



UFSM

Tese de Doutorado

RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) AO *Colletotrichum lindemuthianum*

Luis Aquiles Martins Medeiros

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*
L.) AO *Colletotrichum lindemuthianum***

por

Luis Aquiles Martins Medeiros

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Agronomia.**

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO (*Phaseolus
vulgaris* L.) AO *Colletotrichum lindemuthianum***

elaborada por
Luis Aquiles Martins Medeiros

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ph.D. Ricardo Silveiro Balardin – UFSM
(Presidente/Orientador)

Avaliador – Dr. Luiz Marcelo Costa Dutra – UFSM

Avaliador – Ph.D. Pedro Boff – EPAGRI/SC

Avaliador – Dr. Irajá Ferreira Antunes - EMBRAPA/ RS

Avaliador – Dr. Idalmir dos Santos – CEFET/ PR

Santa Maria, 30 de julho de 2004.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade;

Aos Professores do Curso, pelo estímulo e ensinamentos;

Ao Professor Ricardo Silveiro Balardin, pela orientação, incentivo e auxílio em todas as etapas do trabalho;

À direção da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, pela oportunidade desta realização profissional;

Aos colegas da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, pelo incentivo e apoio nos momentos difíceis;

Aos colegas de Curso, Mauro Ugalde e Ivan Dressler da Costa pelo convívio e auxílio inestimável na condução do trabalho;

A todos professores, funcionários e bolsistas do Departamento de Defesa Fitossanitária, pelo auxílio e agradável convivência;

A minha esposa Marione, pelo apoio incondicional e ao nosso filho Luis Henrique pelo exercício paciente de esperar;

A todos os que de alguma forma colaboraram nas diferentes etapas deste trabalho;

A Deus e aos meus pais, principais responsáveis por essa realização.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Geral	3
1.1.2 Específicos	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Origem, domesticação e diversidade do feijoeiro comum	4
2.2 Antracnose do feijoeiro	7
2.2.1 Etiologia	7
2.2.2 Epidemiologia	8
2.2.3 Sintomatologia	9
2.2.4 Controle	9
2.3 Variabilidade genética de <i>C. lindemuthianum</i>	10
2.4 Resistência genética no hospedeiro	15
3 EXPERIMENTO 1	
Reação de germoplasma comercial e local de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>.	19
Introdução	19
3.1 Material e métodos	20
3.1.1 Germoplasma de <i>Phaseolus vulgaris</i>	20
3.1.2 Raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	20
3.1.3 Determinação da reação do genótipo	20

3.1.3.1 Produção de inoculo	20
3.1.3.2 Inoculação.....	21
3.1.3.3 Avaliação	21
3.1.4 Análise de dados	22
3.2 Resultados e discussão	23
4 Experimento 2	
Reação de germoplasma de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) a raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> em diferentes estádios fenológicos.	41
Introdução	41
4.1 Material e métodos	42
4.1.1 Germoplasma de <i>Phaseolus vulgaris</i> e raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	42
4.2 Determinação da reação do genótipo	42
4.2.1 Produção de inoculo	42
4.2.2 Inoculação.....	43
4.2.3 Avaliação	44
4.3 Análise de dados	45
4.4 Resultados e discussão	45
5 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 22 linhagens de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.	26
FIGURA 2 – Fenograma de 22 linhagens de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.	28
Figura 3 – Fenograma de 39 genótipos comerciais meso-americanos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.	30
FIGURA 4 – Fenograma de 7 genótipos comerciais andinos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.....	33
FIGURA 5 – Frequência do índice de virulência das raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> obtido da inoculação de 22 linhagens, 39 genótipos comerciais meso-americanos, 7 genótipos comerciais andinos, 33 genótipos locais meso-americanos e 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.	34
FIGURA 6 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 7 genótipos comerciais andinos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.	34

FIGURA 7 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.	35
FIGURA 8 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 39 genótipos comerciais meso-americanos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.....	35
FIGURA 9 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 33 genótipos locais meso-americanos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Santa Maria, RS. 2004.	36
FIGURA 10 – Fenograma de 33 genótipos comerciais meso-americanos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.	38
FIGURA 11 – Fenograma de 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004	39
FIGURA 12 – Frequência de genótipos resistentes de feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) em 3 estádios fenológicos, obtida da inoculação de 4 raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004	46

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Identificação, pool gênico, classe comercial, massa de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e origem das linhagens avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	63
ANEXO B – Identificação, classe comercial, massa de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e origem dos genótipos comerciais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	64
ANEXO C – Identificação, classe comercial, massa de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e origem dos genótipos comerciais andinos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	66
ANEXO D – Identificação, classe comercial, massa de 100 sementes, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e procedência dos genótipos locais andinos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	67
ANEXO E – Identificação, classe comercial, massa de 100 sementes, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e procedência dos genótipos locais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	68
ANEXO F – Reação da série diferenciadora internacional, pool gênico e país de origem das raças fisiológicas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> utilizadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.....	70
ANEXO G – Classificação do germoplasma de feijoeiro comum de acordo com a variação do Índice de Resistência obtido a partir da	

reação a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> e a década de lançamento. Santa Maria, 2004.....	71
ANEXO H – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de linhagens de feijoeiro comum de origem meso-americana a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.	72
ANEXO I – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares comerciais meso-americanas de feijoeiro comum a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.....	73
ANEXO J - Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares comerciais andinas de feijoeiro comum a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> . Santa Maria, RS. 2004.	75
ANEXO K – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares locais (crioulos) de origem andina a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> . Santa Maria, 2004.	76
ANEXO L – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares locais (crioulos) de origem meso-americana a 12 raças de <i>C. lindemuthianum</i> . Santa Maria, 2004.....	77
ANEXO M – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 23 de <i>C. lindemuthianum</i> em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.....	79
ANEXO N – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 31 de <i>C. lindemuthianum</i> em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.....	80
ANEXO O – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 65 de <i>C. lindemuthianum</i> em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.....	81
ANEXO P – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 89 de <i>C. lindemuthianum</i> em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.....	82

ANEXO Q – Proporções de genótipos resistentes às raças fisiológicas 23, 31, 65 e 89 de <i>C. lindemuthianum</i> , obtido a partir da inoculação de vinte e seis genótipos em três estádios fenológicos diferentes. Santa Maria, 2004.	83
ANEXO R – Estádios de desenvolvimento da planta do feijoeiro	84

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) AO *Colletotrichum lindemuthianum*

AUTOR: LUIS AQUILES MARTINS MEDEIROS

ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Data e local da Defesa: Santa Maria, 30 de julho de 2004.

Nos anos de 2003 e 2004, na Universidade Federal de Santa Maria, foram avaliados cento e vinte e oito genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) locais, cultivares comerciais e linhagens de origem meso-americana e andina, com o objetivo de caracterizar sua estrutura genética quanto à resistência a 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*, no estágio juvenil (V1/V2). Destes genótipos, vinte e seis foram selecionados e inoculados em 3 estádios fenológicos (V1/V2; R4/R5 e R5/R6), com 4 raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*, sendo avaliada a proporção de reações resistentes de acordo com a idade da planta. Reações caracterizadas com base em uma escala de notas de severidade de 1 a 9, permitiram calcular os índices de resistência dos genótipos e da virulência das raças. A análise fenética dos dados de virulência foi obtida a partir da construção de uma matriz, considerando as reações incompatíveis (0) e as reações compatíveis (1). A variabilidade em germoplasma de feijão não se mostrou coerente com a década de lançamento, local origem e pool gênico. Não foi observado aumento significativo na proporção de genótipos resistentes entre as décadas de 80 e 90, assim como não houve incremento de alguns genes de virulência especialmente dispersos e abundantes. Genótipos que apresentaram índice de resistência superior a 80% não continham genes Mexicanos (*Co-4* e *Co-5*). Variabilidade em linhagens não se mostrou ligada à estrutura populacional de *C. lindemuthianum*. A análise fenética mostrou que maior diversidade intrínseca foi observada entre os genótipos locais de feijoeiro comum. Para interações específicas entre genótipos e raças, foi observada variação na resistência relacionada com o envelhecimento da planta.

ABSTRACT

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) AO *Colletotrichum lindemuthianum* (GENETIC RESISTANCE OF BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) TO *Colletotrichum lindemuthianum*)

AUTHOR: LUIS AQUILES MARTINS MEDEIROS

ADVISOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Date and Place of Examination: Santa Maria, July 30th, 2004.

One hundred and twenty eight genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) divided into local varieties, cultivars and lines both from meso-america and andean gene pool, were evaluated in 2003 and 2004. Several experiments were conducted at Universidade Federal de Santa Maria, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Host genetic structure was studied based on reaction on juvenile resistance (V1/V2) to 12 physiological races of *Colletotrichum lindemuthianum*. Also, the relation among three phenological stages (V1/V2; R4/R5 and R5/R6) of 26 germplasm and the reaction to four races of *Colletotrichum lindemuthianum* was characterized. The plant reaction, virulence and resistance index were obtained from a 1 to 9 scale. The phenetic analysis was generated from virulence data considering incompatible reaction (0) and compatible reaction (1). Common bean germplasm variability was not coherent to decade of release, origin and gene pool. Higher diversity was observed among local genotypes than commercial ones. Variability of common bean lines was not related to population structure of the pathogen. The absence of Mexican genes (Co-4 and Co-5) was observed in genotypes with resistance index higher than 80%. Higher frequency of resistant genotypes was observed from 1980 to 1990. However, such result was not applied to the wide spread virulence genes. Phenetic data analysis showed that intrinsic diversity was observed among local genotypes of common bean. Specific interactions between genotypes and races were observed as growth stage evolved.

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é, entre as leguminosas de grãos alimentícios, a espécie mais importante para consumo in natura. Sua produção atinge áreas diversas, podendo-se dizer que é cultivado praticamente em todo o mundo (Voysset, 2000). Na América Latina concentram-se a maior produção e consumo, estimando-se que mais de 45% da produção mundial total provém desta região (Pachico, 1989; Voysset, 2000). O Brasil está entre os principais produtores e é o maior consumidor mundial.

Doenças, estiagens e cultivos em solos de baixa fertilidade, fatores que efetivamente limitam o potencial produtivo da cultura, são os principais problemas enfrentados nas regiões tropicais e subtropicais (Zaumeyer & Thomas, 1957; Vieira, 1988; Graham, 1978; Schwartz & Gálvez, 1980; Allen *et al.*, 1989; Schoonhoven & Voysset, 1989). Entre as doenças, a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Lams.-Scrib. é reconhecida como a mais importante doença foliar fúngica do feijão (Hubbeling, 1977; Goth & Zaumeyer, 1965; Zaumeyer & Meiners, 1975; Chaves, 1980; Pastor-Corrales & Tu, 1989; Rava *et al.*, 1993). Encontra-se amplamente disseminada nas regiões de cultivo sendo favorecida por temperaturas do ar em torno de 18° C e umidade relativa do ar acima de 90% (Zaumeyer & Thomas, 1957; Chaves, 1980). Em condições ambientais favoráveis e sobre cultivares suscetíveis, quando utilizadas sementes infectadas pode provocar redução no rendimento de até 100% (Zaumeyer & Thomas, 1957).

Seu controle é especialmente difícil devido ao fato do patógeno possuir eficiente transmissão através de sementes, grande capacidade de sobrevivência em restos culturais infectados nas regiões de clima temperado e, ocasionalmente formar esclerócios (Tu, 1992; Dillard &

Cobb, 1993; Sutton, 1992). O controle químico é significativamente oneroso e, em existindo dificuldades na implementação do manejo integrado de doenças (Pastor-Corrales & Tu, 1989), as alternativas têm sido direcionadas a programas de melhoramento buscando resistência genética, como sendo um dos meios mais eficientes e econômicos.

O tipo vertical de resistência, por apresentar maior facilidade de incorporação, tradicionalmente tem constituído a principal estratégia dos programas de melhoramento genético para a obtenção de resistência à antracnose do feijoeiro. Esse tipo de resistência, baseada em apenas um ou poucos genes, exige necessidade contínua de descoberta de nova fonte de genes de resistência, em função das características dos cultivos e da variabilidade do patógeno (Robinson, 1976). O monitoramento permanente da evolução do patógeno, permitindo análise da tendência evolutiva, também é necessário para evitar em tempo a disseminação de novas raças (Fouilloux, 1978).

A complexidade que envolve a variabilidade patogênica de *C. lindemuthianum* torna difícil o trabalho de obtenção de cultivares com resistência duradoura a esse patógeno (Andrus & Wade, 1942; Barrus, 1918; Blondet, 1963; Fouilloux, 1979; Meneses & Dianese, 1988; Garrido, 1986; Balardin *et al.*, 1990; Waterhouse, 1975), além de constituir-se fator decisivo na desestabilização da resistência dos cultivares recomendados (Balardin *et al.*, 1990).

Genótipos locais, que representam fontes potenciais de variabilidade genética do hospedeiro, ainda existem em número significativo apesar de sua área de cultivo ser limitada, comparativamente à área com cultivares recomendados pela pesquisa (Balardin *et al.*, 1990). Isto resulta no fato de que a maior variabilidade genética do feijão encontra-se em pequenas áreas, enquanto que a menor, ocupa a maior parte das áreas cultivadas e, sendo representada por poucos cultivares acarreta diminuição na flexibilidade da população do feijoeiro, reduzindo a durabilidade da resistência vertical (Robinson, 1976).

Nesse contexto, a obtenção de cultivares com resistência duradoura implica na disponibilidade de uma base genética ampla para evitar a utilização de genes específicos a uma ou poucas raças, impedindo o acúmulo de alelos de virulência no patógeno e o esgotamento da variabilidade genética disponível no hospedeiro (Balardin *et al.*, 1990). Estudos que possibilitem o conhecimento da organização da estrutura populacional do patógeno, bem como do arranjo da base genética disponível no hospedeiro em torno da variabilidade do patógeno, são ferramentas fundamentais para o sucesso na obtenção de resistência duradoura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Caracterizar a estrutura genética do feijão quanto à resistência a raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*.

1.1.2 Específicos

- Determinar a reação de genótipos locais e comerciais de feijão indicados nas décadas de 70, 80, 90 e 2000 a doze raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*;
- Verificar a complexidade da resistência considerando germoplasma andino e meso-americano como fontes de diversidade;
- Observar a relação entre a reação de genótipos de feijão a raças de *C. lindemuthianum* e diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem, domesticação e diversidade do feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é originário do Continente Americano e, a exemplo de outras espécies alimentícias, foi levado à Europa como planta ornamental após o descobrimento da América. Evidências, nas quais se baseiam as afirmações dessa origem, estão fundamentadas em descobertas arqueológicas de restos da cultura no sudoeste dos Estados Unidos (Caverna *Tularosa*), no México (Vale de *Tehuacan*) e Peru (Caverna do *Guitarrero*), cuja antigüidade remonta a 2300, 7000 e, entre 7680 a 10000 anos, respectivamente. No entanto, em se tratando de restos de plantas completamente domesticadas, estima-se que a domesticação propriamente dita, tenha ocorrido anteriormente às datas mencionadas, não sendo possível precisá-la exatamente, devido à falta de evidências arqueológicas mostrando a transição completa do estado silvestre ao cultivado (Voysset, 2000).

A teoria baseada em estudos arqueológicos, aceita para explicar a origem americana do feijão, também postula sobre possível origem sul-americana dessa espécie. Sementes teriam sido transportadas, após a domesticação, ao México e Guatemala, uma vez que o raio de dispersão das espécies selvagens estende-se por mais de 500 quilômetros ao longo da costa dos Andes e também na região do México e Guatemala (CIAT, 2000).

Ocorrência de mais de cinquenta espécies do gênero *Phaseolus* nas Américas é relatada por Debouck (1991). No entanto, apenas *P. vulgaris*, *P. polyanthus* Greenman (feijão comum), *P. coccineus* L. (*escarlet runner bean*), *P. acutifolius* A. Gray (feijão *tepari*) e *P. lunatus* L. (feijão de lima), são mais conhecidas por terem sido domesticadas (Smartt, 1969, 1988, 1990; Evans, 1980; Debouck, 1988, 1991). A espécie *P. vulgaris* é a mais

importante do gênero. Amplamente distribuída e utilizada comercialmente representa mais de 90% do total de espécies do gênero *Phaseolus* cultivadas no mundo (Singh, 1992).

Evidências arqueológicas, morfológicas e moleculares (padrões da proteína faseolina da semente e aloenzimas), sugerem que o feijão comum cultivado tenha evoluído a partir de seu ancestral selvagem (Brücher, 1988; Delgado *et al.*, 1988; Gentry, 1969; Gepts, 1988, 1990; Gepts & Bliss, 1986; Gepts & Debouck, 1991; Gepts *et al.*, 1986; Kaplan, 1965, 1981; Kaplan & Kaplan, 1988; Miranda, 1967). Embora algumas exceções ocorram (Brunner & Beaver, 1988; Wels *et al.*, 1988), populações selvagens e formas cultivadas são, ambas, autopolinizáveis (Pereira Filho & Cavarini, 1984; Rutger & Beckham, 1970; Stoetzer, 1984; Tucker & Harding, 1975) e diplóides, com $2n=22$ cromossomos. Podem, facilmente hibridizarem-se, produzindo descendentes viáveis e férteis (Koenig & Gepts, 1989).

Devido à extensa distribuição do ancestral selvagem do feijão comum, desde o norte do México até o norte da Argentina (Brücher, 1988; Delgado *et al.*, 1988), a determinação exata de um centro de domesticação tem sido objeto de estudo de pesquisadores através de diversas metodologias (Singh *et al.*, 1991).

Diversidade observada através da proteína faseolina da semente sugere que espécies cultivadas tenham surgido a partir de múltiplas domesticações ao longo de sua extensa distribuição (Gepts & Bliss, 1986; Gepts *et al.*, 1986). Duas principais domesticações teriam originado as cultivares Meso-americanas e Sul-andinas, respectivamente, e uma terceira e menor, teria tido lugar na Colômbia ou América Central (Gepts & Bliss, 1986; Koenig *et al.*, 1990). A existência desses dois principais grupos é confirmada através da análise aloenzimática de espécies selvagens de feijão por Koenig & Gepts (1989), delimitando geograficamente as formas Meso-americanas que incluem populações

selvagens do norte do México até a Colômbia e as Andinas, incluindo populações do Peru e da Argentina.

Comparando a diversidade aloenzimática de ancestrais selvagens e espécies cultivadas descendentes, Singh *et al.* (1991) também confirmaram a existência de dois principais grupos entre as espécies cultivadas de feijão, Meso-americano e Andino-americano, indicando haver fluxo gênico do feijão selvagem ao cultivado e sugerindo a existência de, pelo menos, cinco subgrupos dentro dos cultivares Meso-americanos e quatro dentro dos Andinos. Resultados semelhantes foram obtidos por Voysest *et al.* (1994), que analisando a base genética de cultivares de feijão lançadas na América Latina, desde o início das atividades de melhoramento genético até 1993, classificaram 203 cultivares e 194 ancestrais selvagens em seis grupos raciais, sendo três no centro de domesticação Meso-americano (Mesoamerica, Durango e Jalisco) e três no Andino (Nueva Granada, Peru e Chile).

Indicação de que a partir do ancestral selvagem, distribuído desde o norte do México até o noroeste da Argentina, o feijão tenha evoluído separadamente em dois centros de domesticação distribuídos na Meso América (México, América Central e Colômbia) e nos Andes (Peru e Argentina), formando dois *pools* gênicos distintos de espécies cultivadas (Gepts, 1993), também foi evidenciada através dos níveis de diversidade genética medidos durante a domesticação (Sonnante *et al.*, 1994). Esses dados também mostraram significativa redução da diversidade genética durante o processo de domesticação.

Cultivares locais que compartilham certas características distintivas morfológicas, moleculares, agronômicas e adaptativas pertencentes a ambos os *pools* gênicos, porém, diferindo de outras cultivares do mesmo pool gênico nas frequências alélicas dos genes que controlam as diferenças para essas características, foram definidas como raças por Singh *et al.* (1991). A partir de critérios como forma e tamanho do folíolo, pilosidade da folha, tamanho dos entrenós, número de nós até a flor,

forma e tamanho das bractéolas, inflorescência, presença de estrias no estandarte, posição da ponta da vagem, dias até a maturação, tamanho e forma da semente, hábito de crescimento, proteína faseolina da semente e aloenzimas, seis raças de feijão cultivado foram descritas: raças Mesoamerica, Durango e Jalisco no *pool* gênico Meso americano, e raças Nueva Granada, Peru e Chile no *pool* gênico Andino (Singh *et al.*, 1991).

2.2 Antracnose do feijão

2.2.1 Etiologia

A antracnose do feijão é causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Lams. – Scrib., em sua fase anamórfica. Nesta fase o fungo é classificado na subdivisão Deuteromycotina, classe Coelomycetes, ordem Melanconiales e família Melanconiaceae (Sutton, 1992). A fase teleomórfica corresponde ao ascomiceto *Glomerella lindemuthiana* Shear, descrita pela primeira vez em 1978, sendo que nesta fase o fungo é um Ascomiceto da ordem Diaporthales, nunca identificado a campo (Pastor-Corrales & Tu, 1989). Além de *P. vulgaris*, o fungo também é patogênico em outras leguminosas como *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *P. coccineus*, *Vigna unguiculata* e *Vicia faba* (Zumeyer & Thomas 1957).

Colletotrichum lindemuthianum produz micélio septado e ramificado, de coloração hialina a quase negra, na medida de seu envelhecimento. Os conídios são hialinos, unicelulares oblongos a cilíndricos com ambas as extremidades arredondadas, ou uma delas pontiaguda. As dimensões dos conídios variam entre 4,4µm a 5,3µm x 13µm a 22µm, sendo formados no interior de acérvulos e sobre conidióforos hialinos, eretos e ramificados, que medem de 40µm a 60µm de comprimento. Os conidióforos/conídios apresentam-se envolvidos por uma massa gelatinosa de cor salmão, ocre ou rosa, agregados em 30 a

50 conidióforos por acérvulo (Sutton, 1992). Em meio de cultura, ou sobre tecido parasitado, podem ou não aparecer setas, estruturas rijas pontiagudas, septadas, de cor marrom, medindo entre 30 μ m a 100 μ m, que podem ou não se sobressair da massa gelatinosa que cobre os conídios (Zaumeyer & Thomas, 1957).

2.2.2 Epidemiologia

A sobrevivência de *C. lindemuthianum* entre as estações de cultivo do feijão ocorre na forma de micélio dormente em sementes infectadas, nos cotilédones sob a forma de esporos, ou em restos culturais como micélio ou acérvulos. Sementes infectadas de cultivares suscetíveis são fontes primárias de inóculo, sendo responsáveis pela disseminação a longas distâncias (Vieira, 1983). A curtas distâncias, a disseminação é feita pelos respingos da água da chuva, que dissolvem a biotina onde os esporos estão envolvidos, projetando-os a certa distância. A disseminação também pode ocorrer por insetos e animais, sendo o homem um eficiente meio de transporte das sementes e restos culturais entre lavouras, principalmente quando opera máquinas agrícolas (Zaumeyer & Thomas, 1957).

As condições meteorológicas ideais para o desenvolvimento da doença são umidade relativa do ar acima de 95%, chuvas freqüentes e de baixa intensidade, temperatura do ar entre 18°C a 22°C (Guzmán *et al.* 1979). Temperaturas superiores a 30°C ou inferiores a 13°C limitam tanto a infecção como o crescimento do fungo (Crispin *et al.*, 1976). A esporulação nas vagens ocorre abundantemente com a temperatura do ar entre 14°C e 18°C (Zaumeyer & Thomas, 1957).

A infecção inicia-se a partir da germinação dos conídios, que ocorre entre 6 e 9 horas da deposição sob condições favoráveis, formando tubo germinativo e apressório aderentes à superfície do tecido da planta por meio de substância gelatinosa. A penetração ocorre

mecanicamente através da formação da hifa de infecção que se desenvolve a partir do apressório. Após a penetração, esta hifa transforma-se em micélio primário e, posteriormente, micélio secundário. O micélio aumenta de tamanho e cresce entre as paredes celulares e o protoplasto sem, contudo, desenvolver sintomas perceptíveis a olho nu, durante 2 a 4 dias após a infecção. O crescimento do micélio abaixo da epiderme provoca uma depressão e, com o rompimento da mesma, surgem os acérvulos (Zaumeyer & Thomas, 1957).

2.2.3 Sintomatologia

O patógeno *C. lindemuthianum* pode desenvolver sintomas em todos os órgãos da parte aérea da planta. A semente infectada pode apresentar lesões levemente deprimidas, de cor marrom com bordos escuros facilmente observáveis nas sementes de tegumentos claros. Nas vagens são encontradas as lesões mais características da doença: arredondadas, deprimidas e de cor escura, nas quais em condições de elevada umidade relativa do ar, desenvolve-se uma massa rósea de esporos (Zaumeyer & Thomas, 1957). Nos cotilédones as lesões são levemente deprimidas, de cor marrom com bordos escuros e são mais bem visualizados em sementes de feijão de cor. Nas nervuras das folhas, no caule e pecíolo, apresentam-se como manchas necróticas, de cor marrom escura e com bordos avermelhados.

2.2.4 Controle

O controle da antracnose em feijão é muito dificultado devido a eficiente transmissão do seu patógeno pela semente, da capacidade de sobrevivência durante vários meses no solo e em restos culturais infectados, bem como pela formação de escleródios, estruturas de resistência do fungo (Dillard & Cobb, 1993; Sutton, 1992). A grande variabilidade da espécie *C. lindemuthianum* e o fato de haver muitas

espécies de leguminosas hospedeiras, possibilita emergir vários patossistemas que apresentam certa resiliência em relação às intervenções para seu controle.

Medidas integradas e complementares como: o tratamento químico de sementes, remoção dos restos culturais e rotação de culturas utilizando espécies não hospedeiras como, por exemplo, o milho, poderiam apresentar resultados promissores (Rava *et al.*, 1993). Maior eficiência, porém, pode ser alcançada quando da utilização de sementes livres do patógeno e, nos programas de melhoramento genético, houver incorporação de genes de resistência procurando a piramidação para que se possa obter resistência durável à *C. lindemuthianum* (Zaumeyer & Thomas, 1957; Kelly *et al.*, 1994; Young & Kelly, 1996).

2.3 Variabilidade genética de *C. lindemuthianum*

Ampla variabilidade patogênica é apresentada por *C. lindemuthianum*. Fundamentada na teoria do gene-a-gene, que demonstra a relação um a um entre os genes que condicionam a virulência do patógeno e os genes de suscetibilidade no hospedeiro (Flor, 1955), tem sido relatada desde o início do século passado. Nomenclaturas locais, baseadas na reação a séries diferenciadoras compostas por grupos de cultivares locais mescladas a alguns cultivares diferenciadores tradicionais, foram utilizadas inicialmente para designar raças com reações diferenciadas. Várias raças fisiológicas foram descritas em vários países. Nos Estados Unidos foram identificadas as raças alfa, beta, gama e epsilon (Andrus & Wade, 1942; Barrus, 1911; Barrus, 1918; Burkholder, 1923; Goth & Zaumeyer, 1965); no Chile as raças alfa, beta e gama (Mujica, 1952); na França as raças alfa, beta, gama, delta e lambda (Bannerot, 1965; Blondet, 1963; Charrier & Bannerot, 1970); em Uganda, as raças alfa, beta, gama, epsilon, delta e lambda (Leakey & Simbwa-

Bunnya, 1972); em Malawi as raças alfa, beta, gama e delta (Ayonoadu, 1974). Na Europa foram identificadas as raças alfa-Brasil, iota, lambda e capa (Fouilloux, 1975; Fouilloux, 1979; Hallard & Trebuchet, 1976; Hubbeling, 1976; Hubbeling, 1977; Kruger *et al.* 1977; Schnock *et al.* 1979); no Canadá as raças epsilon, delta, lambda e alfa-Brasil (Tu, 1988; Tu, 1994; Tu *et al.* 1984). No Brasil foram identificadas as raças alfa, alfa-Brasil, beta, gama, delta, epsilon, lambda, capa, teta, eta e zeta (Kimati, 1966; Oliveira *et al.* 1973; Menezes & Dianese, 1988; Balardin *et al.* 1990).

Em alguns países raças foram identificadas apresentando reações anteriormente já caracterizadas. Na Alemanha as raças A-E, G-N, X foram equivalentes às raças alfa, beta e gama (Peurer, 1931; Schreiber, 1932). Na França as raças PV6, D10, F86, 14, 1 e 5 (Bannerot, 1965) apresentaram equivalência com as raças alfa, beta, gama, delta e epsilon, sendo a raça 5 semelhante a uma combinação entre gama e delta. No Brasil os grupos BA-1 a BA-10 foram equivalentes à alfa, delta, México I e II, grupos I e II (Oliari *et al.* 1973; Pio-Ribeiro & Chaves, 1975). Na Austrália houve equivalência entre as raças MA-11 a MA-13, MA-20 a MA-25 com a raça alfa (Garrido, 1986; Noyola *et al.* 1984; Yerkes, 1958). No entanto, as raças 1 a 8 e os grupos Mexicanos I a III foram designadas sem que fosse determinado o estabelecimento de equivalência (Cruickshank, 1966; Waterhouse, 1955; Yerkes & Teliz-Ortiz, 1956).

Perdas de informações sobre a variabilidade de *C. lindemuthianum*, geradas pelas dificuldades na obtenção de equivalência entre raças identificadas a partir de metodologia local, levaram à necessidade do estabelecimento de um sistema padronizado. Uma série diferenciadora internacional com base em 12 cultivares de origem diversa foi proposta, passando a nomenclatura a obedecer a um sistema binário, que tem por base a posição da cultivar na série diferenciadora (Ayonoadu, 1974; Drifhout & Davis, 1989; Pastor-Corrales, 1988; Pastor-Corrales, 1991). A partir da padronização da metodologia para nomenclatura, a comparação

de resultados obtidos por diferentes grupos de pesquisa tem sido possibilitada, resultando em consistente caracterização da variabilidade de *C. lindemuthianum*. Raças caracterizadas pelo sistema tradicional com o uso de letras do alfabeto grego, sendo caracterizadas novamente através do uso da série diferenciadora internacional e nomenclatura do sistema binário, produziram as relações alfa (17), epsilon-Kenya (19), delta (23), capa (31), lambda (55), epsilon (65), eta (81), mu (87), alfa-Brasil (89), teta (99), gama (102), beta (130) e zeta (453) (Balardin & Kelly, 1997).

Atualmente, a série diferenciadora utilizada é composta pelos cultivares Michelite, Michigan Dark Red Kidney, Perry Marrow, Cornell 49-242, Widusa, Kaboon, México 222, PI 207-262, TO, TU, AB 136 e G 2333 (Pastor-Corrales, 1991). Cada cultivar possui um ou mais genes de resistência, destacando-se *Co-1* (McRostie, 1919), presente em Michigan Dark Red Kidney; *Co-2* (Mastenbroek, 1960), presente em Cornell 49-242; *Co-3* (Bannerot, 1965), presente em México 222; *Co-4* (Fouilloux, 1975), presente em TO; *Co-5* (Fouilloux, 1979), presente em TU; *Co-6* (Young, 1995), presente em AB 136 e *Co-4²*, *Co-5*, *Co-7*, presentes em G2333 (Pastor-Corrales, 1994; Young & Kelly, 1997). Os demais cultivares da série ainda não tiveram genes de resistência identificados.

As raças 7, 64, 65 e 73 foram identificadas nos Estados Unidos (Balardin & Kelly, 1996; Kelly *et al.*, 1994). No México, 35 diferentes novas raças foram relatadas (Garrido, 1986; Gonzalez *et al.*, 1998; Rodriguez-Guerra, 1991), além de 11 raças identificadas em feijoeiros selvagens (Sicard *et al.* 1997). Na Nicarágua foram identificadas 9 raças entre 10 isolados (Rava *et al.*, 1993) e na Colômbia 33 raças foram caracterizadas a partir de 178 isolados (Restrepo, 1994).

Cento e trinta e oito isolados coletados na Argentina, Brasil, República Dominicana, Honduras, México e Estados Unidos, resultaram em 41 raças que foram agrupadas em dois níveis categóricos. Um deles, formado por raças amplamente distribuídas entre os países e outro

incluindo raças restritas a um único local. As raças 7, 65 e 73 mostraram ampla distribuição geográfica, sendo que o restante, limitadas a um único país, mostraram ampla virulência no conjunto diferenciador (Balardin & Kelly, 1997).

Oito raças foram identificadas a partir de isolados coletados em regiões produtoras de feijão no Estado do Rio Grande do Sul. Maior frequência foi observada para a raça 5 (Brasileiro I) que ocorreu em praticamente todos os locais amostrados, sendo as demais 65 (epsilon), 31 (capa), 453 (zeta), 17 (alfa), 23 (delta), 73 e 55 (lambda), de ocorrência limitada a uma ou duas regiões amostradas (Balardin, 1997). O registro de ocorrência da raça 73 neste estudo, até então não relatada no Estado, ratificou sua ampla dispersão observada por Balardin & Kelly (1997), colocando-a como referencial quanto aos genes de resistência mínimos que deveriam estar presentes em cultivares de feijão recomendadas para estas regiões de produção (Balardin, 1997).

Somavilla & Prestes (1999), a partir de 105 isolados coletados nas regiões do Planalto Médio, Médio Alto Uruguai e Centro do Rio Grande do Sul identificaram as raças 81, 65, 89, 73, 321, 87, 23, 67, 83, 64 e 5, tendo sido observada a ocorrência de mais de uma raça por cultivar. Os resultados permitiram comprovar maior amplitude de distribuição do grupo alfa (65, 73, 81, 89 e 321), bem como a evolução do patógeno no Estado, uma vez que duas novas raças foram identificadas (67 e 83), além da raça 321 que não apresenta relato prévio na literatura.

Análise da virulência, no entanto, revela apenas pequena porção da diversidade genética total da população de um patógeno (Guzman *et al.*, 1995; Levy *et al.*, 1993; Maclean *et al.*, 1995). Técnicas de recombinação do DNA têm sido empregadas para gerar marcadores neutros úteis em sistemática populacional e filogenética de fungos (Guzman *et al.*, 1995; Michelmore & Hubert, 1987; Milgroom, 1995). Hibridização de DNA-DNA, polimorfismo baseado em fragmentos de DNA

(RFLP), reação em cadeia da polimerase (PCR) e isoenzimas, são as principais. Caracterização diagnóstica e filogenética de microorganismos, têm sido possibilitada pela análise de múltiplos *loci* distribuídos aleatoriamente no genoma através da reação em cadeia da polimerase (RAPD) (Gepts, 1988; Casela *et al.*, 1995; Guzman *et al.*, 1995). Diferenciação entre espécies de *Colletotrichum* e identificação de raças de *C. lindemuthianum* através de marcadores moleculares já foram relatados (Fouilloux, 1979; Meneses & Dianese, 1988; Schwartz *et al.*, 1982; Stavely, 1982; Drifhout & Davis, 1989; Stavely, 1984; Vilarinhos *et al.*, 1995; Balardin *et al.*, 1997; Mesquita *et al.*, 1998).

Informações geradas pela análise de RAPD de 60 isolados de *C. lindemuthianum* não apresentaram congruência com os dados de virulência, localização geográfica ou pool gênico do hospedeiro (Casela *et al.*, 1995). Estudo semelhante conduzido por Fabre *et al.* (1995), mostrou que 12 isolados da América do Sul, África e Europa foram agrupados de acordo com a percentagem de amplicons comuns sem haver, no entanto, correlação entre polimorfismo molecular e origem geográfica. Balardin *et al.* (1999), confirmaram a falta de relação entre a variabilidade de *C. lindemuthianum* demonstrada pela virulência e pela análise de PCR-RAPD, ITS-RFLP e ITS-sequenciamento, quando regiões mais conservadas do genoma foram exploradas.

Existência de variabilidade genética além da observada pela análise da virulência tem sido sugerida, mesmo quando o arranjo genético não esteja relacionado com a região de virulência de cada raça (Balardin *et al.*, 1997; Mesquita *et al.*, 1998). Tais resultados podem ser considerados como indicativo importante de que uma porção da variabilidade de isolados pode não ser discriminada pela atual série diferenciadora. Análise de virulência e uso de marcadores moleculares são metodologias que têm sido sugeridas para uma interpretação mais compreensiva da variabilidade em *C. lindemuthianum*.

2.4 Resistência genética no hospedeiro

A estabilidade e a longevidade da variabilidade da resistência depende da variação genética de *C. lindemuthianum*, representada pela sua especialização fisiológica e pela habilidade dos isolados apresentarem patogenicidade diferenciada para cada variedade de feijoeiro (Barrus, 1911).

Resistência genética à *C. lindemuthianum* foi observada pela primeira vez na cultivar *Wells Red Kidney* (Barrus, 1911; Barrus, 1918). Governada por um único gene andino dominante, inicialmente chamado gene *A*, confere resistência às raças alfa e beta (Burkolder, 1918; McRostie, 1919). Este gene foi o primeiro gene principal a ser utilizado para desenvolver cultivares de feijão resistentes à antracnose (Burkolder, 1918), sendo até 1973 a única fonte de resistência para feijões tipo *navy* em Michigan e Ontario. O surgimento da raça delta em 1978 (Tu, 1988), virulenta ao gene *A*, fez com que o gene *Are* caracterizado em germoplasma de feijão preto da Venezuela por Mastenbroek (1960), se tornasse a principal fonte de resistência contra a antracnose. Entretanto, sua utilização passou a ser limitada a partir da identificação das raças 73 e alfa-Brasil, ambas a este gene virulentas (Kelly *et al.*, 1994; Tu, 1994). A piramidação dos genes *A* e *Are* foi sugerida como a melhor proteção contra todas as raças do patógeno até então conhecidas na América do Norte (Kelly *et al.*, 1994; Young & Kelly, 1996).

Conferindo resistência às raças alfa, beta, gama, delta, epsilon e lambda (Pastor-Corrales & Tu, 1989), o gene *Are* constituiu-se em fonte predominante de resistência amplamente utilizada no mundo (Mastenbroek, 1960; Goth & Zaumeyer, 1965; Leakey & Simbwa-Bunnya, 1972; Ayonoadu, 1974; Kruger *et al.*, 1977; Fouilloux, 1979; Muhalet *et al.*, 1981; Tu, 1988; Tu, 1992) até que o aparecimento de novas raças

patogênicas trouxesse necessidade de novos genes de resistência. Várias dessas raças foram observadas, limitando a utilização do gene *Are* na América Latina (Menezes & Dianese, 1988; Pastor-Corrales & Tu, 1989; Beebe & Pastor-Corrales, 1991; Rava *et al.*, 1993), na Europa (Kruger *et al.*, 1977) e na América do Norte (Kelly *et al.*, 1994; Young & Kelly, 1996).

Cultivares Europeus e Americanos foram relatados como fontes de resistência às novas raças capazes de vencer o gene *Are* (Kruger *et al.*, 1977; Fouilloux, 1979). Na França, a partir de uma coleção de germoplasma Mexicano, Fouilloux (1979) descreveu três novos genes de resistência. Os genes *Mexique II* e *III* conferiram resistência a todas as raças européias conhecidas do patógeno, enquanto *Mexique I* teve sua resistência vencida pela raça alfa-Brasil. Na América Latina, Beebe & Pastor-Corrales (1991) relataram suscetibilidade a um menor número de isolados de *C.lindemuthianum* apresentada pelos genes *Mexique* do que o gene *Are*. Esses três genes principais têm sido incluídos como membros da série de cultivares diferenciais do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical): México 222 (*Mexique I*), TO (*Mexique II*) e TU (*Mexique III*).

Sistema de nomenclatura para os genes que conferem resistência à antracnose foi proposto com o objetivo de auxiliar a caracterização de raças, o mapeamento e o desenvolvimento de marcadores genéticos, o desenvolvimento de genes, a piramidação e o melhoramento para resistência durável (Young & Kelly, 1996). O símbolo *Co*, de *Colletotrichum*, seguido de números que ordenam a seqüência de identificação dos genes, foi sugerido. O gene *A* (McRostie, 1919) primeiro a ser identificado e presente no cultivar Michigan Dark Red Kidney foi renomeado *Co-1*; o gene *Are* (Mastenbroek, 1960) presente no cultivar Cornell 49242 passou a ser *Co-2*. Ambos independentes os genes *Co-1* e

Co-2 podem ser combinados num só cultivar (Kelly et al., 1995; Kelly et al., 1994).

Os genes *Mexique I*, *II* e *III*, de origem mexicana, porém identificados na França (Bannerot, 1965; Fouilloux, 1979) foram renomeados respectivamente, Co-3, presente no cultivar diferenciador México 222; Co-3², gene alélico ao *Mexique I* (Co-3) e presente em México 227; Co-4 em TO e Co-5 presente no cultivar TU. Os três genes mexicanos são independentes do gene Are (Co-2) e entre si. O gene Co-5 é independente do gene A (Co-1) (Young, 1995), no entanto Co-3 e Co-4 não apresentam independência claramente definida (Young & Kelly, 1996). O cultivar diferencial AB 136 (Schwartz et al., 1982) possui o gene denominado Co-6, ligado a marcadores RAPD e independente de todos os genes anteriormente caracterizados e o gene co-8 (Young, 1995; Melloto et al., 2000).

Três genes estão presentes no cultivar G2333 (Pastor-Corrales et al., 1994) integrante da série diferenciadora internacional. O primeiro, identificado a partir de estudos com a linhagem SEL 1360 derivada de G2333 através de retrocruzamentos com cultivar suscetível (Talamanca), já anteriormente caracterizado como *Mexique III* (Co-5) no cultivar TU (Young, 1995). Para o segundo, que condiciona amplo espectro de resistência, sugeriu-se a denominação Co-7 e além do cultivar diferencial G2333 está presente em SEL 1308. O terceiro foi denominado Co-4², alélico do gene *Mexique II* (Co-4), caracterizado no cultivar diferenciador TO (Young & Kelly, 1997). No entanto, embora o cultivar G2333 apresente três genes (Co-4², Co-5 e Co-7) que o tornam resistente a mais de 90% das raças já descritas (Mahuku et al., 2002), é suscetível a algumas raças (3481, 3545, 3977 e 3933) da Costa Rica, México e Argentina (CIAT, 1995).

Centenas de genótipos de feijão têm sido avaliados quanto à resistência a antracnose utilizando-se diversas coleções de isolados do

patógeno (Schwartz *et al.*, 1982; Pastor-Corrales & Tu, 1989; Pastor-Corrales *et al.*, 1995). Mais de 13.000 acessos (entradas) avaliadas mostraram que isolados latino-americanos do fungo foram mais virulentos do que europeus, sendo relatado um índice de apenas 0,25% do germoplasma resistente a todos os isolados (Schwartz *et al.*, 1982). Os cultivares Kaboon, TO, PI 207 262, G2338, Princor, TU, AB 136 e G2333 apresentaram-se resistentes a 9 raças de *C. lindemuthianum* identificadas no Estado de Santa Catarina (Balardin *et al.*, 1990).

Inoculação de 20.144 cultivares com mistura de isolados colombianos resultou em 24,5 % de germoplasma totalmente resistente, principalmente pertencente à raça Mesoamérica (oriundos do *pool* gênico meso-americano). Daqueles provenientes do *pool* gênico Andino sul-americano, a raça Nueva Granada apresentou maior número de genótipos resistentes, fato que pode ser devido à maior presença de ambas as raças nesse estudo (Pastor-Corrales *et al.*, 1995). Também foi constatado que a antracnose tem sido tradicionalmente endêmica e mais severa na América Central do que na América do Sul.

Sessenta e dois cultivares modernos e tradicionais de feijoeiro comum geneticamente diferentes oriundos do Brasil, República Dominicana, Honduras, México, Holanda e Estados Unidos da América, representando centros de diversidade Andino e Mesoamericano, foram agrupados de acordo com reação a 34 raças de *C. lindemuthianum* (Balardin & Kelly, 1998). Análise fenética e de componentes principais revelou quatro agrupamentos, sendo que em apenas um deles houve cultivares de ambos os *pools* gênicos. Foi observado que germoplasma Meso-americano também carrega genes de resistência oriundos de germoplasma Andino e a redução da virulência de raças Andinas em germoplasma Mesoamericano sugere ter havido seleção de fatores de virulência Mesoamericanos de acordo com a diversidade de *P. vulgaris* (Balardin & Kelly, 1998).

3 EXPERIMENTO 1

Reação de germoplasma comercial e local de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Introdução

A antracnose é uma das doenças que mais causa danos à cultura do feijão, especialmente quando genótipos suscetíveis são cultivados em regiões com temperaturas do ar amenas e umidade relativa do ar elevada (Zaumeyer & Thomas, 1957; Chaves, 1980; Rava & Sartorato, 1994). As perdas ocasionadas por este patógeno podem chegar a 100% quando utilizadas sementes infectadas em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença (Chaves, 1980).

Entre as estratégias de controle, a utilização de cultivares resistentes é o método apontado como mais eficiente e econômico, sendo a resistência do tipo vertical tradicionalmente utilizada pelos programas de melhoramento. No entanto, a complexidade da variabilidade patogênica de *C. lindemuthianum* tem dificultado a obtenção de cultivares com resistência duradoura (Andrus & Wade, 1942; Barrus, 1918; Blondet, 1963; Fouilloux, 1979; Meneses & Dianese, 1988; Garrido, 1986; Balardin *et al.*, 1990; Waterhouse, 1975), além de contribuir decisivamente na desestabilização da resistência dos cultivares recomendados (Balardin *et al.*, 1990).

O presente trabalho teve como principal objetivo a determinação da reação de germoplasma comercial e local de feijoeiro comum a raças de *C. lindemuthianum*, permitindo inferências em relação à contribuição dos Programas de Melhoramento na obtenção de resistência à antracnose em germoplasma de feijoeiro indicado no período de 1970 a 2000.

3.1 Material e métodos

3.1.1 Germoplasma de *Phaseolus vulgaris*

Os genótipos de *P. vulgaris* inoculados com raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* constaram de três grupos principais: cultivares locais, cultivares comerciais e linhagens, agrupados de acordo com o ano de lançamento (1970, 1980, 1990 e 2000), conforme Anexos A a E, totalizando 128 genótipos.

3.1.2 Raças de *Colletotrichum lindemuthianum*

As raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* utilizadas foram 9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89, 453, 521, e 2047, oriundas da micoteca do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM (Anexo F).

O critério de seleção das raças esteve baseado na distância genética apresentada através dos dados fenotípicos e molecular (Balardin, 1997). O grupo de raças considerado é representativo de uma porção geneticamente significativa da variabilidade do patógeno.

3.1.3 Determinação da reação do genótipo

3.1.3.1 Produção de inóculo

O inóculo de cada uma das raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* foi oriundo de cultura monospórica estocado a -5°C: a) em envelopes de papel alumínio contendo pedaços de papel filtro com micélio do fungo; b) em envelopes de papel e tubos de vidro com porções de tecido de feijão (hastes e pecíolos) contendo lesões. Inicialmente o inóculo, de ambos os

estoques, foi transferido para placas de Petry com meio Mathur. O meio de cultura foi preparado com dextrose ($8,0\text{g.l}^{-1}$), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($2,5\text{g.l}^{-1}$), KH_2PO_4 ($2,7\text{g.l}^{-1}$), neopeptona ($2,4\text{g.l}^{-1}$), extrato de levedura ($2,0\text{g.l}^{-1}$) e ágar ($16,0\text{g.l}^{-1}$). Após formação visível de acérvulos, a superfície do meio de cultura foi raspada com alça de Drigalsky, adicionando-se água destilada esterilizada e solução de Tween 80 (0,01%).

Para propiciar a recuperação da viabilidade do patógeno em níveis semelhantes entre as raças fisiológicas, procedeu-se à inoculação de cada raça em plântulas de feijão, cultivar FT Nobre em estágio V1/V2 (CIAT, 1987). Com auxílio de micropipeta e alça de Drigalsky, a suspensão de esporos desalojados foi espalhada em ambas as superfícies de folhas primárias, hastes e pecíolos das plântulas dispostas em copos plásticos (100ml) com substrato comercial para produção de mudas. Após a inoculação, as plântulas foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes por 48 horas com o substrato saturado por água, em temperatura do ar entre 22° e 25°C , fotoperíodo de 16h/8h (luz/escuro). Subseqüentemente, retiraram-se os sacos plásticos sendo as plântulas mantidas por mais 5 a 10 dias em condições de umidade relativa do ar ambiente.

Findo o período de incubação, com o aparecimento de sintomas, porções de tecido contendo lesões foram transferidas para placas de Petry com meio Mathur, repetindo-se o procedimento de produção de inóculo para uso no experimento até novo isolamento para todas as raças. Não foi realizado novo isolamento monospórico. A confirmação da reação das raças foi obtida através do conjunto diferenciador (Anexo F). O inóculo final foi obtido através da transferência de porções de meio contendo colônias desenvolvidas a partir do segundo isolamento para Erlenmeyers com meio vagem esterilizado, no escuro completo até abundante esporulação.

3.1.3.2 Inoculação

Sementes de 128 genótipos de *P. vulgaris* foram semeadas em bandejas plásticas medindo 34cm x 23cm x 7cm contendo substrato elaborado a partir da mistura (v/v/v) de solo peneirado (35%), cama de aves peneirada (30%) e casca de arroz (35%), num total de 4 cultivares/linhagens por bandeja. Foram semeadas 10 a 12 sementes de cada cultivar/linhagem e dispostas para germinar em estufa plástica com ambiente parcialmente controlado (sistema de redução da temperatura do ar através da umidificação e renovação forçada por exaustores e sistema de elevação da umidade relativa do ar através de nebulização, ambos acionados automaticamente). A suspensão de esporos para a inoculação foi preparada a partir da agitação de Erlenmeyers com crescimento do patógeno, em água destilada esterilizada mais 5ml de solução de Tween 80 (0,01%) e posterior filtragem, sendo a concentração de esporos ajustada para $1,2 \times 10^6$ esporos.ml⁻¹, após estimativa com auxílio de câmara de Neubauer. Oito a doze plântulas de cada cultivar/linhagem foram aspergidas até o início do escorrimento com suspensão de esporos de cada raça fisiológica. Uma barra de pulverização acoplada a um reservatório com capacidade de 2L e um cilindro de dióxido de carbono foi utilizada para esse procedimento, sendo as plântulas mantidas em condições de umidade relativa do ar acima de 95% e temperatura do ar entre 22 e 27°C por 48 horas. Após esse período as plântulas permaneceram em crescimento em estufa plástica.

3.1.3.3 Avaliação

Sete dias após a inoculação, a reação dos genótipos foi avaliada de acordo com escala descritiva de 1 a 9 (Balardin et al., 1990). Plântulas sem sintomas visíveis (1); com poucas lesões pequenas (2); diversas lesões de tamanho diminuto, principalmente nas folhas primárias (3), foram classificadas como resistentes (graus 1 a 3). Plântulas com pequeno número de grandes lesões (4); numerosas pequenas lesões (5);

numerosas lesões de tamanho médio (6); com cancrios nas hastes, ou nos pecíolos, ou em ambas as faces das folhas sem causar a morte (7); com cancrios nas hastes e/ou nos pecíolos e/ou em ambas as faces das folhas que pudessem evoluir até a morte da plântula (8); plântula morta (9), foram consideradas suscetíveis (graus 3,1 a 9). Reações intermediárias (graus 3,1 a 6,9) foram consideradas como suscetíveis, exceto na avaliação do germoplasma local.

3.1.4 Análise de dados

Os dados obtidos foram analisados considerando os parâmetros índice de virulência (IV) das raças baseado na reação dos 128 genótipos agrupados como linhagens, cultivares comerciais meso-americanas, cultivares comerciais andinas, cultivares locais meso-americanas e cultivares locais andinas; índice de resistência dos genótipos considerando a totalidade das raças (IRt), as raças de ocorrência relatada no Brasil (IRb) e análise fenética.

O índice de virulência de cada uma das raças de *C. lindemuthianum* foi computado com base no número de cultivares com reação suscetível, em cada grupo considerado, sendo calculado pela equação: $IV = \frac{\text{Genótipos suscetíveis}}{\text{total de genótipos inoculados}}$. O índice de resistência de cada genótipo inoculado, incluindo os cultivares locais, foi calculado pela equação: $IR = \frac{\text{Reações de resistência}}{\text{total de raças inoculadas}}$.

Os dados da análise fenética de virulência/suscetibilidade foram obtidos a partir da matriz gerada pelos valores das reações, sendo considerado 0 para resistência e 1 para reação suscetível. A matriz de similaridade para virulência/suscetibilidade foi gerada através do programa SIMQUAL do Sistema de análises multivariadas e taxonomia numérica para computadores (NTSYS-pc) versão 1.70 (Exeter Software, Setauker, NY). As diferenças genéticas individuais entre as populações dos genótipos e das raças foram calculadas utilizando-se o coeficiente JACCARD. Os coeficientes de similaridade para agrupar os indivíduos

foram calculados através do processo SAHN (NTSYS-pc) pelo método UPGMA. Os fenogramas foram gerados pelo programa TREE DISPLAY (NTSYS-pc).

3.2 Resultados e discussão

Os índices de virulência das raças para os grupos de genótipos do estudo e de resistência dos genótipos, considerando a totalidade das raças e aquelas de ocorrência relatada no Brasil, são mostrados nos Anexos H a L. Os dados revelaram aumento na frequência de genótipos (linhagens e cultivares comerciais) com índice de resistência superior a 75% quando comparado os genótipos da década de 90 aos da década de 80 (Anexo G). Entretanto, deve ser considerado que tal incremento não foi estatisticamente significativo e não contemplou resistência a determinados genes de virulência cuja dispersão e abundância tem sido amostrada, tais como raças 31, 65, 81, 89. É relevante destacar que para esse grupo de raças, a ausência do gene Mexicano *Co-4* determinou grande parte das reações compatíveis. Estes resultados indicam a necessidade dos programas incorporarem tal gene ao conjunto de genes já presentes nos materiais.

Estratégia de controle genético atualmente relevante no manejo da antracnose do feijão consiste na incorporação de genes simples, obedecendo ao exposto pela resistência vertical. No entanto, a quebra da resistência devido à adaptação do patógeno a esta constituição genética, consiste na sua principal desvantagem. A ampla variabilidade patogênica de *C. lindemuthianum* (Balardin & Kelly, 1998; Kelly *et al.*, 1994; Pastor-Corrales & Tu, 1989; Restrepo *et al.*, 1994; Sicard *et al.*, 1997) associada à falta de genes efetivos contra todas as raças conhecidas do patógeno, são causas da baixa durabilidade da resistência. Neste sentido, o entendimento da estrutura populacional do patógeno, é vital para que a incorporação da resistência mantenha-se efetiva.

A análise dos resultados obtidos através da inoculação de vinte e duas linhagens meso-americanas de feijão, pertencentes a Programas

Nacionais de Melhoramento com 12 raças de *C. lindemuthianum* enfatiza a dificuldade de obtenção de resistência ampla de germoplasma de feijão frente à dinâmica populacional do patógeno (Anexo H).

Índice de resistência variável de 0 a 100% foi observado no conjunto de linhagens associado à suscetibilidade coincidente com as principais raças cosmopolitas no Brasil. Metade dos materiais testados apresentaram índice de resistência mínimo de 80%, considerando a reação para raças relatadas no Brasil (IRb) e o restante mostrou IRb menor do que 60% (Anexo H).

No agrupamento formado pelas linhagens com IRb igual ou superior a 80% (Anexo H), destacaram-se FT 901535, TB 9501 e TB 9713 com IRb de 80%; FT 84113, FT 97149, LM 95102835, MD 841, TB 9401 e TB 9707 com IRb de 90,0%; e FT 84105 e FT 961159 resistentes a todas as raças. No entanto, quatro linhagens desse grupo foram suscetíveis à raça 81 e outras três tiveram a resistência vencida pela raça 453. Esses resultados revelam nestes genótipos deficiência quanto à resistência condicionada pelos genes mexicanos, *Mexique II (Co-4)* e *Mexique III (Co-5)* que conferem resistência a essas raças, permitindo também deduzir que a base genética para incorporação de resistência à antracnose nesses materiais pode estar concentrada nos genes *A (Co-1)*, *Are (Co-2)* e *Mexique I (Co-3)*.

Esses resultados mostram limitada coerência entre o perfil populacional do patógeno e as fontes genéticas utilizadas para a incorporação da resistência. Metade dos materiais testados (11/22), embora apresentando 80% de índice de resistência à doença, foram suscetíveis a raças especialmente dispersas nas principais regiões produtoras (31, 65, 81 e 89). Se em alguns desses genótipos fossem incorporados complementarmente genes de resistência aos genes de virulência de raças abundantes, a probabilidade de a resistência tornar-se duradoura poderia ser aumentada.

Estudos sobre a estrutura populacional de *C. lindemuthianum* têm demonstrado a existência de raças de ocorrência localizada e de raças que podem se apresentar geográfica e amplamente distribuídas, o que já

foi relatado entre países (Balardin & Kelly, 1997), dentro de países (Rava *et al.*,1994) e Estados (Balardin, 1997). Mesmo quando a comparação ocorreu entre regiões produtoras de um mesmo Estado, a variabilidade do patógeno foi confirmada (Somavilla & Prestes, 1999).

Raças com relato de ocorrência freqüente e de distribuição cosmopolita, tais como 31, 65, 81 e 89 (Balardin, 1997; Somavilla & Prestes, 1999), assim como a raça 453 apresentaram índice de virulência de 54,5%. Importante destacar que todas foram coincidentemente virulentas a 12 das 22 linhagens testadas e que o agrupamento das raças baseado nos dados de virulência das linhagens mostra apenas a raça 521 como divergente (IV de 9,1%) (Anexo H e Figura 1). A observação destes resultados alerta para a necessidade de considerar a distribuição e ocorrência de raças por ocasião da escolha de genes a serem incorporados em germoplasma melhorado, de forma a proporcionar resistência durável.

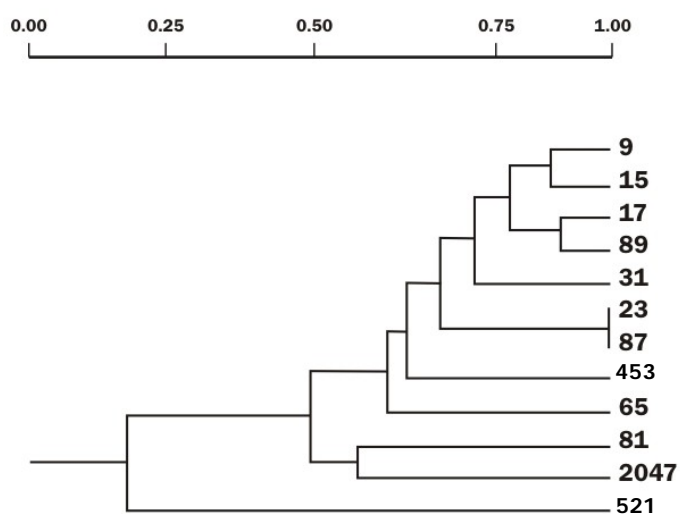


FIGURA 1 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 22 linhagens de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

Obtenção de resistência durável baseada na introdução de genes maiores, na medida em que estes sejam introduzidos oligogenicamente, freqüentemente tem sido relatada como ineficiente (Duvick, 1996). Genótipos resistentes a raças européias e da América do Norte (Krüger *et al.*, 1977; Fouilloux, 1979; Schwartz *et al.*, 1982) mostraram-se suscetíveis a raças latino-americanas (Menezes & Dianese, 1988; Rava *et al.*, 1993; Rodriguez, 1991; Restrepo, 1994; Pastor-Corrales *et al.*, 1995). Da mesma forma, raças de diferentes regiões podem se apresentar virulentas a germoplasma local (Balardin *et al.*, 1997).

Evidências da possível utilização de fontes genéticas com alguma semelhança e falta de complementaridade para ampliar o espectro de abrangência da resistência incorporada, podem ser observadas. Três linhagens pertencentes ao mesmo Programa foram deficientes quanto à resistência para uma raça e, outras três de outro Programa, foram igualmente suscetíveis a uma outra raça. Comparando a reação das linhagens TB 9501, TB 9713 e TB 9707 suscetíveis à raça 81, a FT 901535, FT 84113 e FT 84149, igualmente suscetíveis à raça 453, pode-se perceber semelhança entre as estratégias visando incorporação de resistência por parte dos diferentes Programas.

Maior diferença, do ponto de vista genético, pode ser observada entre linhagens através da análise fenética. O dendrograma mostra a formação de 3 grupos principais, destacando-se FT 961159 que apresentou maior divergência (Figura 2). No entanto, dentro de cada grupo verifica-se grande similaridade entre os genótipos que, na sua maioria, são pertencentes ao mesmo Programa. O processo de seleção para outras características pode estar determinando a perda de variabilidade ligada ao *locus* que governa resistência à antracnose.

A utilização intensa de apenas alguns genes em Programas de Melhoramento, desconsiderando a possibilidade da utilização de um

grupo de genes cuja resistência proporcionada seja de amplo espectro, pode conduzir a um tipo de resistência pouco durável. Por outro lado, o aproveitamento da resistência existente, bem como sua complementação com genes necessários para conferir resistência a um grupo maior de raças, poderia contribuir para o desenvolvimento de resistência durável à antracnose, conforme definido pela piramidação gênica.

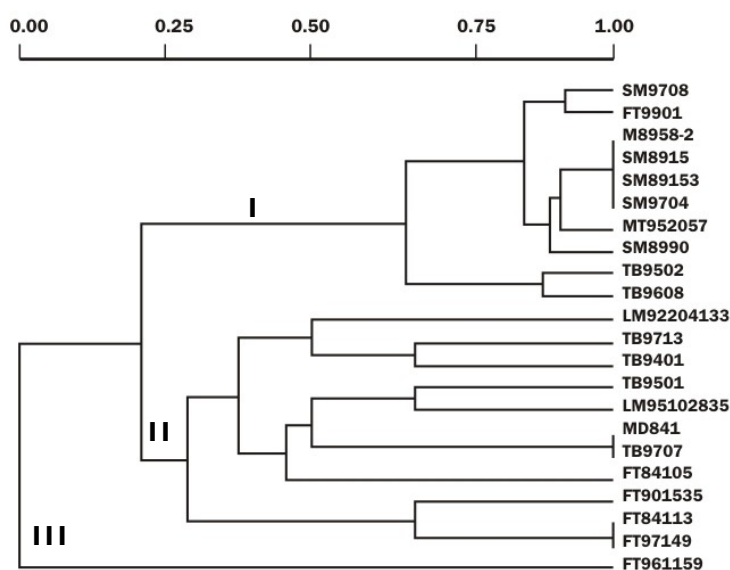


FIGURA 2 – Fenograma de 22 linhagens de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Entre as linhagens em avaliação na década de 80 (anos 80 até 89) foram observados dois grupos distintos (Anexo H). Um grupo foi formado pelas linhagens FT 84105 com IRb de 100% e FT 84113 suscetível somente à raça 453 e outro formou-se pelas linhagens M 8958-2, SM 8915, SM 89153 sem nenhuma resistência para as raças de ocorrência relatada no Brasil e SM 8990, resistente somente à raça 15. Linhagens da

década de 90 (anos 90 até 99) também demonstraram formação de grupos distintos considerando-se o IRb. Cinquenta e seis por cento (9 em 16) apresentaram IRb elevado (a partir de 80%), destacando-se FT 961159 com IRb de 100%, enquanto o restante ficou com IRb abaixo de 60%.

Na década de 80 FT 84113 foi suscetível somente a raça 453, enquanto que na década de 90, além da raça 453, houve 89, 81, 65 e 31 que limitaram de forma associada e isoladamente 8 entre 9 genótipos de elevado IRb. A limitação devido à provável deficiência do gene mexicano *Co-5* na década de 80, passa a ser também determinada pela deficiência provável dos genes *Co-1 (A)*, *Co-1²*, *Co-1³*, *Co-2 (Are)*, *Co-3*, *Co-4*, além do gene *Co-5* nas linhagens em avaliação na década de 90.

A tendência dos Programas de Melhoramento visando incorporação de resistência a antracnose do feijoeiro, discutida com base na análise dos dados gerados pela inoculação de 22 linhagens em avaliação nas décadas de 80 e 90, também foi evidenciada quando análise semelhante foi realizada com cultivares comerciais meso-americanos.

O índice de resistência total (IRt) geral apresentado pelo conjunto de cultivares comerciais meso-americanos variou de zero até o máximo de 83,3%. Apenas 8 dos 39 cultivares apresentaram IRt a partir de 75%. Onze formaram grupo com IRt intermediário, entre 41,7 e 66,7% e o restante (20/39) foram resistentes no máximo à 33,3% das raças inoculadas (Anexo I).

A análise fenética obtida pelos dados de virulência das raças não caracterizou a formação de agrupamentos. Grande similaridade foi observada entre os cultivares comerciais meso-americanos, à exceção do cultivar IAPAR 44 que apresentou maior divergência (Figura 3).

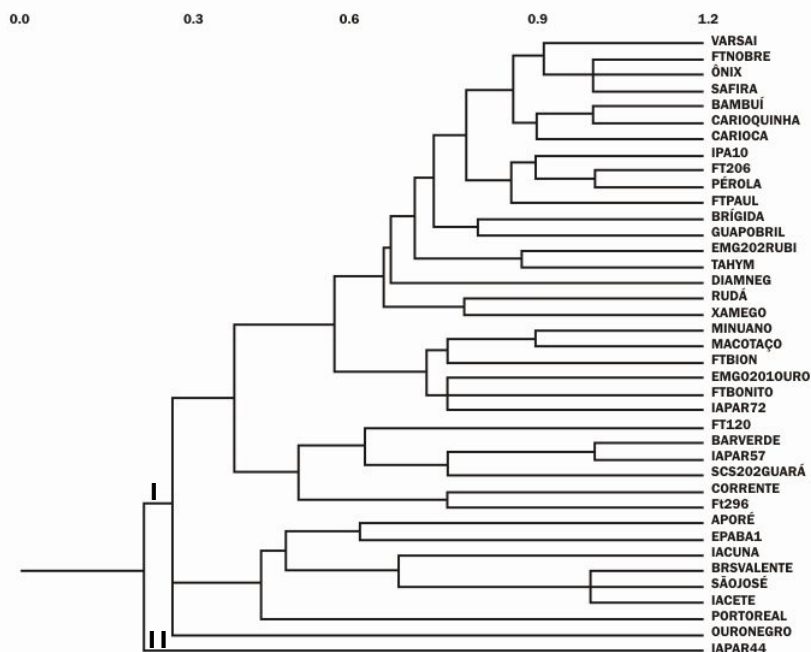


FIGURA 3 – Fenograma de 39 genótipos comerciais meso-americanos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Os cultivares comerciais de origem meso-americana que apresentaram maior índice de resistência foram SCS 202 GUARÁ, FT 296, IAC UNA, IAPAR 44 e OURO NEGRO com 75% e BRS VALENTE, IAC ETE E SÃO JOSÉ com IRt de 83,3%. Não houve genótipos resistentes à totalidade das raças mesmo quando considerado o IRb (Anexo I). Provavelmente a forma individualizada através da qual os genes estejam sendo introduzidos, associada à variabilidade do patógeno já relatada, esteja propiciando pressão de seleção local que resulta em baixa durabilidade da resistência. Esse fato pode explicar, também, o surgimento de raças cuja dispersão é basicamente clonal, sendo mantida baixa a freqüência de raças cosmopolitas na população de *C. lindemuthianum* (Balardin, 1997).

No agrupamento formado pelas linhagens que apresentaram um mínimo de 80% de IRb, pode-se observar a virulência das raças 31, 65, 81, 89 e 453 (Anexo H). No grupo de cultivares comerciais meso-americanos obtido pelo mesmo critério, além destas raças, foi observado patogenicidade causada pelas raças 9, 15 e 23 (Anexo I). Este aspecto pode indicar aumento no número de raças virulentas, que eventualmente constituem uma fração da variabilidade do patógeno que evoluiu na direção de vencer a resistência de novos cultivares. A escolha dos genes de resistência sem levar em consideração a estrutura da população do fungo minimiza a chance da base genética do germoplasma melhorado ampliar-se a ponto de manter-se estável mais tempo.

Os genótipos BRS VALENTE e SCS 202 GUARÁ indicados no ano 2000, mostram reação suscetível a um grupo de raças que indica a ausência dos genes *Co-4* (México II) e *Co-5* (México III). No entanto, considerando as reações dos genótipos testados que apresentaram IRb superior a 80%, podemos observar que estes dois genes também aparecem como limitantes nas melhores linhagens da década de 80 (*Co-5*), da década 90 (*Co-4* e *Co-5*) e nos cultivares comerciais meso-americanos da década de 90 (*Co-4* e *Co-5*). Estas observações alertam para o fato de que a deficiência desses genes nos materiais em melhoramento pode não estar sendo percebida ou sequer considerada.

Um caso específico, do cultivar IAPAR 44 que apresentou suscetibilidade às raças 9 e 15 (Anexo I), deve ser analisado mais detalhadamente, considerando a possibilidade da existência de variabilidade genética além daquela que pode ser determinada pela análise da virulência (Balardin *et al.*, 1997). Mesquita *et al.* (1998) mostraram diferenças moleculares entre isolados das raças 89 e 69, resultados que apesar de não poderem ser relacionados diretamente aos *loci* responsáveis pela virulência aos cultivares diferenciadores atualmente

utilizados, foram considerados como indicativo importante de que uma porção da variabilidade de isolados não é discriminada pela atual série diferencial.

A raça 9 é caracterizada pela reação patogênica aos cultivares diferenciadores Michelite e Cornell 49242, respectivamente com valores binários 1 e 8 e a raça 15 caracteriza-se pela patogenicidade em Michelite, MDRK, Perry Marrow e Cornell 49242, com valores binários respectivos de 1, 2, 4 e 8 (Pastor-Corrales, 1991). A suscetibilidade do cultivar IAPAR 44 tanto à raça 9 quanto a raça 15, indicaria neste genótipo a presença dos genes *Co-1*(MDRK) e *Co-2* (Cornell 49242) (Pastor-Corrales, 1991). No entanto, a reação de resistência verificada para outras raças (23, 31, 87 e 89) igualmente virulentas aos referidos genes, não permite suporte para esta afirmação.

A partir disso, é possível inferir que a reação do cultivar IAPAR 44 poderia ser mais bem definida por outras raças (Figura 3). Neste caso, esta possibilidade poderia ser sustentada pela provável incapacidade do conjunto diferenciador utilizado caracterizar essas reações. Outra inferência que pode ser feita é no sentido de que as raças aqui consideradas como 9 e 15 poderiam apresentar outros fatores de virulência capazes de vencer a resistência do cultivar IAPAR 44, mas não discriminados pelo conjunto diferenciador. O fato de que a diversidade genética da população de um patógeno não é caracterizada integralmente pela análise da virulência pode ser usado como sustentação para estas hipóteses (Guzman *et al.*, 1995; Levy *et al.*, 1993; Maclean *et al.* 1995).

Cultivares comerciais de origem andina apresentaram índice de resistência (Anexo J) e variabilidade genética quanto à resistência a *C. lindemuthianum* (Figura 4) muito reduzidos. No entanto, considerando o índice de virulência (IV) mostrado apenas pelas raças de ocorrência relatada no Brasil, maior amplitude foi observada na variação da reação

de germoplasma melhorado e local de origem andina, quando comparada à similaridade das reações obtidas de germoplasma melhorado e local de origem meso-americana (Figura 5 e Anexos H, I, J, K, L). Essas reações evidenciam maior variabilidade presente em germoplasma andino do que aquela apresentada em germoplasma meso-americano. Observação que também pode ser tomada através do agrupamento das raças determinado pela análise fenética a partir da virulência apresentada ao germoplasma andino melhorado (Figura 6) e local (Figura 7) e ao germoplasma meso-americano melhorado (Figura 1 e 8) e local (Figura 9).

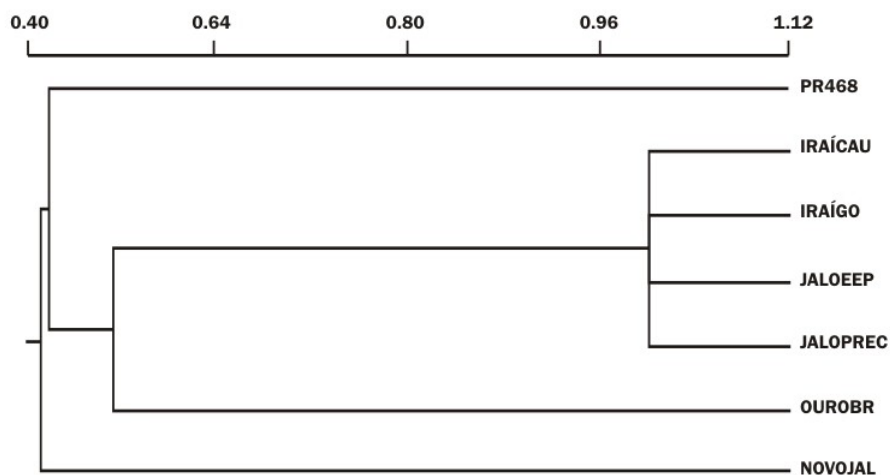
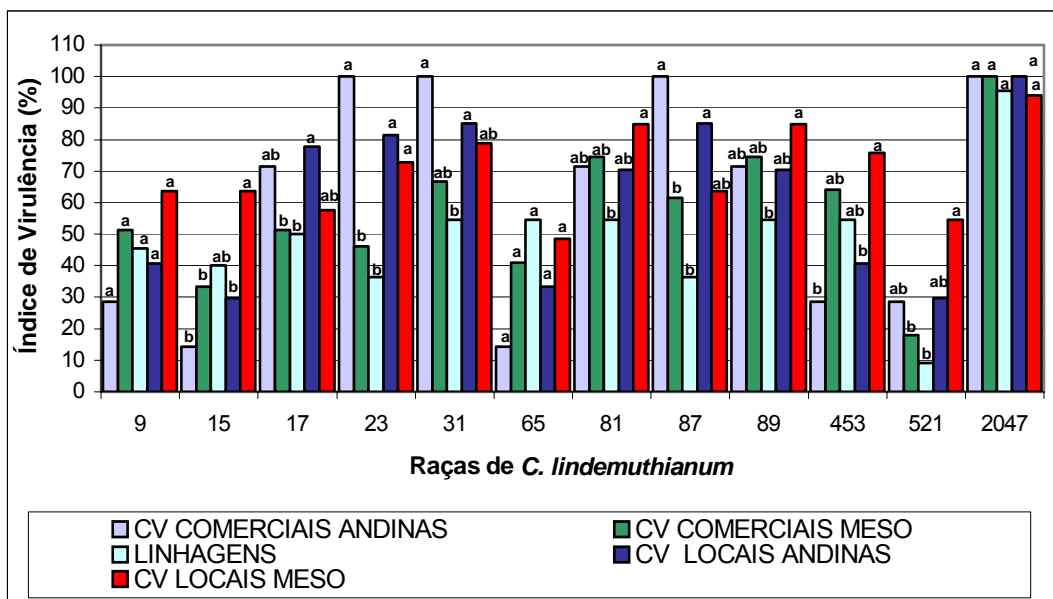


FIGURA 4 – Fenograma de 7 genótipos comerciais andinos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.



Nota: Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha = 0,05$).

FIGURA 5 – Freqüência do índice de virulência das raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* obtido da inoculação de 22 linhagens, 39 genótipos comerciais meso-americanos, 7 genótipos comerciais andinos, 33 genótipos locais meso-americanos e 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

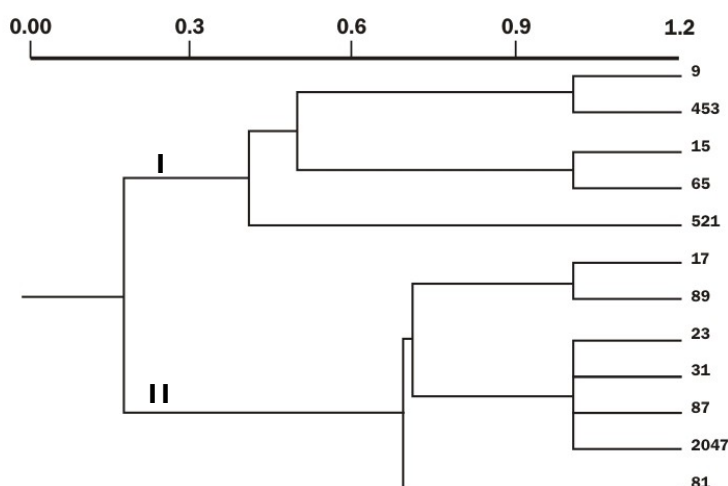


FIGURA 6 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 7 genótipos comerciais andinos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

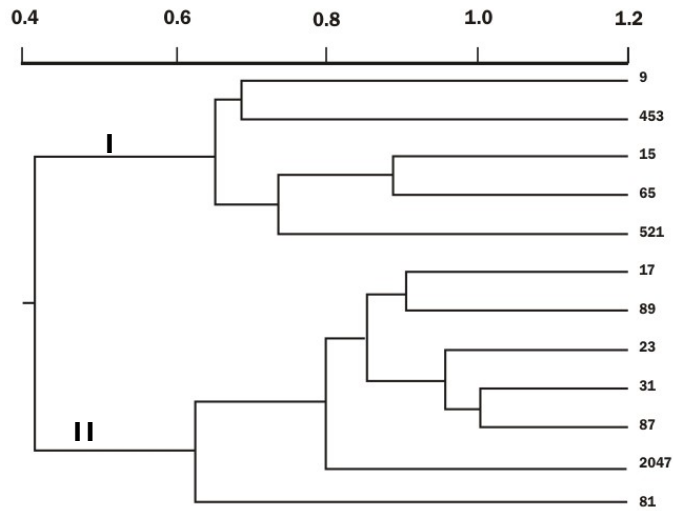


FIGURA 7 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

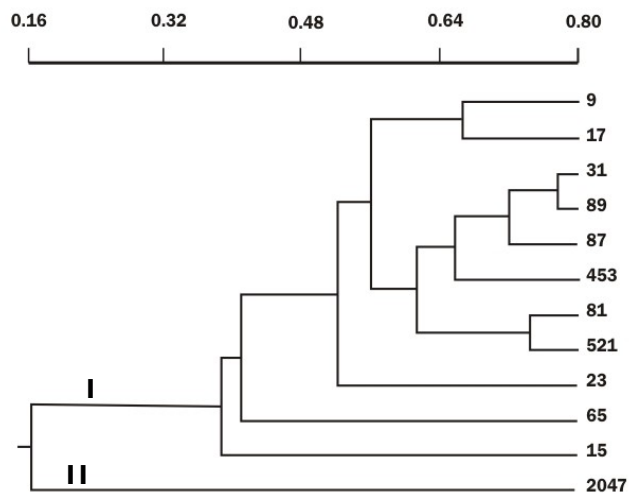


FIGURA 8 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 39 genótipos comerciais meso-americanos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

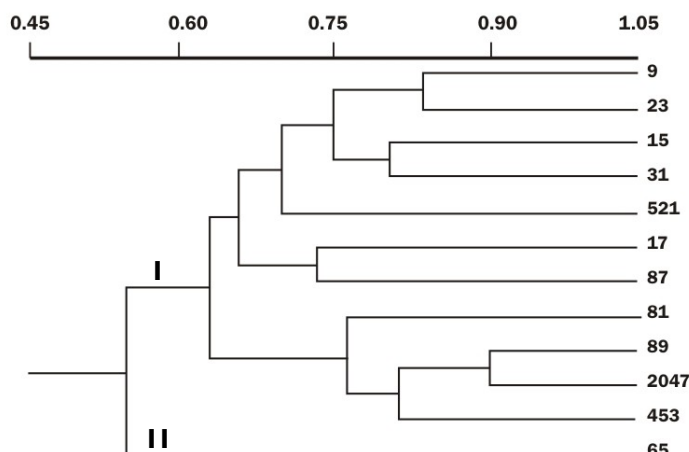


FIGURA 9 – Fenograma de 12 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 33 genótipos locais meso-americanos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, RS. 2004.

Um grupo de raças com IV menor do que 30% e outro cujas raças foram virulentas para mais de 70% dos genótipos comerciais andinos foram formados (Anexo J). As raças 23, 31, 87 e 2047 foram virulentas a todos os cultivares comerciais andinos enquanto 17, 81 e 89 apresentaram IV de 71,4%. A formação desses 2 grupos de raças também foi observada pela análise fenética obtida através dos dados de virulência das raças aos cultivares comerciais andinos (Figura 6). O elevado IV (acima de 70%) apresentado por esse grupo de raças pode ser explicado pela capacidade comum em atacar o gene presente no cultivar diferenciador Widusa e provavelmente também presente nos genótipos testados (Figuras 5 e 6 e Anexo J).

Esses resultados mostram que a reunião de genes andinos e meso-americanos num mesmo genótipo através da piramidação, visando ampliar o espectro de abrangência da resistência e, conseqüentemente, aumentar a durabilidade conforme tem sido sugerido (Casela *et al.*, 1995;

Duvick, 1996; Levy *et al.*, 1993; Young & Kelly, 1997), pode não ter pleno êxito, principalmente se não for considerado a distribuição das raças entre as regiões de cultivo (Balardin & Kelly, 1998). Balardin *et al.* (1997) sugerem que a estratégia de controle da antracnose baseada na transferência de genes de um *pool* gênico de *P. vulgaris* para outro pode não conferir resistência durável, pois o patógeno *C. lindemuthianum* pode não se apresentar perfeitamente estruturado de forma coerente a *pools* gênicos específicos do hospedeiro.

Comparando-se o índice de virulência mostrado pelas raças 15 (14,3%) e 23 (100,0%), ambas de reação tipicamente andina, pode-se perceber diferença na capacidade das raças em vencer a resistência dos cultivares testados. Isto pode sugerir que o germoplasma analisado não seja realmente derivado do *pool* gênico andino ou pode ter sofrido pressão de seleção local, tendo em vista que o germoplasma meso-americano é predominantemente cultivado nas regiões produtoras brasileiras.

A amplitude do índice de virulência para os cultivares comerciais meso-americanos foi de 33,3 a 74,4% (Figura 5 e Anexo I), enquanto que para as linhagens foi observada a menor variação, de 36,4 a 54,5% (Anexo H e Figura 5), considerando as raças relatadas no Brasil. Esses dados indicam que nenhuma raça foi especialmente virulenta a esses genótipos, fato que pode ser explicado pela resistência incorporada no germoplasma em melhoramento.

Reação do germoplasma local a 12 raças de *C. lindemuthianum* observada nos Anexos K e L, mostra reduzido índice de resistência geral nesses genótipos às raças fisiológicas consideradas. Vinte e cinco deles apresentaram IRb abaixo de 36,4% enquanto outros 27 mostraram IRb intermediário entre 36,4 e 63,6%. Apenas 4 genótipos locais andinos e 3 genótipos locais meso-americanos mostraram resistência mínima a 80% das raças relatadas nas regiões produtoras brasileiras. Neste grupo, destacaram-se os andinos CF 36, CF 62 e CF 63 com IRb de 90,1% e CF

31 com IRb de 100%; e os meso-americanos CF 22 e CF 66 com IRb de 81,8% e VERMELHO, resistente a todas as raças inoculadas (Anexos K e L).

Observação semelhante pode ser feita através da análise fenética que demonstra a formação de dois grupos principais, tanto para o germoplasma local andino, quanto para o meso-americano. O genótipo VERMELHO apresentou maior distância genética em relação ao grupo formado pelo restante dos genótipos locais meso-americanos (Figura 10). Ao passo que os genótipos CF 36, CF 63, CF 62 e CF 31, muito similares entre si, formaram grupo geneticamente divergente do grupo formado pelo restante dos genótipos locais de origem andina (Figura 11).

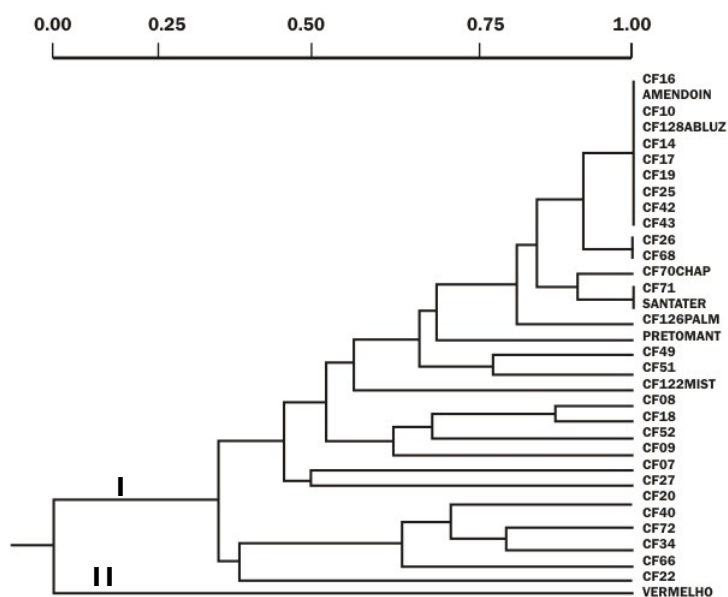


FIGURA 10 – Fenograma de 33 genótipos locais meso-americanos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

As reações apresentadas por CF 31 e VERMELHO sugerem a existência de um tipo de resistência complexa nesses genótipos,

provavelmente formada por mais de um gene a exemplo do que ocorre com os cultivares diferenciadores AB 136 e G 2333. Esses resultados podem ser considerados como evidência da existência de fontes genéticas capazes de conferir resistência complexa à antracnose do feijoeiro, a partir de germoplasma local.

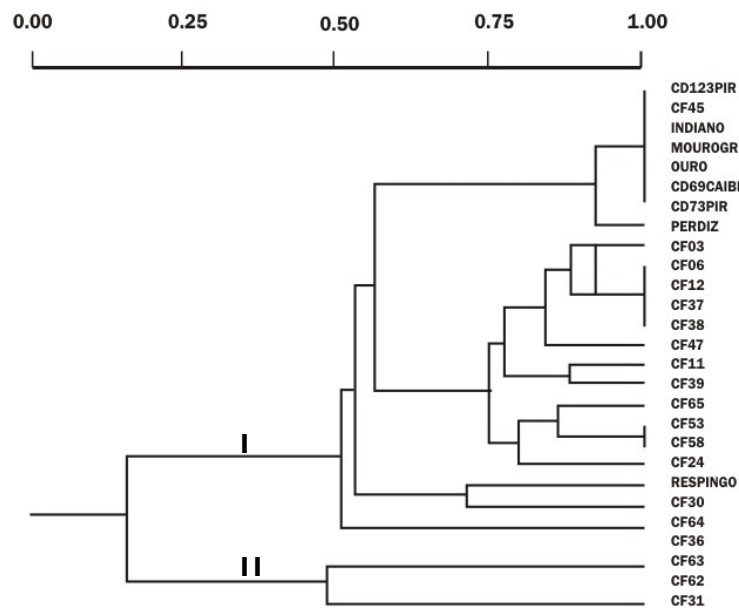


FIGURA 11 – Fenograma de 27 genótipos locais andinos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseado nos dados de virulência obtidos através da inoculação de 12 raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Entre as raças de ocorrência relatada no Brasil e que foram virulentas ao grupo de genótipos que apresentou IRb mínimo de 80% podemos observar que a raça 81 foi virulenta a 3 cultivares locais andinos (CF 36, CF 62 e CF 63) e, associada às raças 65 e 89 venceu também a resistência de 2 cultivares locais meso-americanos (CF 22 e CF 66) (Anexos K e L). Reação semelhante já foi caracterizada neste trabalho para outros grupos de genótipos (linhagens e cultivares comerciais),

podendo ser interpretada como necessidade de que esta raça esteja incluída entre aquelas usadas para testar os genótipos em melhoramento, nos Programas que visam à incorporação de resistência do tipo durável à antracnose.

Considerando as reações de resistência (R) inclusas as do tipo intermediário (I), observa-se que os genótipos locais CF 47 (andino), CF 27 e CF 52 (meso-americanos) com IRb de 54,5% (Anexos K e L), não apresentam reação de suscetibilidade (S) à nenhuma das raças inoculadas. Entretanto, foram resistentes à metade das raças inoculadas e mostraram reação intermediária ao restante. A reação observada nesses materiais pode sugerir, a existência de níveis de resistência que não sejam do tipo raça-específica.

4 Experimento 2

Reação de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a quatro raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*, em diferentes estádios fenológicos.

Introdução

A antracnose causada pelo fungo *C. lindemuthianum* é a doença foliar mais importante da cultura do feijão. Em condições favoráveis ao seu desenvolvimento e sobre cultivares suscetíveis, pode determinar perdas de até 100%, quando utilizadas sementes infectadas (Zaumeyer & Thomas, 1957; Rava & Sartorato, 1994). Entre as estratégias de controle, o uso de cultivares resistentes destaca-se como o método mais prático e econômico, sendo por esse motivo de mais fácil adoção pelos agricultores (Rava *et al.*, 1999).

Resistência de natureza mono ou oligogênica, apesar de não ser reconhecida como a estratégia de controle mais desejável contra patógenos de grande variabilidade, como *C. lindemuthianum*, tem sido amplamente utilizada em programas de melhoramento pela facilidade de reconhecimento e seleção por meio de inoculação artificial no estágio de plântula. No entanto, outro tipo de resistência, denominada de resistência de planta adulta também já foi caracterizada em cultivares de feijão e pode ter seu efeito somado à resistência juvenil, aumentando a possibilidade de obtenção de cultivares com resistência mais duradoura ao *C. lindemuthianum* (Rava *et al.*, 1999).

O presente trabalho teve por objetivo a caracterização da reação de genótipos de feijão nos estádios de desenvolvimento V1/V2, V4/R5 e R5/R6 a quatro raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*

4.1 Material e métodos

4.1.1 Germoplasma de *Phaseolus vulgaris* e raças de *Colletotrichum lindemuthianum*

Vinte e seis genótipos de *P. vulgaris* (cultivares comerciais, cultivares locais e linhagens) foram inoculados com as raças fisiológicas 23, 31, 65 e 89 de *C. lindemuthianum*, nos estádios de desenvolvimento V1/V2, V4/R5 e R5/R6. Dezoito genótipos foram selecionados apresentando notas médias de severidade diferentes de 1 e 9 (Balardin, 1990) para as raças 23, 31, 65 e 89 no estágio de desenvolvimento V1/V2. Os genótipos SM 8915, CF 16, CF 17 e MOURO GRAÚDO foram utilizados como padrões de reação suscetível e FT 84113, FT 961159, FT 84105 e CF 63, padrões de reação resistente no estágio V1/V2 para as raças do estudo.

4.2 Determinação da reação do genótipo

4.2.1 Produção de inóculo

O inóculo de cada uma das raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* foi oriundo de cultura monospórica estocado a -5°C : a) em envelopes de papel alumínio contendo pedaços de papel filtro com micélio do fungo; b) em envelopes de papel e tubos de vidro com porções de tecido de feijão (hastes e pecíolos) contendo lesões. Inicialmente o inóculo, de ambos os estoques, foi transferido para placas de Petry com meio Mathur. O meio de cultura foi preparado com dextrose ($8,0\text{g.l}^{-1}$), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($2,5\text{g.l}^{-1}$), KH_2PO_4 ($2,7\text{g.l}^{-1}$), neopeptona ($2,4\text{g.l}^{-1}$), extrato de levedura ($2,0\text{g.l}^{-1}$) e ágar ($16,0\text{g.l}^{-1}$). Após formação visível de acérvulos, a superfície do meio de cultura foi raspada com alça de Drigalsky, adicionando-se água destilada esterilizada e solução de Tween 80 (0,01%).

Para propiciar a recuperação da viabilidade do patógeno em níveis semelhantes entre as raças fisiológicas, procedeu-se à inoculação de cada raça em plântulas de feijão, cultivar FT Nobre em estágio V1/V2 (CIAT, 1987). Com auxílio de micropipeta e alça de Drigalsky, a suspensão de esporos desalojados foi espalhada em ambas as superfícies das folhas primárias, hastes e pecíolos das plântulas dispostas em copos plásticos (100ml) com substrato comercial para produção de mudas. Após a inoculação, as plântulas foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes por 48 horas com o substrato saturado por água, em temperatura do ar entre 22° e 25°C, fotoperíodo de 16h/8h (luz/escuro). Subseqüentemente, retiraram-se os sacos plásticos sendo as plântulas mantidas por mais 5 a 10 dias em condições de umidade relativa do ar ambiente.

Findo o período de incubação, com o aparecimento de sintomas, porções de tecido contendo lesões foram transferidas para placas de Petry com meio Mathur, repetindo-se o procedimento de produção de inóculo para uso no experimento até novo isolamento para todas as raças. Não foi realizado novo isolamento monospórico. A confirmação da reação das raças foi obtida através do conjunto diferenciador (Anexo F). O inóculo final foi obtido através da transferência de porções de meio contendo colônias desenvolvidas a partir do segundo isolamento para Erlenmeyers com meio vagem esterilizado, no escuro completo até abundante esporulação.

4.2.2 Inoculação

Sementes dos 26 genótipos de *P. vulgaris* foram semeadas em bandejas plásticas medindo 34cm x 23cm x 7cm e em vasos plásticos flexíveis com capacidade de 5L contendo substrato elaborado a partir da mistura (v/v/v) de solo peneirado (35%), cama de aves peneirada (30%) e casca de arroz (35%). Foram semeados 4 cultivares/linhagens por

bandeja e um cultivar/linhagem por vaso (6 sementes por vaso para obter um estande final de 4 plantas) sendo postos para a germinação e crescimento em estufa plástica com ambiente parcialmente controlado (sistema de redução da temperatura do ar através da umidificação e renovação forçada por exaustores e sistema de elevação da umidade relativa do ar através de nebulização, ambos acionados automaticamente). A suspensão de esporos para a inoculação foi preparada a partir da agitação de Erlenmeyers com crescimento do patógeno, em água destilada esterilizada, mais 5mL de solução de Tween 80 (0,01%) e posterior filtragem, sendo a concentração de esporos ajustada para $1,0 \times 10^6$ esporos.mL⁻¹, após estimativa com auxílio de câmara de Neubauer. A inoculação foi realizada através de uma suspensão de esporos de cada raça fisiológica, com auxílio de um micropulverizador (aerógrafo) com capacidade de 21mL acoplado a um cilindro de dióxido de carbono. Os genótipos dispostos nas bandejas foram inoculados quando as plântulas atingiram a expansão completa das folhas primárias (estádio V1/V2), sendo aspergidas oito a doze plântulas de cada cultivar/linhagem. Dos genótipos dispostos nos vasos foram inoculadas no estágio vegetativo (V4/R5), as folhas do terceiro e quarto nós de duas plantas e no estágio de floração plena (R5/R6), 2 folhas do terço superior das outras duas plantas do vaso. Após a inoculação as plantas foram mantidas em condições de umidade relativa do ar acima de 95% e temperatura do ar entre 22 e 25°C por 48 horas, permanecendo após esse período, em crescimento em estufa plástica com ambiente parcialmente controlado.

4.2.3 Avaliação

A reação de cada genótipo foi avaliada de acordo com escala de severidade de 1 a 9, aplicada aos três estádios de desenvolvimento do feijoeiro. No estágio V1/V2: plântulas sem sintomas visíveis (1); com

poucas lesões pequenas (2), diversas lesões de tamanho diminuto, principalmente nas folhas primárias (3), foram classificadas como resistentes (graus 1 a 3). Plântulas com pequeno número de lesões de tamanho médio (4); numerosas pequenas lesões (5); numerosas lesões de tamanho médio (6), foram consideradas de reação intermediária (graus 3,1 a 6,9). Plântulas com cancrios nas hastes ou nos pecíolos ou em ambas as faces das folhas, sem causar a morte (7); com cancrios nas hastes e/ou nos pecíolos e/ou em ambas as faces das folhas podendo evoluir até a morte (8); plântula morta (9), foram consideradas como suscetíveis (graus 7 a 9) (Balardin, 1990).

Nos estádios V4/R5 e R5/R6: folhas sem sintomas visíveis ou com poucos sintomas, número médio de lesões de tamanho diminuto, foram classificadas como resistentes (graus 1 a 3). Folhas com numerosas pequenas ou poucas lesões médias, ou com cancrios nos pecíolos ou em ambas as faces não causando a morte, foram consideradas de reação intermediária (graus 3,1 a 6,9). Folhas com necrose nos pecíolos, abundante número de lesões grandes nas nervuras e limbo, podendo causar a morte, foram consideradas como suscetíveis (graus 7 a 9) (CIAT, 1987).

4.3 Análise de dados

Os dados obtidos foram analisados considerando o número médio de lesões e a proporção de genótipos com reação resistente (R), intermediária (I) e suscetível (S) nos três estádios de desenvolvimento para cada raça inoculada.

4.4 Resultados e discussão

A idade da planta mostrou influenciar a reação de genótipos de feijão quando inoculados com raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*. Foi

observada tendência de aumento na proporção de genótipos resistentes na medida em que houve avanço na idade da planta, exceto para a raça 65. Inoculações realizadas nos estádios V1/V2 produziram número inferior de genótipos resistentes quando comparado às inoculações realizadas nos estádios V4/R5 e R5/R6 (Figura 12 e Anexos M a Q).

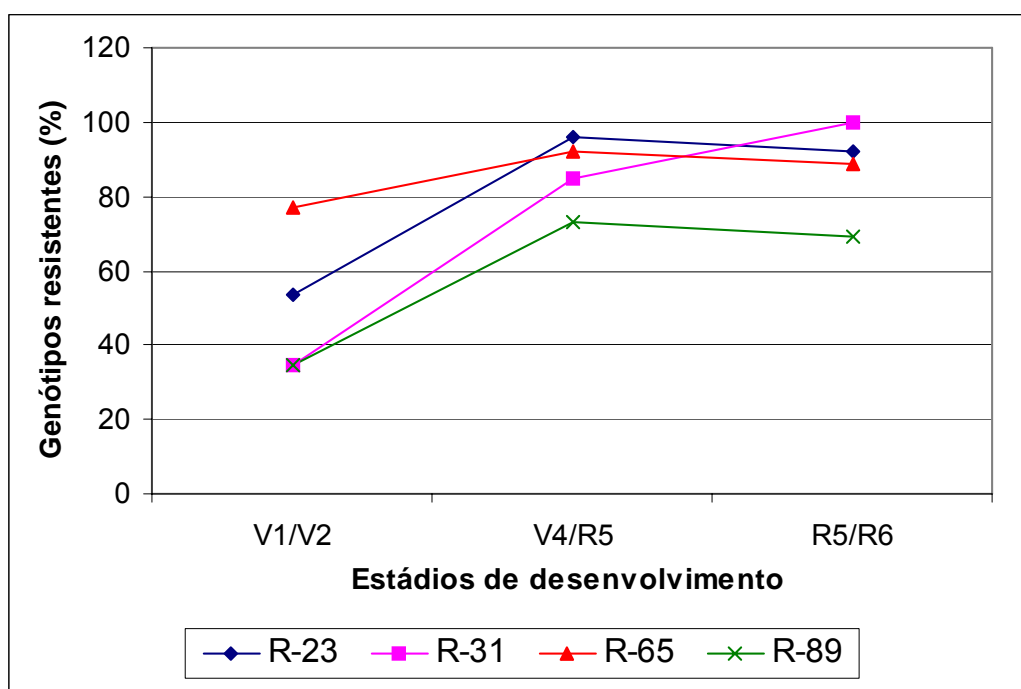


FIGURA 12 – Proporções de genótipos resistentes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em 3 estádios fenológicos, obtidas da inoculação de 4 raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Foi observada tendência semelhante entre todas as raças fisiológicas utilizadas, embora algumas divergências pontuais tenham ocorrido. A raça 31, entre os estádios V4/R5 e R5/R6, manteve a mesma tendência do observado entre os estádios V1/V2 e V4/R5. Esses resultados demonstram diminuição gradativa na virulência da raça 31, na medida em que o desenvolvimento da planta ocorreu. No estágio R5/R6

todos os genótipos apresentaram-se resistentes a esta raça (Figura 12 e Anexos N e Q).

No caso da raça 65 foi observada menor variação no número de genótipos resistentes, quando comparada às raças 23, 31 e 89 nos três estádios de desenvolvimento do feijoeiro (76,9% em V1/V2, 92,3% em V4/R5 e 88,5% em R5/R6) (Figura 12 e Anexos M a Q). O estádio de desenvolvimento da planta parece ter menor influência sobre a resistência do germoplasma para esta raça. Essas observações demonstram que o efeito da idade da planta sobre a proporção de genótipos resistentes pode ser variável de acordo com a raça fisiológica inoculada. Rava *et al.*, (1999) também observaram semelhante efeito, quando inocularam seis cultivares de feijão em seis idades diferentes, com quatro raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*.

Menor amplitude na variação de genótipos com reação resistente para as raças do estudo (73,1 a 96,1%), foi observada no estádio V4/R5 (Figura 12 e Anexo Q). Amplitude maior foi verificada no estádio V1/V2, indicando efeito diferenciado da resistência dos genótipos (resistência juvenil) sobre as raças. Resultados semelhantes foram obtidos através da reação da raça BA-4 sobre 4 cultivares diferenciadores (Dark Red Kidney, Perry Marrow, Michelite e Emerson 870) e Rico 23 (Coronel & Chaves, 1975).

Para todas as raças inoculadas os genótipos cuja reação foi suscetível na fase juvenil apresentaram reação intermediária ou mostraram-se resistentes na fase adulta. O genótipo MOURO GRAÚDO apresentou reação suscetível em V1/V2, intermediária em V4/R5 e resistente em R5/R6 para todas as raças inoculadas, caracterizando aumento gradativo da resistência com a idade da planta (resistência de planta adulta). Outros genótipos, como CF16 e CF17 também apresentaram reação semelhante nos três estádios de desenvolvimento, mas não para a totalidade das raças (Anexos M a P). Coronel & Chaves (1975) observaram que as cultivares suscetíveis mantiveram-se

suscetíveis, apesar de apresentar reação indicando menor severidade (Rico 23, Michelite e Emerson 847), ou resistentes, porém, com reação indicando infecção leve à moderada (Perry Marrow).

Inoculações realizadas nos estádios V1/V2 e V4/R5, para nenhuma das raças utilizadas no experimento, produziram perda da resistência dos genótipos. No entanto, quando foram comparados os estádios V4/R5 e R5/R6, em alguns casos foi observada variação na reação resistente para intermediária. Os genótipos SM 8915 e CF 51 em reação a raça 23, CF 16 em reação a raça 65 e BARRIGA VERDE, FT 961159, FT BIONOBRE e SM 8915 em reação a raça 89, são exemplos (Anexos M a P).

O aumento da resistência de um estágio de desenvolvimento para outro (S-R ou S-I), principalmente observado entre os estádios V1/V2 e V4/R5, aparentemente esteve relacionado a uma diminuição no número de lesões (Anexos M a P). Por outro lado, a redução no número de lesões foi coerente ao aumento na resistência ou mesmo uma manutenção da mesma reação (R-I, I-I ou R-R) principalmente entre os estádios V4/R5 e R5/R6.

Inoculações em plantas jovens resultam em lesões de tamanho maior do que as resultantes de inoculações feitas em plantas adultas (Coronel & Chaves, 1975). Lesões formadas em tecidos mais velhos de plantas suscetíveis têm o seu tamanho e a natureza da formação influenciados por dois fatores: o mecanismo de resistência das fibras do xilema com parede fina e elementos lignificados e a invasão do patógeno no córtex, limitados pela rápida perda d'água das células necrosadas (Griffey & Leach, 1965). Ambas as situações são relacionadas a mecanismos de defesa normalmente desenvolvidos com a ontogênese da planta. Importante destacar, neste sentido, que aos mecanismos genéticos de resistência devem ser agregadas observações quando aos mecanismos de defesa.

5 CONCLUSÕES

1. Variabilidade no germoplasma de feijão comum quanto à resistência ao *C. lindemuthianum*, não se mostrou agrupada de acordo com década de lançamento, local de origem ou mesmo *pool* gênico;
2. Maior diversidade foi observada entre os genótipos locais de feijão comum;
3. Variabilidade em linhagens de feijão comum não se mostrou ligada à estrutura populacional do patógeno *C. lindemuthianum*;
4. A cultivar diferenciadora Widusa pode constituir importante fonte genética para resistência à antracnose em germoplasma meso-americano de feijão comum;
5. Genes de resistência mexicanos constituem importantes fontes genéticas para programas de melhoramento, visando resistência à antracnose do feijoeiro comum, nas condições do Sul do Brasil;
6. Os genótipos locais CF31 e VERMELHO podem constituir importantes fontes de resistência genética complexa à antracnose em germoplasma de feijão comum;
7. Resistência à antracnose em germoplasma de feijão pode variar com o envelhecimento da planta considerando interações específicas entre raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* e genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, D. J.; Dessert, M.; Trutmann, P.; Voss, J. Common beans in Africa and their constrains. In: Schwartzand, H. F.; Pastor-Corrales M. A. **Bean Production Problems in the Tropics**. 2 ed. CIAT, Cali, Colombia. 1989, p. 9-32.

Andrus, C. F.; Wade, B. L. The factorial interpretation of anthracnose resistance in beans. **USDA Tech. Bull.** 1942, p. 1-29.

Ayoadu, U. W. U. **Races of bean anthracnose in Malawi**. Turrialba. 1974, 24:311-314.

Balardin, R. S. Identificação de raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* no Rio Grande do Sul. **Fitopatol. Bras.** 1997, 27:1-4.

Balardin, R. S.; Jarosz, A.; Kelly, J. D. Virulence and molecular diversity in *Colletotrichum lindemuthianum* from South, Central and North America. **Phytopathology**. 1997, 87:1184-1191.

Balardin, R. S.; Kelly, J. D. Molecular characterization of variability in *Colletotrichum lindemuthianum*. **Ann. Rep. Bean Improv. Coop.** 1998,41:19-20.

Balardin, R. S.; Kelly, J. D. Re-characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* races. **Ann. Rep. Bean Improv. Coop.** 1997, 40:126-127.

Balardin, R. S.; Kelly, J.D. Identification of race 65-epsilon of bean anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) in Michigan. **Plant Dis.** 1996, 80:712.

Balardin, R. S.; Pastor-Corrales, M. A.; Otoy, M. M. Variabilidade patogênica de *Colletotrichum lindemuthianum* no Estado de Santa Catarina. **Fitopatol. Bras.** 1990, 15:243-245.

Balardin, R. S.; Smith, J. J.; Kelly, J. D. Ribosomal DNA polymorphism in *Colletotrichum lindemuthianum*. **Mycol. Res.** 1999, 103:841-848.

Bannerot, H. Results de l'infection d'une collection de haricots par six races physiologiques d'anthracnose. **Annales de Amelioration des Plantes** (Paris) 1965, 15:201-222.

- Barrus, M. F. Variation of cultivars of beans in their susceptibility to anthracnose. **Phytopathology**. 1911, 1:190-195.
- Barrus, M. F. Varietal susceptibility of beans to strains of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) B. & C. **Phytopathology**. 1918, 8:589-605.
- Beebe, S. E.; Pastor-Corrales, M. A. Breeding for disease resistance. In: **Common beans: Research for crop improvement**. Van Schoonhoven, A.; Voysest, O. C.A.B. International, CIAT, Cali, Colombia. 1991, p.561-617.
- Blondet, A. **L`anthracnose du haricot: etudé des races physiologiques du *Colletotrichum lindemuthianum***. PhD thesis, Faculte de Science, Paris, France, 1963.
- Brücher, H. The wild ancestor of *Phaseolus vulgaris* in South America. In: **Genetics Resources of Phaseolus Beans**. Gepts, P. Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p. 185-214.
- Brunner, B. R.; Beaver, J. S. Estimation of outcrossing of dry beans in Puerto Rico. **Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.** 1988, 31:42-43.
- Burkholder, W. H. The gamma strain of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) B. & C. **Phytopathology**. 1923, 13:316-323.
- Casela, C. R.; Ferreira, A. S.; Zeller, K. A.; Levy, M. Pathotype variation in the sorghum anthracnose fungus: a phylogenetic perspective for resistance breeding. In: **Disease Analysis through Genetics and Biothecnology**. Leslie, J. F.; Frederiksen, R. A. Ames, Iowa State University Press, IO. 1995, p.257-288.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Viveiro Internacional de Rendimiento y Adaptación del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali, Colombia. 2000, 195p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. In: **Annual Report of the Bean Program**. CIAT, Cali, Colombia. 1995, p. 50-53.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Standard system of the evaluation of the bean germplasm**. Cali, Colombia. 1987, 54p.
- Chaves, G. La antracnosis. In: Schwartz, H.F. & Galvez, G.E. **Problemas de Producción del Frijol**. Cali, CIAT, 1980. p. 37-53.

Charrier, A.; Bannerot, H. Contribution à l'étude des races physiologiques de l'antracnose du haicot. **Ann. Phytopathol.** 1970, 2:489-506.

Coronel, I. C. C.; Chaves, G. M. Efeito da interação idade da planta – concentração de inóculo sobre o grau de suscetibilidade do feijoeiro a raças de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Revista Ceres.** 1975, 22(123):305-317.

Crispin, M.A.; Sifuentes, J.A.; Avila, J.C. **Enfermedades y plagas del frijol en México.** INIA, México. 1976, 42p. (Folheto de Divulgacion, 39).

Cruickshank, I. A. M. Strains of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) in eastern Australia. **J. Aust. Agric. Sci.** 1966, 32:134-135.

Debouck, D. G. Phaseolus germplasm exploration. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus Beans.** Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p. 3-30.

Debouck, D. G. Systematics and morphology. In: van Schoonhoven, A.; Voysest, O. **Common Beans: Research for Crop Improvement.** C.A.B. Int., Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia. 1991, p.55-118.

Delgado, S.; Bonet, A. A.; Gepts, P. The wild relative of *Phaseolus vulgaris* in Middle America. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus Beans.** Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p. 163-184.

Dillard, H. R.; Cobb, A. C. Survival of *Colletotrichum lindemuthianum* in bean debris in New York State. **Plant Dis.** 1993, 77:1233-1238.

Drifhout, E.; Davis, J. H. C. Selection of a new set of homogeneously reacting bean (*Phaseolus vulgaris*) differentials to differentiate races of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Plant Pathol.** 1989, 38:391-396.

Duvick, D. N. **Plant breeding, an evolutionary concept.** Crop. Sci. 1996, 36:539-548.

Evans, A. M. Structure, variation, evolution and classification in *Phaseolus*. In: Summerfield, R. J.; Bunting, A. H. **Advances in Legume Science.** Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey, England. 1980, p. 337-347.

Fabre, J. V.; Julien, J.; Parisot, D.; Dron, M. Analysis of diverse isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* infecting common bean using molecular markers. **Mycol. Res.** 1995, 99:429-435.

Flor, H. H. Host-parasite interaction in flax rust – its genetics and other implications. **Phytopathology.** 1955, 45:680-685.

Fouilloux, G. L'antracnose du haricot: étude des relations entre les pathotypes anciens et nouveaux; étude de nouvelles sources de résistance "totale". In: **Réunion Eucarpia Haricot**. Versailles, France. Centre National de Recherches Agronomiques, Paris, France. 1975, pages 81-92.

Fouilloux, G. New races of bean anthracnose and consequences on our breeding programs. In: Maraite, H.; Meyer, J. A. **Disease of Tropical Food Crops**. Proceedings of an International Symposium – UCL. Bélgica. 1978.

Fouilloux, G. New races of bean anthracnose and consequences on our breeding programs. In: Maraite, H.; Meyer, J. A. **Disease of Tropical Food Crops**. Louvain-la-Neuve, Belgium. 1979, p. 221-235.

Galegos, B. C. C. La edad de la planta de frijol y su resistencia a la antracnosis. **Agricultura Técnica en México**. México. 1963-64, 2(4):1965-1967.

Garrido, E. R. **Identificación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. en México y búsqueda de resistencia genética a este hongo**. MS thesis, Institución de Enseñanza y Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillos, México. 1986.

Gentry, H. S. Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. **Econ. Bot.** 1969, 23:55-69.

Gepts, P. Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) beans. **Econ. Bot.** 1990, 44:28-38.

Gepts, P. Phaseolin as an evolutionary marker. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus Beans**. Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p. 215-241.

Gepts, P. The use of molecular and biochemical markers in crop evolution studies. **Evol. Biol.** 1993, 27:51-94.

Gepts, P.; Bliss, F. A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. **Econ. Bot.** 1986, 40:469-478.

Gepts, P.; Debouck, D. Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: van Schoonhoven, A.; Voysest, O. **Common Beans: Research for Crop Improvement**. C.A.B. Int., Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia. 1991, p.5-73.

Gepts, P.; Osborn, T. C.; Rashka, K.; Bliss, F. A. Phaseolin-protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. **Econ. Bot.** 1986, 40:451-468.

Griffey, R. T.; Leach, J. G. The influence of age of tissue on the development of bean anthracnose lesions. **Phytopathology**. St Paul, Minn. 1965, 55(8):915-918.

Gonzalez, M.; Rodrigues, R.; Zavala, M. E.; Jacobo, J. L.; Hernandez, F.; Acosta, J.; Martinez, O.; Simpson, J. Characterization of Mexican isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* by using differential cultivars and molecular markers. **Phytopathology**. 1998, 88:292-299.

Goth, R.W.; Zaumeyer, W.J. Reactions of bean cultivars to four races of anthracnose. **Plant Dis. Rept.** 49:815-818. 1965.

Graham, P. H. Some problems and potentials of field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Latin America. **Field Crops Res.** 1978, 1: 295-317.

Guzmán, P.; Donado, M. R.; Gálvez, G. E. **Pérdidas económicas causadas por la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia.** Turrialba, 1979, 29:65-67.

Guzmán, P.; Gilbertson, R. L.; Nodari, R.; Johnson, W. C.; Temple, S. R.; Mandala, D.; Mkandawire, A. B. C.; Gepts, P. Characterization of variability the fungus *Phaeisariopsis griseola* suggests coevolution with the common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Phytopathology**. 1995, 85:600-607.

Hallard, J.; Trebuchet, G. Bean anthracnose in Western Europe. **Annu. Rept. Bean Improv. Coop.** 1976, 19:44-46.

Hubbeling, N. Selection for resistance to anthracnose, particularly in respect to the "ebnet" race of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Annu. Rept. Bean Improv. Coop.** 1976, 19:49-50.

Hubbeling, N. The new iota race of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Annu. Rep. Bean Improv. Coop.** 1977, 20:58.

Kaplan, L. Archaeology and domestication in American *Phaseolus* (beans). **Econ. Bot.** 1965, 19:358-368.

Kaplan, L. Kaplan, L. N. *Phaseolus* in archeology. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus Beans.** Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p.125-142.

- Kaplan, L. What is the origin of the common bean? **Econ. Bot.** 1981, 35:240-254.
- Kelly, J. D.; Cameron, L. S. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Michigan and implications in dry bean resistance breeding. **Plant Dis.** 1994, 78:892-894.
- Kelly, J.D.; Afanador, L.; Cameron, L. S. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Michigan and implications in dry bean resistance breeding. **Plant Dis.** 1994, 78:892-894.
- Kimati, H. Algumas raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. que ocorrem no Estado de São Paulo. **An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiróz. USP.** 1966, 23:411-437.
- Koenig, R. L.; Gepts, P. **Segregation and linkage of genes for seed proteins, isozimas, and morphological traits in common bean (Phaseolus vulgaris).** J. Hered. 1989, 80:455-459.
- Koenig, R. L.; Singh, S. P.; Gepts, P. Novel phaseolin types in wild and cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). **Econ. Bot.** 1990, 44:50-60.
- Kruger, J; Hoffmann, G. M.; Hubbeling, N. The Kappa race of *Colletotrichum lindemuthianum* and sources of resistance to the anthracnose in *Phaseolus* beans. **Euphytica.** 1977, 26:23-25.
- Leakey, C. L. A.; Simbwa-Bunnya, M. Races of *Colletotrichum lindemuthianum* and implications for bean breeding in Uganda. **Ann. Appl. Biol.** 1972, 70:25-34.
- Levy, M.; Correa-Victoria, J.; Zeigler, R. S.; Xu, S.; Hamer, J. Genetic diversity of the rice blast fungus in a nursery in Colombia. **Phytopathology.** 1993, 83:1427-1433.
- Maclea, D. J.; Braithwaite, K. S. Irwin, J. A. G.; Manners, J. M.; Groth, J. V. Random Amplified Polimorphic DNA reveals relationships among diverse genotypes in Australian and American collections of *Uromyces appendiculatus*. **Phytopathology.** 1995, 85:757-765.
- Mahuku, G. S.; Jara, C. E.; Cajiao, C.; Beebe, S. Sources of resistance to *C. lindemuthianum* in the secondary gene pool of *Phaseolus vulgaris* and in crosses of primary and secondary gene pools. **Plant Dis.** 2002, 86(12):1383-1387.

- Mastenbroek, C. A breeding programme for resistance to anthracnose in dry shelled haricot beans, based on a new gene. **Euphytica**. 1960, 9:177-184.
- McRostie, G. P. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and susceptible bean. **Phytopathology**. 1919, 9(3):141-148.
- Menezes, J. R.; Dianese, J. C. Race characterization of Brazilian isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* and detection of resistance to anthracnose in *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**. 1988, 78:650-655.
- Melotto, M.; Balardin, R. S.; Kelly, J. D. Host-Pathogen Interaction and Variability of *Colletotrichum lindemuthianum*. In: Prusky, D.; Freeman, S.; Dickman, M. B. **Colletotrichum – Host Specificity, Pathology, and Host-Pathogen Interaction**. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 2000, p.346-361.
- Mesquita, A. G. G.; Faleiro, F. G.; Paula Jr., T. J. de; Ragagin, V. A.; Moreira, M. A.; Barros, E. G. Use of molecular markers to differentiate *Colletotrichum lindemuthianum* races 69 and 89. **Fitopatol. Bras.** 1998, 23:58-61.
- Michelmore, R. W.; Hubert, S. H. Molecular markers for genetic analysis of phytopathogenic fungi. **Annu. Rev. Phytopathol.** 1987, 25:383-404.
- Milgroom, M. G. Analysis of population structure in fungal plant pathogens. In: **Disease Analysis through Genetics and Biotechnology**. Leslie, J. F.; Frederiksen, R. A. Ames, Iowa State University Press, IO. 1995, p.213-229.
- Miranda, C. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común). **Agrociencia**. 1967, 2:99-109.
- Muhalet, C. S.; Adams, M. W.; Saettler, A. W. Ghaderi, A. Genetic system for the reaction of field beans to Beta, Gamma and Delta races of *Colletotrichum lindemuthianum*. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 1981, 106(5):601-604.
- Mujica, R. F. Razas fisiológicas y susceptibilidad varietal de los frijoles chilenos a la antrascnosis. **Agri. Téc.** (Santiago). 1952, 12:37-45.
- Noyola, I. T. U.; Lopez, G. F.; Muruaga, J. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Bri. & Cav. **Resúmenes del XI Cong. Nac. De Fitopatología. Soc. Mexicana de Fitopatología**. A. C. San Luís Potosí, Mexico. 1984.

- Oliari, L; Vieira, C.; Wilkinson, R. E. Physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum* in the State of Minas Gerais, Brazil. **Plant Dis. Rept.** 1973, 57:870-872.
- Oliveira, E. A.; Antunes, I. F.; Costa, J. G. C. da Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* identificadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina de 1968 à 1972. **Inst. Pesq. Agron. do Sul**, Pelotas. 1973, 5p. Comunicado Técnico, Nº 8.
- Pachico, D. Trends in world common bean production. In: Schwartz and H. F.; Pastor-Corrales M. A. **Bean Production Problems in the Tropics**. 2 ed. CIAT, Cali, Colombia. 1989, p. 1-8.
- Pastor-Corrales M.A.; Tu, J.C. Anthracnose. In: Schwartz, H. F.; Pastor-Corrales, M. A. **Bean production problems in the tropics**. CIAT, Cali, Colombia. 1989, p. 77-104.
- Pastor-Corrales, M. A. Estandarización de variedades diferenciales y designación de razas de *Colletotrichum lindemuthianum* . **Phytopathology**. 1991, 81:694.
- Pastor-Corrales, M. A. **La antracnosis del frijol común, *Phaseolus vulgaris*, en America Latina**. Documento de Trabajo nº 113. CIAT, Cali, Colombia. 1988.
- Pastor-Corrales, M. A.; Otoyá, M. M.; Molina, A. Resistance to *C. lindemuthianum* isolates from Midle America and Andean South America in different common beans races. **Plant Dis**. 1995, 79:63-67
- Pereira Filho, I. A.; Cavarini, C. Taxa de hibridação natural do feijoeiro em Patos de Minas, Minas Gerais. **Pes. Agrop. Bras**. 1984, 19:1181-1183.
- Peurer, H. Continuated investigation on the occurrence of biological strains in *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Bri. et Cav. **Phytopathology**. 1931, Z. 4:83-112.
- Pio-Ribeiro, G.; Chaves, G. M. Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. que ocorrem em alguns municípios de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. **Experientiae**. 1975, 19:95-118.
- Rava, C.A.; Molina, J.; Kauffmann, M.; Briones, I. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. **Fitopatol. Bras**. 1993, 18:388-391.

- Rava, C. A.; Sartorato, A. Antracnose. In: Sartorato A.; Rava C. A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa, 1994. 300p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 50)
- Rava, C. A., Da Costa, J. G. C., Andrade, E. M. Influência da idade da planta de feijoeiro comum na resistência à antracnose. **Pesq. Agrop. Gaúcha**. 1999, v.5, 2:325-330.
- Restrepo, S. **DNA polymorphism and virulence variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in Colombia**. M. Sc. Thesis. Université Paris IV, Paris-Grignon, France. 1994.
- Robinson, R. A. **Plant Pathosystems**. New York. Springer-Verlag, 1976. 184 p.
- Rodriguez-Guerra, R. **Identificación de razas patogenicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. en el estado de Durango mediante un sistema propuesto internacionalmente y respuesta de genótipos de frijol tolerantes a sequia a razas del patógeno**. M. Sc., Parasitologia Agrícola, Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro", Buena Vista, Mexico. 1991.
- Rutger, J. N.; Beckham, L. S. Natural hybridization of *Phaseolus vulgaris* x *Phaseolus cocineus* L. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 1970, 95:659-661.
- Schnock, M. G.; Hoffmann, G. M.; Kruger, J. A new physiological strain of *Colletotrichum lindemuthianum* infecting *Phaseolus vulgaris* L. **Hort Science**. 1979, 10:140.
- Schoonhoven, A. van; Voysest, O. Common beans in Latin America and their constrains. In: Schwartzand, H. F.; Pastor-Corrales M. A. **Bean Production Problems in the Tropics**. 2 ed. CIAT, Cali, Colombia. 1989, p. 33-57.
- Schreiber, F. Resistenzzuchtung bei *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**. 1932, Z. 4:415-454.
- Schwartz, H. F.; Galvez, G. E. **Beans production problems: disease, insect, soil and climatic constrains of *Phaseolus vulgaris***. CIAT, Cali, Colombia, 1980.
- Schwartz, H. F.; Pastor-Corrales, M. A.; Singh, S. New sources of resistanjce to anthracnose and angular leaf spot of beans (*Phaseolus vulgaris*). **Euphytica**. 1982, 31:741-754.

Sicard, D.; Michalakis, Y.; Dron, M.; Neema, C. Genetic diversity and pathogenic variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in the three centers of diversity of its host, *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**. 1997, 87:807-813.

Singh, P. S. Common bean Improvement in the Tropics. **Plant Breed. Rev.** 1992, 10:199-269.

Singh, S. P.; Nodari, R.; Gepts, P. Genetic diversity in cultivated common bean: I. Allozymes. **Crop. Sci.** 1991, 31:19-23.

Smartt, J. Evolution of American Phaseolus beans under domestication. In: Ucko, P. J.; Dimbley, G. W. **The Domestication and Exploitation of Plants and Animals**. Duckworth, London, England. 1969, p. 451-462.

Smartt, J. Morphological, physiological and biochemical changes in Phaseolus beans under domestication. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus Beans**. Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 1988, p. 143-162.

Smartt, J. The evolution of agriculturally significant legumes. **Plant Breed. Abstr.** 1990, 60:725-731.

Somavilla, L. L. **Variabilidade cultural e patogênica de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões produtoras de feijão do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. 1998, 76p.

Somavilla, L.L.; Prestes, A. M. Identificação de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões produtoras de feijão no Rio Grande do Sul. **Fitopatol. Bras.** 1999, 24: 416-421.

Sonnante, G.; Stockton, T.; Nodari, R. O.; Becerra Velásquez, V. L.; Gepts, P. Evolution of genetic diversity during the domestication of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theor. Appl. Genet.** 1994, 89:629-635.

Stavely, J. R. Pathogenic specialization in *Uromyces phaseoli* in the United States and rust resistance in beans. **Plant Dis.** 1984, 68:95-99.

Stavely, J. R. The potential for controlling bean rust by host resistance. **Annu. Rep.Bean Improv. Coop.** 1982, 25:28-30.

Stoetzer, H. A. I. Natural cross-pollination in bean in Ethiopia. **Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.** 1984, 27:99-100.

Sutton, B. C. The Genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: Bailey, J. A.; Jeger, M. J. **Colletotrichum – Biology, pathology and control**. C.A.B. International, Wallingford, UK. 1992, p. 1-16.

Tu, J. C. *Colletotrichum lindemuthianum* on bean. Population dynamics of the pathogen and breeding for resistance. In: **Colletotrichum – Biology, pathology and control**. Bailey, J. A.; Jeger, M. J. C.A.B. International, Wallingford, UK. 1992, p. 203-224.

Tu, J. C. Control of bean anthracnose caused by delta and lambda races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Canada. **Plant Dis.** 1988, 72:5-7.

Tu, J. C. Occurrence & characterization of the alpha-Brazil race of bean anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) in Ontario. **Can. J. Plant Pathol.** 1994, 16:129-131.

Tu, J. C.; Sheppard, J. W.; Laidlaw, D. M. Occurrence and characterization of the epsilon race of bean anthracnose in Ontario. **Plant Dis.** 1984, 68:69-70.

Tucker, C. L.; Harding, J. Outcrossing in common bean, *Phaseolus vulgaris* L. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 1975, 100:283-285.

Vieira, C. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Univ. Federal de Viçosa, Brasil. 1983.

Vieira, C. *Phaseolus* genetics resources and breeding in Brazil. In: Gepts, P. **Genetics Resources of Phaseolus beans**. Kluwer, Dordrecht, Netherlands, 1988. p. 467-483.

Vilarinhos, A. D.; Paula Jr., T. J. de; Barros, E. G.; Moreira, M. A. Characterization of races of *Colletotrichum lindemuthianum* by a random amplified polymorphic DNA technique. **Fitopatol. Bras.** 1995, 20:194-198.

Voysest, O. V. **Mejoramiento genetico del frijol (*Phaseolus vulgaris*) legado de variedades de América Latina (1930-1999)**. CIAT n. 321. Cali, Colombia. 2000. 195 p.

Voysest, O.; Valencia, M. C.; Amezcuita, M. C. Genetic Diversity among Latin America Andean and Mesoamerican Common Bean Cultivars. **Crop. Sci.** 1994, 34:1100-1110.

Waterhouse, W. L. Studies of bean anthracnose in Australia. **Proc. Linn. Soc. N. S. W.** 1975, 80:71-83.

Wells, W. C.; Isom, W. H.; Waines, J. G. Outcrossing rates of six common bean lines. **Crop Sci.** 1988, 28:177-178.

Yerkes, W. D. Jr. Additional new races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Mexico. **Plant Dis. Rept.** 1958, 42:329.

Yerkes, W. D.; Teliz-Ortiz, M. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Mexico. **Phytopathology.** 1956, 46:564-567.

Young, R. A. **Inheritance studies and development of RAPD markers for major anthracnose resistance genes in common bean.** Ph.D. diss. Michigan State University. East Lansing. 1995, 112p.

Young, R. A.; Kelly, J. D. Characterization of the genetic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean differential cultivars. **Plant Dis.** 1996, 80:650-654.

Young, R. A.; Kelly, J. D. RAPD markers linked to three major anthracnose resistance genes in common bean. **Crop. Sci.** 1997, 37:940-946.

Zaumeyer, W. J.; Meiners, J. P. Disease resistance in beans. **Annu. Rev. Phytopath.**, 1975, 13: 313-334.

Zaumeyer, W.J.; Thomas, H.R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U. S. D. A. **Agr. Teach. Bull.** 1957, n. 868, 255p.

ANEXOS

ANEXO A – Identificação, pool gênico, classe comercial, peso de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e entidade geradora das linhagens avaliadas no estudo Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Pool ¹ gênico	Classe ²	Gramas/100 sementes	Lançamento	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito ³	Entidade geradora
FT 84105	MA	Preto	23,7	80	30	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 84113	MA	Preto	22,1	80	30	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 901535	MA	Carioca	27,4	90	30	Branca	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 961159	MA	Preto	21,9	90	29	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 97149	MA	Carioca	20,3	90	29	Branca	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 9901	MA	Carioca	25,8	90	27	Branca	II	FT Pesquisa e Sementes
LM 92204133	MA	Preto	19,3	90	28	Roxa	II	Embrapa Arroz e Feijão
LM 95102835	MA	Carioca	22,9	90	28	Branca	III	Embrapa Arroz e Feijão
M 8958-2	MA	Preto	20,5	80	30	Roxa	II	Fepagro
MD 841	MA	Preto	23,6	90	33	Roxa	III	n.i. ⁴
MT 95202057	MA	Preto	26,6	90	30	Roxa	III	Embrapa Arroz e Feijão
SM 8915	MA	Preto	19,3	80	28	Roxa	II	Fepagro
SM 89153	MA	Preto	21,2	80	28	Roxa	II	Fepagro
SM 8990	MA	Preto	21,5	80	n.i.	n.i.	n.i.	Fepagro
TB 9608	MA	Preto	19,3	90	27	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado
SM 9704	MA	Preto	20,9	90	27	Roxa	II	Fepagro
SM 9708	MA	Preto	19,1	90	32	Roxa	II	Fepagro
TB 9401	MA	Preto	23,7	90	28	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado
TB 9501	MA	Preto	19,3	90	29	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado
TB 9502	MA	Preto	20,6	90	30	Roxa	III	Embrapa Clima Temperado
TB 9707	MA	Preto	20,4	90	30	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado
TB 9713	MA	Preto	22,3	90	30	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado

¹ A- Andino, MA- Meso-americano (Singh et al., 1991).

² Voysest, 2000.

³ CIAT, 1987.

⁴ n.i.- não informado.

ANEXO B – Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e entidade geradora dos genótipos comerciais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe ¹	Gramas/100 sementes	Lançamento	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito ²	Entidade geradora
APORÉ	Carioca	23,4	90	28	Branca	II	Embrapa Arroz e Feijão
BAMBUÍ	Mulatinho	23,1	90	28	Roxa	III	Embrapa Arroz e Feijão
BARRIGA VERDE	Preto	22,8	90	n.i. ³	Roxa	II	CIAT/Epagri
BRÍGIDA	Carioca	20,9	90	32	Branca	II	Embrapa Arroz e Feijão
BRS VALENTE	Preto	20,4	2000	n.i.	Roxa	II	Embrapa Arroz e Feijão
CARIOCA	Carioca	26,1	80	30	Branca	II	IAC
CARIOQUINHA	Carioca	24,1	n.i.	32	Branca	II	n.i.
CORRENTE	Mulatinho	20,6	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	Embrapa Arroz e Feijão
DIAMANTE NEGRO	Preto	23,5	90	30	Roxa	II	Embrapa Arroz e Feijão
EMGOPA 201 OURO	Jalo	19,7	80	n.i.	n.i.	n.i.	CIAT/EMGOPA
EMGOPA 202 RUBI	Rosinha	21,6	80	n.i.	n.i.	n.i.	EMGOPA
EPABA-1	Mulatinho	21,5	80	n.i.	n.i.	n.i.	EPABA
FT 120	Preto	20,2	80	32	Roxa	III	FT Pesquisa e Sementes
FT 206	Carioca	22,5	90	34	Branca	II	FT Pesquisa e Sementes
FT 296	Carioca	21,4	n.i.	36	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT BIONOBRE	Preto	23,4	n.i.	30	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT BONITO	Carioca	25,6	90	35	Branca	II	FT Pesquisa e Sementes
FT NOBRE	Preto	20,5	90	30	Roxa	II	FT Pesquisa e Sementes
FT PAULISTINHA	Carioca	19,3	n.i.	30	Branca	III	FT Pesquisa e Sementes
GUAPO BRILHANTE	Preto	20,8	90	27	Roxa	II	Embrapa Clima Temperado/Fepagro
IAC ETE	Carioca	21,6	90	28	Branca	III	IAC
IAC UNA	Preto	23,1	90	31	Roxa	II	IAC
IAPAR 44	Preto	19,7	90	29	Roxa	II	IAPAR
IAPAR 57	Carioca	25,3	90	30	Branca	II	IAPAR

¹ Voysest, 2000.

² CIAT, 1987.

³ n.i.- não informado.

ANEXO B – (cont.) Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e entidade geradora dos genótipos comerciais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe ¹	Gramas/100 sementes	Lançamento	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito ²	Entidade geradora
IAPAR 72	Carioca	23,7	90	30	Branca	II	IAPAR
IPA 10	Preto	19,8	80	32	Roxa	II	IPA
MACOTAÇO	Preto	20,1	90	30	Roxa	III	Embrapa Clima Temperado
MINUANO	Preto	21,7	90	29	Roxa	III	Embrapa Clima Temperado
ÔNIX	Preto	21,1	90	30	Roxa	II	Embrapa Arroz e Feijão
OURO NEGRO	Preto	21,2	90	28	Roxa	II	Honduras
PÉROLA	Carioca	27,5	90	28	Branca	III	Embrapa Arroz e Feijão
PORTO REAL	Carioca	23,1	90	30	Branca	III	PESAGRO
RUDÁ	Carioca	20,3	90	28	Branca	II	Embrapa Arroz e Feijão
SAFIRA	Vermelho	19,8	90	27	Branca	IV	Embrapa Arroz e Feijão
SÃO JOSÉ	Mulatinho	23,0	90	n.i. ⁴	n.i.	n.i.	n.i.
SCS 202 GUARÁ	Carioca	28,1	2000	n.i.	Branca	II/III	EPAGRI
TAHYÚ	Rosinha	22,2	70	32	Branca	III	Embrapa Clima temperado
VARRE SAI	Preto	2,3	90	28	Roxa	III	PESAGRO
XAMEGO	Preto	19,9	90	27	Roxa	II	Embrapa Arroz e Feijão

¹ Voysest, 2000;

² CIAT, 1987;

³ País de origem;

⁴ n.i.- não informado.

ANEXO C – Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, década de lançamento, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e entidade geradora dos genótipos comerciais andinos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe¹	Gramas/100 sementes	Lançamento	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito²	Entidade geradora
IRAÍ CAVALO	Rajado (creme)	40,3	n.i. ³	26	Roxa	I	CNPAF
IRAÍ GOIÂNIA	Rajado (creme)	35,8	80	27	Branca	I	Fepagro
JALO EEP	Jalo	41,6	80	30	Roxa	II	E.E. Patos de Minas/MG
JALO PRECOCE	Jalo	41,0	90	25	Roxa	II	CNPAF
NOVO JALO	Jalo	44,7	90	25	Branca	I	CNPAF
OURO BRANCO	Branco	52,5	90	27	Branca	I	CIAT
PR 468	Rajado (creme)	37,8	n.i.	27	Roxa	I	CNPAF

¹ Voysest, 2000.

² CIAT, 1987

³ n.i.- não informado.

ANEXO D – Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e procedência dos genótipos locais andinos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe¹	Gramas/100 sementes	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito²	Procedência
CF 3	Rajado (verm.)	36,0	26	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 6	Rajado (verm.)	34,5	26	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 11	Rajado(verm.)	34,0	27	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 12	Jalo	37,9	31	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 123	Vermelho (DRK)	40,6	30	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 24	Jalo	39,7	28	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 30	Baio Andino	34,6	32	Branca	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 31	Boca de Angel	38,5	27	Branca	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 36	Vermelho (DRK)	30,0	27	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 37	Rajado (verm.)	35,6	27	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 38	Rajado (verm.)	36,0	26	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 39	Rajado (verm.)	34,6	27	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos - SC
CF 45	Baio Andino	34,3	28	Branca	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 47	Rajado (verm.)	26,8	28	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 53	Rajado (creme)	42,7	26	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 58	Rajado (verm.)	36,3	28	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 62	Miss Kelly	32,6	30	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 63	Boca de Angel	30,2	27	Branca	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 64	Vermelho (DRK)	32,0	28	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 65	Rajado (creme)	42,2	29	Roxa	IV	EPAGRI – Campos Novos - SC
CF 69	Rajado (creme)	38,3	29	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 73 PIRATUBA	Rajado	35,8	26	Roxa	I	EPAGRI- Campos Novos – SC
INDIANO	Baio Andino	31,9	27	Branca	I	n.i. ³
MOURO	Rajado	33,6	28	Roxa	III	n.i.
OURO	Jalo	32,7	26	Roxa	I	n.i.
PERDIZ	Rajado	39,2	26	Roxa	I	n.i.
RESPINGO	Boca de Angel	52,3	31	Roxa	I	n.i.

¹Voysesst, 2000; ² CIAT, 1987; ³ n.i.- não informado.

ANEXO E – Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e procedência dos genótipos locais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe¹	Gramas/100 sementes	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito²	Procedência
AMENDOIM	Vermelho	32,9	35	Roxa	III	n.i. ³
CF 07	Preto	20,7	32	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 08	Vermelho	29,1	29	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 09	Vermelho	33,5	32	Roxa	IV	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 10	Mulatinho	19,8	30	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 122	Preto	17,6	30	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 126 PALMITOS	Carioca	24,3	28	Branca	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 128 ABELARDO LUZ	Preto	37,1	29	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 14	Preto	20,2	30	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 16	Preto	31,7	31	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 17	Preto	29,9	29	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 18	Preto	21,5	30	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 19	Preto	31,7	28	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 20	Carioca	25,5	30	Branca	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 22	Preto	20,1	32	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 25	Preto	34,4	30	Roxa	III	EPAGRI- Campos Novos – SC
CF 26	Preto	36,9	27	Roxa	II	EPAGRI- Campos Novos – SC

¹ Voysest, 2000.

² CIAT, 1987.

³ n.i.- não informado.

ANEXO E – (cont.) Identificação, classe comercial, peso de 100 sementes, dias até o florescimento, cor da flor, hábito de crescimento e procedência dos genótipos locais meso-americanos avaliadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Classe¹	Gramas/100 sementes	Dias florescimento	Cor da flor	Hábito²	Procedência
CF 27	Vermelho	29,8	29	Roxa	II	EPAGRI – Campos Novos – SC
CF 34	Preto	19,4	30	Roxa	II	EPAGRI – Campos Novos – SC
CF 40	Bico de Ouro	25,6	32	Branca	II	EPAGRI – Campos Novos – SC
CF 42	Preto	32,2	28	Roxa	III	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 43	Mulatinho	19,0	30	Roxa	II	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 49	Carioca	25,3	33	Branca	III	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 51	Bico de Ouro	20,4	36	Branca	II	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 52	Vermelho	30,4	28	Branca	III	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 66	Rajado	35,0	30	Roxa	III	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 68	Preto	34,7	28	Roxa	III	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 70 CHAPECÓ	Carioca	22,8	27	Branca	I	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 71	Preto	21,3	33	Roxa	II	EPAGRI – Campos Novos –SC
CF 72	Preto	18,9	30	Roxa	II	EPAGRI – Campos Novos -SC
PRETO MANTEIGA	Preto	21,6	33	Roxa	II	n.i.
SANTA TEREZINHA	Preto	19,7	n.i. ³	n.i.	n.i.	Agricultor – Santa Terezinha - SC
VERMELHO	Vermelho	31,6	30	Roxa	IV	n.i.

¹ Voysest, 2000.

² CIAT, 1987.

³ n.i.- não informado.

ANEXO F – Reação da série diferenciadora internacional, pool gênico e país de origem das raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* utilizadas no estudo. Santa Maria, RS. 2004.

Raça ¹	Série Diferenciadora Internacional ²												Pool Gênico ³	País de Origem	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
9	1 ⁴	0 ⁵	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MA	Brasil
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MA	Colômbia
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	MA	Estados Unidos
23	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	A	Brasil
31	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	MA/A	Brasil
65	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	MA	Brasil
81	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	MA	Brasil
87	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	MA/A	Brasil
89	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	MA	Brasil
453	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	MA	Brasil
521	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	MA	México
2047	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	MA	Costa Rica

¹ 17- alfa; 23 – delta; 31 – capa; 65- epsilon; 81 – eta; 87 – mu; 89 – alfa-Brasil; 453 – zeta (Balardin & Kelly, 1997).

² Cultivares de feijoeiro comum da Série Diferenciadora Internacional, valores binários respectivos e genes de resistência conhecidos: 1- Michelite (1); 2- Michigan Dark Red Kidney (2) (Co-1); 3- Perry Marrow (4) (Co-1³); 4- Cornell 49242 (8) (Co-2); 5- Widusa (16); 6- Kaboon (32) (Co-1²); 7- Mexico 222 (64) (Co-3); 8- PI 207262 (128); 9- TO (256) (Co-4); 10- TU (512) (Co-5); 11- AB 136 (1024) (Co-6 e Co-8); 12- G2333 (2048) (Co-4, Co-5, Co-7) (Pastor-Corrales, 1991).

³ MA- Meso-americano, A- Andino (Singh et al., 1991)

⁴ 1- Reação compatível

⁵ 0- Reação incompatível.

ANEXO G – Classificação do germoplasma de feijoeiro comum de acordo com a variação do Índice de Resistência obtido a partir da reação a 12 raças de *C. lindemuthianum* e a década de lançamento. Santa Maria, 2004.

Década de lançamento	Total de Genótipos	Variação do Índice de Resistência (%)							
		0 - 25		25,1 - 50		50,1 - 75		75,1 – 100	
		N° Genótipos	%	N° Genótipos	%	N° Genótipos	%	N° Genótipos	%
1970	1	-	-	1	100	-	-	-	-
1980	14	6	43 aA ¹	5	36 abA	1	7 bA	2	14 abA
1990	44	14	32 aA	10	23 abA	5	11 bA	15	34 aA
2000	2	-	-	-	-	-	-	2	100

¹Proporções seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas iguais, não diferem pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO H – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de linhagens de feijoeiro comum de origem meso-americana a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Déc. Lançam.	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³	
		9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047			
SM 9708	90	1 ⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0	0,0
FT 9901	90	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8,3	10,0
M 8958-2	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8,3	0,0
SM 8915	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8,3	0,0
SM 89153	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8,3	0,0
SM 9704	90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8,3	0,0
MT 95202057	90	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16,7	10,0	
SM 8990	80	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	16,7	10,0	
TB 9502	90	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	33,3	30,0	
TB 9608	90	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	41,7	40,0	
LM 92204133	90	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	58,3	60,0	
FT 901535	90	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	75,0	80,0	
TB 9501	90	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	75,0	80,0	
TB 9713	90	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	75,0	80,0	
FT 84113	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	83,3	90,0	
FT 97149	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	83,3	90,0	
LM 95102835	90	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	83,3	90,0	
MD 841	90	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	83,3	90,0	
TB 9401	90	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	83,3	90,0	
TB 9707	90	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	83,3	90,0	
FT 84105	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	91,7	100,0	
FT 961159	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0	100,0	
IV⁵		45,4 b⁶	40,1 b	50,0 b	36,4 b	54,5 b	54,5 b	54,5 b	36,4 b	54,5 b	54,5 b	9,1 c	95,4 a			

¹ Raças identificadas de acordo com o sistema binário de nomenclatura (Pastor-Corrales, 1994). Raças designadas anteriormente por letras gregas: 17- alfa; 23- delta; 31- capa; 65- epsilon; 81- eta; 87- mu; 89- alfa-Brasil; 453- zeta (Balardin & Kelly, 1997); ² IRt- Índice de resistência dos genótipos considerando todas as raças do estudo; ³ IRb- Índice de resistência dos genótipos, considerando as raças relatadas no Brasil (9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89 e 453); ⁴ 1- Reação compatível; 0- Reação incompatível; ⁵ IV- Índice de virulência das raças. ⁶ Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO I – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares comerciais meso-americanas de feijoeiro comum a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
VARRE SAI	1 ⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0	0,0
FT NOBRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8,3	0,0
ÔNIX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8,3	0,0
SAFIRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8,3	0,0
BAMBUÍ	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	16,7	10,0
CARIOQUINHA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	16,7	10,0
IPA 10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	16,7	10,0
MINUANO	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	16,7	20,0
BRÍGIDA	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	25,0	20,0
CARIOCA	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	25,0	20,0
FT 206	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	25,0	20,0
GUAPO BRILHANTE	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	25,0	20,0
MACOTAÇO	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	25,0	30,0
PÉROLA	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	25,0	20,0
FT BIONOBRE	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	33,3	40,0
DIAMANTE NEGRO	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	33,3	30,0
EMGOPA 202 RUBI	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	33,3	30,0
FT PAULISTINHA	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	33,3	30,0
RUDÁ	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	33,3	30,0
XAMEGO	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	33,3	30,0
EMGOPA 201 OURO	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	41,7	50,0
FT BONITO	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	41,7	50,0
IAPAR 72	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	41,7	40,0
TAHYÚ	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	41,7	40,0

ANEXO I – (cont.) Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares comerciais meso-americanas de feijoeiro comum a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas												IRt	IRb
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
FT 120	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	50,0	50,0
APORÉ	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	66,7	70,0
BARRIGA VERDE	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	66,7	70,0
CORRENTE	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	66,7	70,0
EPABA-1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	66,7	70,0
IAPAR 57	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	66,7	70,0
PORTO REAL	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	66,7	80,0
SCS 202 GUARÁ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	75,0	80,0
FT 296	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	75,0	80,0
IAC UNA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	75,0	80,0
IAPAR 44	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	75,0	80,0
OURO NEGRO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	75,0	80,0
BRS VALENTE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	83,3	90,0
IAC ETE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	83,3	90,0
SÃO JOSÉ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	83,3	90,0
IV⁵	51,3 c⁶	33,3 cd	51,3 c	46,2 c	66,7 bc	41,0 c	74,4 b	61,5 bc	74,4 b	64,1 bc	17,9 d	100,0 a		

¹ Raças identificadas de acordo com o sistema binário de nomenclatura (Pastor-Corrales, 1994). Raças designadas anteriormente por letras gregas: 17- alfa; 23- delta; 31- capa; 65- epsilon; 81- eta; 87- mu; 89- alfa-Brasil; 453- zeta (Balardin & Kelly, 1997).

² IRt- Índice de resistência dos genótipos considerando todas as raças do estudo.

³ IRb- Índice de resistência dos genótipos, considerando as raças relatadas no Brasil (9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89 e 453).

⁴ 1- Reação compatível; 0- Reação incompatível.

⁵ IV- Índice de virulência das raças.

⁶ Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO J - Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares comerciais andinas de feijoeiro comum a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, RS. 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
PR 468	1 ⁴	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8,3	10,0
IRAÍ CAVALO	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	41,7	40,0
IRAÍ GOIÂNIA	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	41,7	40,0
JALO EEP	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	41,7	40,0
JALO PRECOCE	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	41,7	40,0
OURO BRANCO	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	41,7	40,0
NOVO JALO	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	58,3	70,0
IV⁵	28,6 b⁶	14,3 b	71,4 a	100,0 a	100,0 a	14,3 b	71,4 a	100,0 a	71,4 a	28,6 b	28,6 b	100,0 a		

¹ Raças identificadas de acordo com o sistema binário de nomenclatura (Pastor-Corrales, 1994). Raças designadas anteriormente por letras gregas: 17- alfa; 23- delta; 31- capa; 65- epsilon; 81- eta; 87- mu; 89- alfa-Brasil; 453- zeta (Balardin & Kelly, 1997).

² IRt- Índice de resistência dos genótipos considerando todas as raças do estudo.

³ IRb- Índice de resistência dos genótipos, considerando as raças relatadas no Brasil (9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89 e 453).

⁴ 1- Reação compatível; 0- Reação incompatível.

⁵ IV- Índice de virulência das raças.

⁶ Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO K – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares locais (crioulos) de origem andina a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
CF 123 PIRATUBA	I ⁴	S ⁵	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 45	S	I	I	S	S	I	S	S	S	I	I	I	0,0	0,0
CF 69 CAIBI	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 73 PIRATUBA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
INDIANO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	I	0,0	0,0
MOURO GRAÚDO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
OURO	S	S	S	S	S	I	S	S	S	S	S	I	0,0	0,0
PERDIZ	S	S	I	S	S	I	S	S	I	I	R	I	8,3	9,1
CF 03	R ⁶	R	S	S	S	R	S	S	S	I	R	I	33,3	36,4
CF 11	I	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R	S	33,3	36,4
CF 06	R	R	S	S	S	R	S	S	I	R	R	I	41,7	45,5
CF 12	R	R	S	S	S	R	S	S	I	R	R	S	41,7	45,5
CF 37	R	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R	I	41,7	45,5
CF 38	R	R	S	I	I	R	S	S	I	R	R	S	41,7	45,5
CF 39	I	R	S	S	S	R	R	S	I	R	R	S	41,7	45,5
RESPINGO	I	R	I	S	S	R	R	S	R	S	R	I	41,7	45,5
CF 65	R	R	S	S	S	I	R	I	I	R	R	I	41,7	45,5
CF 47	R	R	I	R	I	R	I	I	I	R	R	I	50,0	54,5
CF 53	R	R	S	S	S	R	R	S	I	R	R	I	50,0	54,5
CF 58	R	R	S	S	S	R	R	S	I	R	R	S	50,0	54,5
CF 64	R	R	R	I	I	R	S	I	R	R	I	I	50,0	54,5
CF 24	R	R	S	S	S	R	R	S	R	R	R	S	58,3	63,6
CF 30	R	R	R	I	I	R	R	S	R	I	R	I	58,3	63,6
CF 36	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	I	83,3	90,1
CF 62	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	I	83,3	90,1
CF 63	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	I	83,3	90,1
CF 31	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I	91,7	100,0
IV⁷	40,7 c	29,6 c	77,8 b	81,5 b	85,2 b	33,3 c	70,4 b	85,2 b	70,4 b	40,7 c	29,6 c	100,0 a		

¹Raças identificadas de acordo com o sistema binário de nomenclatura (Pastor-Corrales, 1994). Raças designadas anteriormente por letras gregas: 17- alfa; 23- delta; 31- capa; 65- epsilon; 81- eta; 87- mu; 89- alfa-Brasil; 453- zeta (Balardin & Kelly, 1997); ² IRt- Índice de resistência dos genótipos considerando todas as raças do estudo; ³ IRb- Índice de resistência dos genótipos, considerando as raças relatadas no Brasil (9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89 e 453); ⁴ I - Reação intermediária; ⁵ S - Reação Suscetível; ⁶ R – Reação resistente (Balardin, 1990); ⁷ IV- Índice de virulência das raças; ⁸ Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO L – Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares locais (crioulos) de origem meso-americana a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
AMENDOIM	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 10	S	S	S	S	S	S	I ⁴	S ⁵	S	S	I	S	0,0	0,0
CF 128 ABELARDO LUZ	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	I	S	0,0	0,0
CF 14	I	S	I	S	S	I	S	S	I	S	I	S	0,0	0,0
CF 16	S	S	S	S	S	S	S	I	S	S	I	S	0,0	0,0
CF 17	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	I	S	0,0	0,0
CF 19	S	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 25	S	S	S	S	S	S	I	I	S	S	I	S	0,0	0,0
CF 42	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 43	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0,0	0,0
CF 26	S	S	S	S	S	S	R ⁶	S	S	S	S	S	8,3	9,1
CF 68	S	S	I	S	S	S	R	S	S	S	I	S	8,3	9,1
CF 70 CHAPECÓ	I	S	S	S	S	R	S	S	S	S	I	I	8,3	9,1
CF 126 PALMITOS	I	I	S	I	S	I	S	R	I	I	R	S	16,7	18,2
CF 71	I	I	S	S	S	R	S	S	S	S	R	I	16,7	18,2
SANTA TEREZINHA	I	S	I	S	S	R	S	S	I	S	R	S	16,7	18,2
CF 49	R	R	S	S	S	I	S	S	S	S	R	S	25,0	27,3
CF 08	I	I	R	I	I	R	S	R	I	R	I	I	33,3	36,4
PRETO MANTEIGA	I	R	I	I	S	R	R	I	I	I	R	S	33,3	36,4

ANEXO L – (cont.) Índices de virulência (IV) e de resistência (IR) obtidos a partir da reação de cultivares locais (crioulos) de origem meso-americana a 12 raças de *C. lindemuthianum*. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Raças fisiológicas ¹												IRt ²	IRb ³
	9	15	17	23	31	65	81	87	89	453	521	2047		
CF 122 MISTURA	I	R	R	I	R	I	S	R	I	S	R	S	41,7	45,4
CF 18	I	S	R	S	S	R	S	R	R	R	I	S	41,7	45,4
CF 51	R	R	I	I	I	R	S	R	I	I	R	S	41,7	45,4
CF 07	R	I	R	R	I	R	I	I	R	S	R	S	50,0	54,5
CF 09	R	I	R	R	I	R	S	R	I	R	I	I	50,0	54,5
CF 27	R	I	R	I	I	R	I	I	R	R	I	R	50,0	54,5
CF 52	I	R	R	I	I	R	R	R	I	R	I	I	50,0	54,5
CF 20	R	R	R	R	I	R	S	R	I	I	R	S	58,3	63,6
CF 40	R	R	R	R	R	R	S	I	S	S	R	S	58,3	63,6
CF 72	R	R	R	R	R	R	S	I	S	S	R	S	58,3	63,6
CF 34	R	R	R	R	R	R	S	R	I	S	R	S	66,7	72,7
CF 22	R	R	R	R	R	I	S	R	R	R	R	S	75,0	81,8
CF 66	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	S	75,0	81,8
VERMELHO	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100,0	100,0
IV⁷	63,6 bc	63,6 bc	57,6 bc	72,7 b	78,8 ab	48,5 c	84,8 ab	63,6 bc	84,8 ab	75,7 b	54,5 bc	94,0 a		

^a Raças identificadas de acordo com o sistema binário de nomenclatura (Pastor-Corrales, 1994). Raças designadas anteriormente por letras gregas: 17- alfa; 23- delta; 31- capa; 65- epsilon; 81- eta; 87- mu; 89- alfa-Brasil; 453- zeta (Balardin & Kelly, 1997); ^b IRt- Índice de resistência dos genótipos considerando todas as raças do estudo; ^c IRb- Índice de resistência dos genótipos, considerando as raças relatadas no Brasil (9, 15, 17, 23, 31, 65, 81, 87, 89 e 453); ^d I - Reação intermediária; ^e S - Reação Suscetível; ^f R – Reação resistente (Balardin, 1990); ^g IV- Índice de virulência das raças; ^h Índices seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO M – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 23 de *C. lindemuthianum* em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Estádio V1/V2 ¹		Estádio V4/R5		Estádio R5/R6	
	Reação	Número de lesões ²	Reação	Número de lesões ³	Reação	Número de lesões ⁴
BARRIGA VERDE	R	0,1	R	0,0	R	0,0
EMGOPA 201 OURO	R	0,2	R	0,5	R	0,0
FT 120	I	0,2	R	1,0	R	0,0
FT 84113	R	0,0	R	0,0	R	0,0
FT 961159	R	0,1	R	0,0	R	0,0
FT BIONOBRE	R	0,2	R	0,8	R	0,0
LM 95102835	R	0,4	R	0,0	R	0,0
MINUANO	R	0,3	R	0,5	R	0,0
SM 8915	S	2,5	R	0,0	I	2,3
FT 84105	R	0,0	R	0,0	R	0,0
TB 9608	R	0,1	R	0,0	R	0,0
CF 07	R	3,6	R	0,0	R	0,0
CF 08	I	0,7	R	0,0	R	0,0
CF 09	R	0,0	R	0,0	R	0,0
CF 122	I	0,2	R	0,0	R	2,7
CF 16	S	6,5	R	5,5	R	2,7
CF 17	S	5,9	R	1,0	R	0,0
CF 27	I	0,1	R	0,8	R	0,0
CF 40	R	2,0	R	2,2	R	0,0
CF 47	R	0,2	R	1,0	R	0,0
CF 51	I	3,3	R	1,2	I	3,3
CF 52	I	0,3	R	0,0	R	0,0
CF 63	R	0,1	R	0,0	R	0,0
CF 64	I	-	R	0,0	R	0,7
MOURO GRAÚDO	S	-	I	6,3	R	3,3
PRETO MANTEIGA	I	-	R	2,4	R	1,0

¹ Estádios fenológicos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) (CIAT, 1987); ² Média de 12 a 20 folhas primárias; ³ Média de 12 folíolos da terceira e quarta folhas de 2 plantas; ⁴ Média de 12 folíolos do terço superior de 2 plantas.

ANEXO N – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 31 de *C. lindemuthianum* em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Estádio V1/V2 ¹		Estádio V4/R5		Estádio R5/R6	
	Reação	Número de lesões ²	Reação	Número de lesões ³	Reação	Número de lesões ⁴
BARRIGA VERDE	R	0,0	R	0,5	R	0,0
EMGOPA 201 OURO	R	0,1	R	0,0	R	0,0
FT 120	R	0,9	R	0,5	R	0,0
FT 84113	R	0,1	R	0,0	R	0,0
FT 961159	R	0,1	R	1,5	R	0,7
FT BIONOBRE	I	2,4	R	0,0	R	0,0
LM 95102835	S	2,3	R	1,8	R	0,0
MINUANO	I	0,8	R	0,8	R	4,3
SM 8915	S	5,8	R	2,0	R	0,0
TB 84105	R	0,0	R	0,0	R	0,0
TB 9608	I	1,2	R	0,0	R	0,0
CF 07	I	6,0	R	1,0	R	0,0
CF 08	I	0,5	R	0,0	R	0,0
CF 09	I	0,1	R	0,0	R	0,0
CF 122	R	0,3	R	1,0	R	0,0
CF 16	S	17,5	I	10,7	R	0,0
CF 17	S	14,9	I	7,8	R	1,3
CF 27	I	0,2	R	0,0	R	0,0
CF 40	R	3,4	R	3,2	R	0,0
CF 47	I	0,0	R	1,7	R	0,0
CF 51	I	4,7	R	2,3	R	0,0
CF 52	I	1,9	R	0,0	R	0,0
CF 63	R	0,6	I	8,0	R	0,0
CF 64	I	3,6	R	0,3	R	0,0
MOURO GRAÚDO	S	20,0	I	8,0	R	1,0
PRETO MANTEIGA	S	2,8	R	0,0	R	0,0

¹ Estádios fenológicos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) (CIAT, 1987); ² Média de 12 a 20 folhas primárias; ³ Média de 12 folíolos da terceira e quarta folhas de 2 plantas; ⁴ Média de 12 folíolos do terço superior de 2 plantas.

ANEXO O – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 65 de *C. lindemuthianum* em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Estádio V1/V2 ¹		Estádio V4/R5		Estádio R5/R6	
	Reação	Número de lesões ²	Reação	Número de lesões ³	Reação	Número de lesões ⁴
BARRIGA VERDE	R	0,7	R	1,2	R	2,0
EMGOPA 201 OURO	R	0,7	R	1,0	R	0,0
FT 120	R	1,9	R	0,5	R	0,0
FT 84113	R	0,0	R	0,5	R	1,0
FT 961159	R	0,2	R	0,0	R	2,0
FT BIONOBRE	R	0,2	R	1,2	R	0,0
LM 95102835	R	0,2	R	0,0	R	0,0
MINUANO	R	0,9	R	0,0	R	2,7
SM 8915	S	6,9	I	3,2	I	11,3
TB 84105	R	0,0	R	0,0	R	0,0
TB 9608	I	2,0	R	0,8	R	0,0
CF 07	R	0,2	R	0,0	R	2,3
CF 08	R	0,1	R	0,0	R	0,0
CF 09	R	0,1	R	0,0	R	0,0
CF 122	I	0,1	R	1,2	R	2,0
CF 16	S	4,8	R	4,3	I	6,0
CF 17	S	10,9	I	9,2	I	4,7
CF 27	R	0,0	R	0,0	R	0,0
CF 40	R	1,9	R	1,0	R	1,0
CF 47	R	0,0	R	0,0	R	0,0
CF 51	R	3,9	R	1,3	R	2,3
CF 52	R	0,0	R	0,0	R	0,0
CF 63	R	0,2	R	0,0	R	1,3
CF 64	R	0,7	R	0,0	R	0,0
MOURO GRAÚDO	S	15,4	R	1,7	R	4,7
PRETO MANTEIGA	R	1,4	R	0,0	R	2,3

¹ Estádios fenológicos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) (CIAT, 1987); ² Média de 12 a 20 folhas primárias; ³ Média de 12 folíolos da terceira e quarta folhas de 2 plantas; ⁴ Média de 12 folíolos do terço superior de 2 plantas.

ANEXO P – Reação e número médio de lesões obtidas a partir da inoculação da raça 89 de *C. lindemuthianum* em genótipos de feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. Santa Maria, 2004.

Germoplasma	Estádio V1/V2 ¹		Estádio V4/R5		Estádio R5/R6	
	Reação	Número de lesões ²	Reação	Número de lesões ³	Reação	Número de lesões ⁴
BARRIGA VERDE	I	6,5	R	1,0	I	1,3
EMGOPA 201 OURO	I	4,1	R	1,5	R	1,0
FT 120	I	4,1	I	6,7	R	0,0
FT 84113	R	0,0	R	0,5	R	0,7
FT 961159	R	0,2	R	5,8	I	-
FT BIONOBRE	R	5,3	R	1,0	I	6,0
LM 95102835	R	0,2	R	3,0	R	0,0
MINUANO	S	7,2	I	2,2	I	6,3
SM 8915	S	-	R	1,7	I	3,0
TB 84105	R	-	R	0,0	R	0,0
TB 9608	I	-	R	2,2	R	0,0
CF 07	R	-	R	0,7	R	0,0
CF 08	I	0,5	R	1,0	R	2,0
CF 09	I	4,9	R	2,2	R	0,0
CF 122	I	0,8	R	2,7	R	8,7
CF 16	S	10,2	I	8,3	I	12,3
CF 17	S	13,2	I	13,0	R	2,3
CF 27	R	7,1	R	0,2	R	2,0
CF 40	S	6,2	I	6,3	I	16,3
CF 47	I	2,8	R	0,2	R	0,0
CF 51	I	6,5	R	3,8	R	4,0
CF 52	I	6,3	R	0,7	R	0,0
CF 63	R	0,3	R	0,0	R	0,0
CF 64	R	0,2	R	0,8	R	0,0
MOURO GRAÚDO	S	Coalescência	S	Coalescência	R	0,0
PRETO MANTEIGA	I	1,4	I	3,7	I	8,3

¹ Estádios fenológicos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) (CIAT, 1987); ² Média de 12 a 20 folhas primárias; ³ Média de 12 folíolos da terceira e quarta folhas de 2 plantas; ⁴ Média de 12 folíolos do terço superior de 2 plantas.

ANEXO Q – Proporções de genótipos resistentes às raças fisiológicas 23, 31, 65 e 89 de *C. lindemuthianum*, obtidas a partir da inoculação de vinte e seis genótipos em três estádios fenológicos diferentes. Santa Maria, 2004.

Raças fisiológicas	Estádios fenológicos ¹		
	V1/V2	V4/R5	R5/R6
23	0,538462 b AB ²	0,961538 a A	0,923077 a A
31	0,346154 c B	0,846154 b AB	1 a A
65	0,769231 a A	0,923077 a AB	0,884615 a AB
89	0,346154 b B	0,730769 a B	0,692308 a B

¹CIAT (1987);

² Proporções seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna iguais, não diferem entre si pelo teste Z ($\alpha=0,05$).

ANEXO R – Estádios de desenvolvimento da planta de feijoeiro.

Estádio¹	Descrição²
V0	Germinação: absorção de água pela semente, emergência da radícula e transformação em raiz primária.
V1	Emergência: cotilédones aparecem ao nível do solo e iniciam sua separação. O epicótilo inicia seu desenvolvimento.
V2	Folhas primárias totalmente expandidas.
V3	Primeira folha trifoliada expandida e a segunda iniciando seu desenvolvimento.
V4	Terceira folha trifoliada expandida e as brotações dos nós inferiores iniciam ramificações.
R5	Pré-floração: o primeiro botão floral ou racemo aparece. Os botões florais em variedades determinadas são formados na ramificação do último nó. Em variedades indeterminadas os racemos são observados primeiramente nos nós inferiores.
R6	Floração: primeiras flores abertas.
R7	Formação da vagem: primeira vagem aparece sendo maior do que 2,5 cm.
R8	Enchimento de grão: as primeiras vagens começam a encher (crescimento da semente). Até o final do estágio as sementes perdem sua cor verde e começam a mostrar a cor característica da variedade. Inicia o desfolhamento.
R9	Maturação fisiológica: as vagens perdem a pigmentação e começam a secar. Sementes desenvolvem a cor típica da variedade.

¹ V=vegetativo; R=reprodutivo;

² CIAT (1987).