, St. Paul, 46:610-615, 1956
- CASTRO, H.A.; KRUGNER, T.L.; BERGAMIN FILHO, A. Especialização fisiológica sem reação de hipersensibilidade no sistema *Eucalyptus grandis-Puccinia psidii*. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 17., São Paulo, 1984. Apud *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 9:349, 1984. (Resumo).
- CASTRO, H.A.; KRUGNER T.L.; BERGAMIN FILHO, A. Especialização fisiológica no sistema *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden - *Puccinia psidii* Winter. *Ciência e Prática*, Lavras, 9:80-92, 1985.
- CATEN, C.E. Intra-racial variation in *Phytophthora infestans* and adaptation to field resistance to potato blight. *Ann. Appl. Biol.*, 77:259-270. 1974.
- CHUPP, C. Manual of vegetables garden diseases. New York, The MacMillan Co., 1925. 646p.
- CLIFFORD, B.C. & CLOTHIER, R.B. Physiologic specialization of *Puccinia hordei* on barley hosts with non-hypersensitive resistance. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 63:421-430. 1974.

- CORREA, V., F.J. Pathogenic variation, production of toxic metabolites, and isoenzyme analysis in *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr. East Lansing, 1987. 154p. (Doutorado - Michigan State University)
- COSTA, A.F. da & MIRANDA, P. Avaliação de cultivares de feijão volúvel e semi-volúvel, em condições de consórcio com o milho, à ferrugem, antracnose e mancha angular. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 15., São Paulo, 1982. Apud Fitopatologia Brasileira, Brasília, 7:519, 1982. (Resumo)
- COSTA, A.F. da; MIRANDA, P.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Isariopsis griseola*. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 15., São Paulo, 1982. Apud Fitopatologia Brasileira, 7:518, 1982. (Resumo)
- CRISPIN, A.; SIFUENTES, J.A.; AVILA, J.C. Enfermedades y plagas del frijol en México. México, INIA, 1976. p. 15-17. (Folleto de Divulgación, 39)
- CUNFER, B.M.; STOOKSBURY, D.E.; JOHNSON, J.W. Components of partial resistance to *Leptosphaeria nodorum* among seven soft red winter wheats. Euphytica, Wageningen, 37:129-140, 1988.
- DÍAZ, P.C.; ARMAS, E.; BARROS, A. La mancha angular de la caracota producida por *Isariopsis griseola* Sacc. en la cuenca del lago de Valencia. Agron. Trop., Maracay, 14:261-275, 1965.

- ESKES, A.B. Characterization of incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea canephora* cv. *kouillou*. *Euphytica*, Wageningen, 32:639-648, 1983a.
- ESKES, A.B. & CARVALHO, A. Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica*. *Euphytica*, Wageningen, 32:625-637; 1983b.
- FERRAZ, S. La mancha foliar angular. In: SCHWARTZ, H. F. & GALVEZ, G.E., ed. Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. p. 55-64.
- FIGUEIREDO, M.B. Aplicação do método de Castellani para conservação de fungos fitopatogênicos. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1. Piracicaba. 1967. Apud *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 12:38, 1987. (Suplemento 2)
- FLOR, H.H. Host-parasite interaction in flax rust--its genetics and other implications. *Phytopathology*, St. Paul, 45:680-685. 1955.
- FLOR, H.H. Current status of the gene-for-gene concept. *Ann. Rev. Phytopathology*, Palo Alto, 9:275-296, 1971.
- FRANK, J.A. & CHRIST, B.J. Rate-limiting resistance to *Pyrenophora* leaf blotch in spring oats. *Phytopathology*, St. Paul, 78:957-960, 1988.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1988.
739p.

GARDNER, M.W. & MAINS, E.B. Indiana plant diseases, 1928.
Rev. Appl. Mycology, Kew, Surrey, 10:83-84, 1931.

GREEN, C.C. & WYNNE, J.C. Field and greenhouse evaluation
of the components of partial resistance to early
leafspot in peanut. Euphytica, Wageningen, 35:561-573,
1986.

HAGEDORN, D.J. & WADE, E.K. Bean rust and angular leaf
spot in Wisconsin. Plant Dis. Repr., Beltsville,
58:330-332, 1974.

HARTER, L.L.; ANDRUS, C.F.; ZAUMEYER, W.J. Studies on
bean rust caused by *Uromyces phaseoli typica*. J.
Agric. Res., Washington, 50:737-759, 1935.

HOCKING, D. A new virulent form of *Phaeoisariopsis*
griseola causing circular leaf spot of french beans.
Plant Dis. Repr., Beltsville, 51:276-278, 1967.

HOOKE, A.L. The genetics and expression of resistance in
plants to rusts of the genus *Puccinia*. Ann. Rev.
Phytopathology, Palo Alto, 5:163-182, 1967.

JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for
plant diseases: their preparation and usage. Canadian
Plant Disease Survey, 51:39-65, 1971.

JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. Ann.
Rev. Phytopathology, Palo Alto, 12:27-48, 1974.

- JOHNSON, D.A. & WILCOXSON, R.D. Components of slow-rusting in barley infected with *Puccinia hordei*. *Phytopathology*, St. Paul, 68:1470-1474, 1978.
- JONES, I.T. & DAVIES, I.J.E.R. Partial resistance to *Erysiphe graminis hordei* in old european barley varieties. *Euphytica*, Wageningen, 34:499-507, 1985.
- LLANOS, M., C. Patogenicidad del *Isariopsis griseola* Sacc. en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agronomica*, Palmira, 7(2):165-190, 1957.
- MENTEN, J.O.M. Avaliação de resistência horizontal e vertical e de tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ung. Piracicaba, 1980. 213p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP)
- MILES, L.E. Some diseases of economic plants in Porto Rico. *Phytopathology*, St. Paul, 7:345-351, 1917.
- MILUS, E.A. & LINE, R.F. Characterization of resistance of leaf rust in Pacific Northwest wheats. *Phytopathology*, St. Paul, 70:167-172, 1980.
- MINISTERIO DE AGRIC., Ofic. de Invest. Espec. Sexto Informe Anu. 1955-1956 *Phaseolus*. *Rev. Nac. Agric.*, Bogota, 51:1-89, 1957.
- MOURA, P.A.M. de. Alguns indicadores para análise econômica do consórcio feijão e milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 10(118):3-10, 1984.

- NEERVDORT, W.J. & PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. V. Analysis of the components of partial resistance in eight barley cultivars. *Euphytica*, Wageningen, 27:33-39, 1978.
- NELSON, R.R. & MACKENZIE, D.R. The detection and stability of disease resistance. In: NELSON, R.R., ed. *Breeding plants for disease resistance: Concepts and Applications*, 2^a. Ed., University Park and London, The Pennsylvania State University Press, 1977. Cap. 3, p. 26-39.
- OHM, H.W. & SHANER, G.E. Three components of slow leaf-rusting at different growth stages in wheat. *Phytopathology*, St. Paul, 66:1356-1360, 1976.
- OLAVE, L., C.A. Resistencia de algunas variedades y lineas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al *Isariopsis griseola* Sacc. *Acta Agronomica*, Palmira, 8(4):197-219, 1958.
- OLIARI, L.; VIEIRA, C.; WILKINSON, R.E. Physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Plant Dis. Repr.*, Beltsville, 57:870-872, 1973.
- PARADELA FILHO, O. Algumas moléstias fúngicas do feijoeiro que ocorrem em São Paulo. In: COSTA, A.S. II. Investigações sobre moléstias do feijoeiro no Brasil. *Simpósio Brasileiro do Feijão*, 1, Campinas,

1971. *Anais.* Viçosa, Imprensa Universitária, 1972.
2º volume, p. 305-384.

PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leafrust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. *Euphytica*, Wageningen, 24:21-27, 1975.

PARLEVLIET, J.E. Evidence of differential interaction in the polygenic *Hordeum vulgare*-*Puccinia hordei* relation during epidemic development. *Phytopathology*, St. Paul, 67:776-778, 1977.

PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Ann. Rev. Phytopathology*, Palo Alto, 17:203-222, 1979.

PARLEVLIET, J.E. & KUIPER, H.J. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. IV. Effect of cultivar and development stage on infection frequency. *Euphytica*, Wageningen, 26:249-255, 1977.

PARLEVLIET, J.E.; LINDHOUT, W.H.; VAN OMMEREN, A.; KUIPER, H.J. Level of partial resistance to leaf rust, *Puccinia hordei*, in west-european barley and how to select for it. *Euphytica*, Wageningen, 29:1-8, 1980.

PUERTA, J. & ALONSO, A. Pruebas de resistencia a diferentes enfermedades en diversa variedades de judias. *Bol. Inst. Invest. Agron.*, Madrid, 18:37-48, 1958.

- RAVA, C.A., SARTORATO, A. & CARVALHO, J.R.P. de. Avaliação de perdas causadas pela mancha angular do feijoeiro comum. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 15., São Paulo, 1982. Apud XV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, São Paulo, 1982. (Resumo)
- RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; CARVALHO, J.R.P. de. Yield losses in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) caused by angular leaf spot (*Isariopsis griseola* Sacc.). Ann. Rep. Bean Impr. Coop., New York, 28:5-6, 1985.
- ROBINSON, R.A. Disease resistance terminology. Rev. Appl. Mycology, 48:593-606, 1969.
- ROBINSON, R.A. Vertical resistance. Rev. Pl. Pathology, 50:233-239, 1971
- ROBINSON, R.A. Horizontal resistance. Rev. Pl. Pathology, 52:483-501, 1973.
- ROBINSON, R.A. Plant Pathosystems. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag. 1976. 184p.
- 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., ed. Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. p. 1-14.
- SANTOS FILHO, H.P.; FERRAZ, S.; VIEIRA, C. Resistência à mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) no

- feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Ceres, Viçosa, 23(127):226-230, 1976a.
- SANTOS FILHO, H.P.; FERRAZ, S.; SEDIYAMA, C.S. Isolamento e esporulação "in vitro" de *Isariopsis griseola* Sacc. Experientiae, Viçosa, 22(7):175-193; 1976b.
- SANTOS FILHO, H.P.; FERRAZ, S.; VIEIRA, C. Inheritance of resistance to angular leaf spot in *Phaseolus vulgaris* L. Annu. Rep. Bean Improv. Coop., New York, 19:69-70, 1976c.
- SARTORATO, A.; TEIXEIRA, M.G.; ANTUNES, I.F. Incidência de mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) em dois sistemas e duas épocas de cultivo do feijoeiro comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 304-306 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).
- SARTORATO, A. & RAVA, C.A. Especialização fisiológica de *Isariopsis griseola* Sacc. em *Phaseolus vulgaris* L. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 6., Botucatu, 1984. Apud Summa Phytopathologica, Piracicaba, 10(1,2):58-59, 1984. (Resumo)
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. Procura de fontes de resistência à mancha angular do feijoeiro comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2., Goiânia, 1987, Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1987a. p.88 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 20).

- SARTORATO, A.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A. Obtenção de linhagens resistentes à mancha angular do feijoeiro comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2., Goiânia, 1987, Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1987b. p. 89. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 20).
- SCHWARTZ, H.F.; PASTOR CORRALES, M.A.; SINGH, P. New sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen, 31:741-754, 1982.
- SEBESTA, J. Race-specific expression of oat crown rust resistance conditioned by major and minor genes. *Euphytica*, Wageningen, 32:857-861, 1983.
- SHANDS, H.; VIEIRA, C.; ZAUMEYER, W.J. Observations on dry bean diseases in Brazil. *Plant Dis. Repr.*, Beltsville, 48:784-787, 1964.
- SHANER, G. Reduced infectability and inoculum production as factors of slow mildewing in knox wheat. *Phytopathology*, St. Paul, 63:1307-1311, 1973.
- SILVEIRA, G.A. Evaluación de la resistencia de frijol a la mancha angular, algunos aspectos fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc. y patogenicidad de algunas cepas colectadas en Costa Rica. Turrialba, 1967. 59p. (Mestrado - Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas da OEA)

- SINDHAN, G.S. & BOSE, S.K. Epidemiology of angular leaf spot of french bean caused by *Phaeoisariopsis griseola*. Indian Phytopathology, 33:64-68, 1980.
- SINGH, B.M. & SHARMA, Y.R. Screening of bean lines for resistance to angular leaf spot caused by *Isariopsis griseola*. Indian Phytopathology, 28:435-436, 1975.
- SINGH, A.K. & SAINI, S.S. Inheritance of resistance to angular leaf spot (*Isariopsis griseola* Sacc.) in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica, Wageningen, 29:175-176, 1980.
- STATLER, G.D. & McVEY, M.A. Partial resistance to *Uromyces appendiculatus* in dry edible beans. Phytopathology, St. Paul, 77:1101-1103, 1987.
- SUBRAHMANYAM, P.; McDONALD, D.; GIBBONS, R.W.; SUBBARAO, P.V. Components of resistance to *Puccinia arachidis* in peanuts. Phytopathology, St Paul, 73:253-256, 1983.
- TUITE, J. Plant pathological methods - Fungi and Bacteria. Minneapolis, Burgess Publishing Co., 1969. 239p.
- TULMANN NETO, A. Contribuição ao melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) visando aumentar a quantidade e a qualidade da proteína. Piracicaba, 1975. 150p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

- VAN DER PLANK, J.E. Plant diseases: epidemics and control. New York, Academic Press, Inc., 1963. 349p.
- VAN DER PLANK, J.E. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, Inc., 1968. 206p.
- VAN DER PLANK, J.E. Principles of plant infection. New York, San Francisco and London, Academic Press, Inc., 1975. 216.
- VAN DER PLANK, J.E. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 1978. p.1-16.
- VAN DER PLANK, J.E. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, Inc., 1984. 194p.
- VIEIRA, C. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de Minas Gerais. Experimentiae, Viçosa, 4:1-68, 1964.
- VIEIRA, C. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de Minas Gerais. IV - Estudos realizados no período de 1970 a 1973. Rev. Ceres, Viçosa, 21(118):470-485, 1974.
- VILLEGAS, J.M. Variabilidad del *Isariopsis griseola* Sacc. agente causal de la mancha angular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Manizales, 1959. 61p. (Tese de Engenheiro Agrônomo - Universidad de Caldas)
- YERKES, Jr., W.D. & ORTIZ, M.T. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Mexico. Phytopathology, St. Paul, 46:564-567, 1956.

- ZAMBOLIM, L. & CHAVES, G.M. Doenças do feijoeiro e seu controle. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(46):50-63, 1978.
- 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).
- ZAUMEYER, W.J. & J.P. MEINERS. Disease resistance in beans. Ann. Rev. Phytopathology, Palo Alto, 13:313-334, 1975.