

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade  
Área de Concentração Fitopatologia

Tese



INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A PARTIR DE ISOLADOS AVIRULENTOS DE *Colletotrichum lindemuthianum* E USO DE MISTURAS DE CULTIVARES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE DO FEIJÃO.

**Rita Ariane Maiche Lopes Fernandes**

Pelotas, 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**RITA ARIANE MAICHE LOPES FERNANDES**

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A PARTIR DE ISOLADOS AVIRULENTOS DE *Colletotrichum lindemuthianum* E USO DE MISTURAS DE CULTIVARES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE DO FEIJÃO.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Fitopatologia).

Orientador: Dr. Edegar Antônio Rossetto.  
Co-Orientador: Dr. Irajá Ferreira Antunes

Pelotas, 2009

**Dados de catalogação na fonte:**  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744 )

F363i Fernandes, Rita Ariane Maiche Lopes  
Indução de resistência a partir de isolados  
avirulentos de *Colletotrichum lindemuthianum* e uso de  
misturas de cultivares no controle da antracnose do  
feijão / Rita Ariane Maiche Lopes Fernandes;  
orientador Edemar Antônio Rossetto; co-orientador  
Irajá Ferreira Antunes. - Pelotas,2009.- 50f.: il. - Tese (   
Doutorado ) –Programa de Pós-Graduação em  
Fitopatologia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.  
Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.

**Banca examinadora:**

---

Dr. Edegar Antônio Rossetto  
Universidade Federal de Pelotas (Orientador)

---

Dra. Beatriz Marti Emygdio  
Embrapa Clima Temperado

---

Dr. Cley Donizeti M. Nunes  
Embrapa Clima Temperado

---

Dra. Cândida Renata Jacobsen de Farias  
Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal (INTEC/URCAMP)

---

Dr. Gilberto Peripolli Bevilaqua  
Embrapa Clima Temperado

*Dedico este trabalho aos meus pais Geny e Ariege  
e ao meu filho Thiago, pelo amor e confiança  
sempre presentes nesta jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Pelotas por propiciar a realização deste trabalho, e em especial aos professores pelos ensinamentos e amizade.

Ao Dr. Irajá Ferreira Antunes pela confiança em mim depositada, amizade, orientação e palavras de incentivo, estando sempre disposto a ajudar em todos esses anos de convívio.

Ao Professor Edeimar Rossetto pelos ensinamentos e amizade.

Aos meus pais, Ariege e Geny Lopes pelo amor, educação e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu filho Thiago pelo amor incondicional, incentivo e tolerância nos momentos em que estive ausente para a realização deste trabalho.

Às amigas Luciane Ribeiro, Janete Mastrantônio, Camila Chollet e Lílian Cerbaro, pela companhia, amizade e ajuda, dedicadas em todos os momentos.

Às amigas Elen de Souza, Carla Xavier e Angélica Bender pela amizade e incansável ajuda para a realização deste trabalho.

Meu carinho especial também aos amigos do “anexo” do feijão, Leonel Guerreiro, Claiton, Neander Silveira, Robson, Ricardo Stazisnski, Ricardinho, Karen, Ezaquiel e Dediel Rocha, pela amizade e ajuda em todas as atividades solicitadas.

Aos funcionários do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa ETB Francisco de Lima e Ernande Ferreira e Sergio de Freitas, da Universidade Federal de Pelotas, pelos ensinamentos, ajuda e amizade.

Ao Dr. Cley Nunes pela colaboração, apoio e disposição do laboratório e equipamentos utilizados neste trabalho.

Aos amigos conquistados durante o curso de Pós Graduação, em especial à Marília Marques, Nelson Bernardi e Victor Coila, pela convivência e amizade, amenizando momentos de tensão e preocupação vividos durante o curso.

À amiga Clause Piana pela contribuição nas análises estatísticas e pela amizade.

A CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado pela utilização de sua infra-estrutura para a realização dos experimentos.

À Deus, que foi meu amparo nas horas mais difíceis.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

*“Tudo é loucura no começo...  
Nada do que o homem fez no mundo teve início de  
outra maneira.  
Mas já tantos sonhos se realizaram que não temos o  
direito de duvidar de nenhum.”  
(Monteiro Lobato)*

## RESUMO

FERNANDES, Rita Ariane Maiche Lopes. Indução de resistência a partir de isolados avirulentos de *Colletotrichum lindemuthianum* e uso de misturas de cultivares no controle da antracnose do feijão. 2009. 50f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Área de Concentração: Fitopatologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

As doenças constituem uma das principais causas da baixa produtividade da cultura do feijão, seja pelo grande número, seja pela intensidade da incidência. De modo geral, as cultivares do Rio Grande do Sul não apresentam resistência às diferentes moléstias. Com o intuito de estudar métodos alternativos no controle da antracnose do feijão, o presente trabalho teve como objetivos estabelecer o efeito de misturas de cultivares sobre a incidência de antracnose e avaliar as relações patógeno/hospedeiro na indução de resistência de cultivares de feijão a partir da inoculação de raças avirulentas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Os trabalhos foram realizados em campo e estufas BOD, respectivamente. Utilizou-se isolados de Santa Catarina (SC1 e SC5), Rio Grande do Sul (ANT03/09) e Goiás (Raça 81); sendo o germoplasma de feijão material crioulo e oriundo da pesquisa. Os resultados demonstraram que há diferença na capacidade de indução dos isolados e na resposta dos genótipos ocorrendo interação entre isolado e genótipo. O controle da antracnose por meio da indução de resistência apresentou como limite máximo a redução do índice de doença (McKinney) de 0.94 (para um valor máximo de 1) para 0.11 (ausência de doença). Misturas de cultivares foram capazes de controlar antracnose em cultivares suscetíveis de feijão. Ambos os métodos apresentam potencial como prática no cultivo do feijão.

## ABSTRACT

FERNANDES, Rita Ariane Maiche Lopes. Resistance induction to *Colletotrichum lindemuthianum* from avirulent isolates and cultivar mixture potential in controlling anthracnose in common bean. 2009. 50f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Área de Concentração: Fitopatologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Among the main causes for the low yields found in common bean crops, are the diseases. Common bean cultivars in Rio Grande do Sul state do not show resistance to the diseases as a general rule. Aiming to evaluate alternative methods for common bean disease control, this work intended to determine the effects of using cultivar mixtures on anthracnose, rust, angular leaf spot and alternaria leaf spot incidence as well as to identify resistance induction to anthracnose from the understanding of the relationship among *C. lindemuthianum* avirulent isolates and common bean genotypes. Experiments have been carried out under field and growth chamber conditions. Anthracnose samples were collected from Santa Catarina (SC1 and SC5), Rio Grande do Sul (ANT 03/09) and Goiás (Race 81) states and the common bean germplasm were land races and research programs-derived. Results have show differences in response for resistance induction to anthracnose from different avirulent isolates and the existence of an interaction of isolates and common bean genotypes; maximum disease incidence reduction, based on McKinney Index, was from 0.94 to an index of 0.11 (disease absence). Cultivar mixtures were able to reduce disease severity in susceptible cultivars. Both resistance induction and cultivar mixtures have potential to become common bean cropping practices.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Genótipos de feijão crioulos e oriundos da pesquisa, de grãos preto e de cor. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009. ....26
- Tabela 2 – Escala de notas para avaliação de intensidade de antracnose em feijão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009. ....27
- Tabela 3 – Reação de genótipos de feijão aos isolados SC1, SC5, raça 81 e ANT 03/09 de *C.lindemuthianum*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.....28
- Tabela 4 – Reação de isolados de *C.lindemuthianum* e efeito de isolados potencialmente indutores de resistência sobre a reação de genótipos de feijão a isolados virulentos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.....30
- Tabela 5 – Reação dos genótipos de feijão estudados, a raça 81 de *C.lindemuthianum*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.....36
- Tabela 6 – Combinações duplas de misturas de cultivares de feijão, de acordo com a reação da raça 81 de *C. lindemuthianum*, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009. ....37
- Tabela 7. Escala descritiva das notas empregadas para avaliação da incidência da antracnose na vagem em cultivares de feijão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009. ....39
- Tabela 8. Severidade da antracnose expressa pelo índice de Mc.Kinney, dos genótipos componentes das misturas. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2009.....41
- Tabela 9. Coeficientes de Interferência de cultivares de feijão, resistentes a raça 81 de antracnose quando em misturas com cultivares resistentes e suscetíveis à referida raça. Embrapa Clima temperado, Pelotas, 2009. ....42

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
I. APRESENTAÇÃO.....	11
II.CAPITULO 1. O uso de isolados avirulentos de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> no controle da antracnose do feijão .....	22
Introdução .....	22
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	28
Conclusões:.....	33
III. CAPITULO 2. O uso de misturas de cultivares no controle da antracnose do feijão .....	34
Introdução .....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	40
Conclusões.....	43
IV. REFERÊNCIAS .....	44

## I. APRESENTAÇÃO

O feijão destaca-se como importante fonte de proteína, fibra e vitaminas na dieta alimentar do povo brasileiro, sendo um prato quase obrigatório das populações rural e urbana. Devido a sua boa adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, esta cultura faz parte da maioria dos sistemas produtivos dos pequenos e médios produtores, cuja produção é direcionada ao consumo familiar e à comercialização do excedente. (ARAÚJO et al., 1996).

O Brasil se encontra entre os maiores produtores e consumidores mundiais de feijão, sendo o segundo produtor mundial do gênero *Phaseolus* e o primeiro da espécie *vulgaris* (FAO, 2008). Apesar de apresentar destaque na produção mundial, a produtividade média brasileira é muito baixa e tem sido insuficiente para abastecer o mercado interno, devido à redução da área plantada, da ordem de 35%, nos últimos 17 anos. Cerca de 60% da produção brasileira é proveniente de agricultura de mão de obra familiar (MAGALHÃES, 2005). Na safra de 2007/2008 a produção nacional correspondeu a aproximadamente 3,8 milhões de toneladas, seguida da Índia e da China (CONAB, 2008), valor muito abaixo do potencial genético da cultura que pode chegar a 5.000kg.ha<sup>-1</sup> (MENTEN et al., 2008).

No Rio Grande do Sul, cerca de 82,9% da produção de feijão deriva da agricultura familiar (ANTUNES & SILVEIRA, 2000). Uma das grandes questões atuais é como harmonizar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais disponíveis, gerando o que se denomina, no momento, de desenvolvimento sustentável em seu sentido mais amplo, ou seja: social, econômico e ambiental. Já é consenso que se faz necessário a introdução de novas técnicas, que diminuam custos e de métodos que auxiliem na conservação do meio ambiente, o que, simultaneamente vem a atender a atual demanda de um número cada vez

maior de consumidores na direção de uma melhoria na qualidade de vida dos produtores e consumidores (ALTIERI, 2000).

Neste contexto, inclui-se a necessidade de desenvolverem-se novas técnicas de controle de patógenos que minimizem os danos causados ao ambiente por produtos químicos nos cultivos atuais, inclusive na cultura do feijão.

Neste caso, o uso de métodos de controle está ligado aos danos causados à cultura por agentes patogênicos, que podem ser observados desde a semeadura até a colheita aliado ao fato de que devido à diversidade de espécies de patógenos que ocorrem quase todas as cultivares têm-se mostrado suscetíveis.

As doenças constituem uma das principais causas da baixa produtividade da cultura do feijão, seja pelo grande número, seja pela intensidade da incidência. De modo geral, as cultivares do Rio Grande do Sul não apresentam resistência às diferentes moléstias. Existindo condições ambientais favoráveis, os patógenos se difundirão, provocando danos consideráveis às lavouras (EMBRAPA/IPEAS, 1974).

Além de causar drástica redução no rendimento da cultura, ocorre a diminuição das qualidades fisiológica, nutricional e sanitária do produto colhido, afetando o preço e a comercialização (SARTORATO et al., 2000; SARTORATO, 2002).

Desde meados do século XIX, com a seleção de plantas que facilitam a mecanização e outros fatores como fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos que evoluíram rapidamente, permitindo e conduzindo a concentração volumosa da monocultura, houve o aparecimento de ervas daninhas mais resistentes e problemas de ordem fitossanitário (FINCKH et al., 2000).

Uma das doenças fúngicas mais importantes da cultura do feijão é a antracnose, cujo agente causal é o *Colletotrichum lindemuthianum*. O fungo afeta grande número de leguminosas, mas só produz infecções severas em plantas da espécie *Phaseolus vulgaris*, sendo a principal doença do feijão nos cultivos de primavera, no Rio Grande do Sul. (GALLI et al., 1968).

As condições propícias para o desenvolvimento do fungo são temperaturas moderadas, e tempo úmido e chuvoso durante o desenvolvimento da cultura. Nas Regiões Sul e Sudeste pode haver danos de até 100% nas lavouras, principalmente quando a doença ataca nos primeiros estágios de desenvolvimento (VIEIRA, 1988).

Além de diminuir o rendimento da cultura, a antracnose pode causar mancha nos grãos, depreciando a qualidade do produto, tornando-o impróprio para o consumo (SARTORATO & RAVA, 1994).

O patógeno tem a capacidade de atacar toda parte aérea da planta e produzir lesões contendo massas de conídios com revestimento mucilaginoso os quais são capazes de serem disseminados e infectar tecidos saudáveis (RODRIGUEZ-GUERRA et al. 2003).

Os sintomas podem aparecer na parte aérea, começando por pequenas manchas que evoluem para cancrios de coloração marrom-escura. No pecíolo e no caule, as lesões são ovaladas, deprimidas e de coloração escura. Nas folhas ocorrem inicialmente na face abaxial, ao longo das nervuras, como pequenas lesões pardo-avermelhadas que, posteriormente, se tornam de cor café escuras e negras. Nas vagens surgem sintomas da doença na forma de lesões arredondadas, deprimidas, de tamanho variável, apresentando o centro claro, delimitado por um anel negro levemente protuberante (ARAÚJO et al., 1996).

Um dos métodos eficientes de controle desta doença é a utilização de sementes saudáveis e de cultivares resistentes ao patógeno. Porém, o sucesso no desenvolvimento destas cultivares depende dos níveis de variabilidade do patógeno (RODRIGUEZ-GUERRA et al., 2003).

A alta variabilidade patogênica do *C. lindemuthianum* tem sido detectada em muitas áreas das Américas, criando assim, dificuldades para a incorporação de uma resistência duradoura no feijão, já que a variabilidade genética do patógeno nestas áreas aumenta (CAMPOS, 2001).

O plantio de cultivares geneticamente uniformes, em grandes áreas, favorece as epidemias de doenças de plantas. Uma alternativa para minimizar esse problema é o cultivo de cultivares resistentes ao patógeno ou a combinação de diferentes genótipos da planta. A combinação de culturas geneticamente diferentes no mesmo local reduz o inóculo inicial e/ou a taxa de progresso da doença. A diversidade pode ser alcançada utilizando, no mesmo local, e ao mesmo tempo, diferentes cultivares ou linhagens da mesma espécie, possuidoras de genes para resistência a diferentes raças e também misturas nas proporções de cultivares suscetíveis e resistentes. Esta técnica é denominada de multilinhas ou mistura de cultivares (NTAHIMPERA et al., 1996).

O uso de misturas foi sugerido em 1952, por Jensen, como alternativa para o controle da ferrugem da aveia; em seguida, Borlaug (1953) também propôs a mistura para o controle da ferrugem do trigo. A primeira mistura de cultivares produzida em escala comercial foi a Miramar 63, desenvolvida por melhoristas da Colômbia no ano de 1963, composta por 10 cultivares de trigo com diferentes genes para resistência à ferrugem. A partir daí, alguns trabalhos foram feitos com misturas de cultivares como medidas de controle em culturas como aipo, trigo e arroz (WOLFE, 1985).

O ataque de doenças nas misturas oscila desde a grande manifestação da doença até a baixa incidência. Isto vai depender da suscetibilidade dos componentes da mistura e do tipo de patógeno que está infectando a cultura (MUNDT, 2002).

Segundo Finckh et al. (2000), a mistura de cultivares promove a redução da doença em virtude das interações de ordem genética e ecológica entre plantas e patógeno, bem como, ao aumento da distância entre plantas suscetíveis e à ação restritiva de expansão do patógeno promovida pelas plantas resistentes, que atuam como barreiras.

De acordo com Lannou & Pope (2001), com a mistura de cultivares, a diversidade genética da população do patógeno é maior do que em uma única variedade resistente e existem esporos virulentos e não virulentos. Desta forma, um terceiro mecanismo de redução de doenças nas misturas é a indução de resistência por esporos não patogênicos em tecidos, prevenindo ou reduzindo a infecção de patógenos que são depositados na mesma área. A área do tecido suscetível, protegida por esporos de agentes não patogênicos, pode resultar numa redução significativa da epidemia, mecanismo também defendido por Finckh et al. (2000).

Embora existam inúmeras citações sobre o uso de multilinhas e mistura de cultivares para administrar a ocorrência de doenças, é importante salientar que há evidências consideráveis de que as misturas de cultivares ou multilinhas são mais efetivas na redução das infecções no caso de patógenos cujos propágulos são 'windborne', ou seja, transportados pelo vento (COWGER & MUNDT, 2002).

Por estas e outras razões, Wolfe e Barrett (1980) concentram seus trabalhos em análise e uso de misturas de cultivares para controle de doenças de dispersão aérea em cereais. Há três níveis de uniformidade nas quais as monoculturas são comumente praticadas: espécie, variedade e gene de resistência.

Segundo Finckh et al. (2000), as possibilidades de diversificação do nível de uniformidade com o uso de multilinhas ou misturas de cultivares são:

- Espécie: os indivíduos podem diferir em arranjos genéticos entre ou dentro de espécies, usando cultivares resistentes, ou diferenças morfológicas, etc.
- Variedade: são normalmente geneticamente uniformes, os arranjos entre os mesmos genes de resistências dentro de cultivares no mesmo fundo genético que inclui misturas de cultivares e multilinhas.
- Genes de resistência: o mesmo gene de resistência pode existir com diferentes arranjos, nas multilinhas.

Segundo Munk (2002), existem algumas vantagens na utilização de misturas, como a proteção contra patógenos veiculados pelo ar, como ferrugens, míldios, septorioses, cercosporioses; proteção contra injúrias pelo frio, aquisição de maior qualidade e maior estabilidade de produção.

Acredita-se que ocorra um aumento da distância entre as plantas suscetíveis na área, diminuindo assim a possibilidade de um dado esporo atingir um determinado hospedeiro suscetível. Além disso, a presença de plantas resistentes no dossel fornece uma barreira física contra a dispersão dos esporos, sendo a redução da doença dependente de alguns parâmetros, como gradiente de dispersão dos esporos, velocidade de crescimento das lesões, tamanho da planta e distribuição dos genótipos no campo (LANNOU & POPE, 2001). Além do aumento da diversidade no espaço, o aumento da diversidade no tempo, por meio da rotação de culturas, também faz com que os processos biológicos auxiliem na proteção de plantas (GHINI & BETTIOL, 2000).

As misturas são muito utilizadas por agricultores de subsistência, onde cultivares crioulas presentes nas misturas usualmente diferem em características morfológicas e são utilizadas pelos produtores como marcadores para sabor, textura, rendimento, armazenamento, resistência a estresses ambientais, uso e ciclo (SMITHSON & LENNÉ, 1996). Para Clawson (1985), os agricultores utilizam também as misturas como estratégia agrícola, centrada na diversidade da época de colheita e da segurança que esta diversidade lhes proporciona.

Mais de trinta trabalhos foram publicados e revisados sobre o efeito de misturas de cultivares sobre o seu rendimento e ocorrência de doenças. Os resultados demonstraram que houve menor incidência de doenças em misturas do

que ao considerar-se a incidência média dos seus componentes (SMITHSON & LENNÉ, 1996).

Newton & Swanston (1999) argumentam, em seu trabalho, que a mistura de cultivares de cereais, como cevada, oferece muitos benefícios potenciais ao produtor, como aumentos no rendimento entre 5 e 15%, na redução do uso de agrotóxicos, melhora na qualidade dos grãos e promovendo a estabilidade de produção.

Mundt & Leonard (1986) encontraram controle significativo da ferrugem utilizando diferentes estruturas de dossel, com a combinação de milho x feijão; uma redução menor foi observada na combinação trigo x cevada.

Misturas de cevada são muito utilizadas na Alemanha e na Rússia. O trigo de inverno Bezostaja 1 de ampla utilização, muito bem sucedido, é proveniente de uma mistura (WOLFE et al., 1992).

O progresso da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) foi verificado em misturas de linhagens suscetíveis e resistentes de *Stylosanthes scabra* durante três anos consecutivos. Na mistura com mais de 50% da linhagem suscetível, a área abaixo da curva de progresso foi significativamente menor em dois dos três anos (CHAKRABORTY et al., 1991).

Em alguns países da África, o feijão geralmente é cultivado por meio de misturas de cultivares feitas pelo próprio agricultor. Pindjii e Trutmann (1992) realizaram um estudo para verificar o progresso de mancha angular sob a influência da adição de cultivares resistentes a essas misturas. Ao adicionar 25, 50 e 75% da variedade resistente a *Pseudocercospora griseola* nas misturas locais, observaram-se reduções na severidade da mancha angular em relação ao uso isolado da mistura local em três dos quatro experimentos. Segundo os autores, a falta do efeito protetor da mistura em um dos experimentos foi causada pela alta pressão da doença.

Zhu et al. (2000) testaram o cultivo do arroz em monocultura contra a técnica da mistura de cultivares em grandes propriedades agrícolas, na China. Esses autores verificaram redução em 94% da intensidade da brusone (*Magnaporthe grisea*). Essa doença fúngica é devastadora nessa região e normalmente requer aplicações repetidas de fungicidas. Os agricultores adeptos dessa estratégia cessaram as aplicações de fungicidas e ainda tiveram aumento de 18% da produtividade.

Em estudo realizado por Ballico (2002) com misturas de cultivares de aveia para o controle da ferrugem, foi observado melhor controle da doença nos tratamentos em que na mistura, continha pelo menos uma de três cultivares, resistentes à doença. Houve um incremento significativo da produtividade nas misturas constituídas com três componentes suscetíveis, comparando-se com a testemunha fungicida.

Em bananeiras este resultado também foi conferido por Gonçalves (2006), que avaliou o crescimento e produção das cultivares 'Prata Anã', 'Caipira' e 'Thap Maeo', em diferentes sistemas de plantio, influenciados pelo mal da Sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicola*), no primeiro e segundo ciclos. A mistura de cultivares proporcionou redução significativa da doença e no grau de severidade do primeiro para o segundo ciclo, mostrando-se como técnica promissora nesta cultura.

Estudando o manejo da antracnose pela utilização de mistura genética de linhagens de sorgo, Costa (2004), verificou que a linhagem CMSXS169 apresentou alto nível de resistência a *C. graminicola*, tendo valor potencial para obtenção de híbridos com alta resistência à antracnose foliar. A utilização de populações geneticamente heterogêneas quanto à resistência, por meio da combinação de linhagens em híbridos triplos, mostrou-se altamente eficiente para o manejo da antracnose. Além de permitir reduzir a intensidade da doença no campo, estabilizou a população do patógeno, impedindo o surgimento e, ou, a seleção de indivíduos mais agressivos, e promoveu incrementos significativos de produção, tornando possível a utilização de linhagens que apresentem características agrônomicas desejáveis, mas com suscetibilidade à antracnose.

Em trabalho realizado em Canguçu e Passo Fundo, RS nas safras 1992/1993 e 1993/1994, contendo tratamentos compostos pelas cultivares de feijão Carioca, Tayhú e Guateian 6662 em estande puro e em duas misturas, foi observado que Tayhú teve produtividade estimulada quando em mistura em relação a produtividade em estande puro, caracterizando efeitos positivos de interferência, sendo que, Carioca e Guateian 6662 sofreram efeitos neutros na mistura 1 (240 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e negativa na mistura 2 (120 mil plantas ha<sup>-1</sup>) (MASTRANTÔNIO et al. 2004).

O Tanzanian National Program está utilizando o método de misturas em seus programas de melhoramento (TEVERSON et al., 2001). Na Ásia (Índia, Filipinas e China) o método de misturas está sendo utilizado como modelo na cultura

do arroz (CASTILLA et al., 2003). Teverson et al. (2001), citam que produtores de feijão da Tanzânia, utilizando o método de misturas, encontraram em dois dos componentes da mistura, uma alta resistência a *Pseudomonas syringae* (crestamento bacteriano do halo) e *C. lindemuthianum* (antracnose).

Em trabalho realizado por Fernandes (2006), com misturas de cultivares de feijão, em Pelotas, RS e Seropedica, RJ, utilizando nove genótipos em misturas duplas, triplas e em estande puro, verificou-se que as cultivares Chocolate e Irai, por sua resistência promoveram melhor desempenho das misturas que compuseram, frente à antracnose.

Grandes produtores dos Estados Unidos estão optando pela mistura de cultivares por sua estabilidade, independente do rendimento (KESSLER,1997; MUNDT, 2002). No estado de Oregon (USA) no ano de 2001, uma variedade de trigo de inverno ocupou mais da metade da área plantada, sendo uma das cultivares melhor sucedidas nos Estados Unidos, com grande estabilidade e adaptabilidade. Em Washington e Oregon, 18% e 13% das áreas de trigo de inverno, respectivamente, são cultivados com misturas. São comercializadas sem problemas de diferenças agronômicas, com grande aceitação no mercado (MUNDT, 2002).

Outra estratégia de controle alternativo da antracnose, é o uso de indução de resistência.

A proteção natural das plantas está baseada em uma série de barreiras pré e pós-formadas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Os fatores de resistência pré-formados são aqueles presentes na planta antes do contato com o patógeno. Já os pós-formados, estão ausentes ou em baixo nível antes da infecção, sendo produzidos ou ativados em resposta à presença do patógeno. Em ambas as categorias, os fatores envolvidos na resistência podem ser subdivididos em estruturais ou bioquímicos. Os estruturais atuam como barreiras físicas, enquanto os bioquímicos atuam através da produção de substâncias tóxicas ou repelentes ao patógeno ou criando condições adversas ao estabelecimento deste na planta (PASCHOLATI & LEITE, 1994).

Os principais tipos de resistência são: a resistência local, a resistência sistêmica adquirida (RSA) e a resistência sistêmica induzida (RSI). A resistência local, conhecida como reação de hipersensibilidade (RH), pode levar à morte local das células situadas onde o elicitor se instala. O elicitor pode ser um ativador

químico, extratos de células de microorganismos ou microorganismos vivos (DURRANT & DONG, 2004).

Os aspectos fisiológicos e morfológicos da RH incluem o aumento rápido de agentes oxidantes, perda de íons potássio e ganho de íons hidrogênio pelas células, espessamento das paredes celulares e da cutícula, inchamento da mitocôndria por causa da formação de poro de transição de permeabilidade (PTP) precedendo a morte celular programada (JONES, 2000), além da síntese de fitoalexinas e proteínas relacionadas à defesa (PR: do inglês pathogenesis related) (DURRANT & DONG, 2004).

A RSA é induzida por patógenos ou por ativadores químicos que envolvem o acúmulo de proteínas relacionadas com patogênese. Além disso, ocorrem alterações visuais perceptíveis, como necrose da planta que sofreu indução e é induzida por uma via salicilato-dependente. Já na RSI, não há acúmulo de PRPs, não há alterações visuais perceptíveis. O agente indutor é, usualmente, um não patógeno, sua indução não é o salicilato-dependente (STICHER et al., 1997; VAN LOON et al., 1998).

As respostas de defesa são iniciadas por meio da percepção do estresse, seguido do desencadeamento de uma cascata de eventos moleculares e finalizadas em vários níveis de respostas fisiológicas e metabólicas e podem tornar a planta resistente ao estresse (TAIZ & ZEIGER, 2004; BRAY, 1993).

O elicitor é definido como uma molécula presente em um organismo ou mesmo moléculas produzidas pela própria planta que têm como função gerar respostas de defesa. Os elicitores podem ser moléculas de fungos, bactérias e vírus (ANDREU, 1998). Dessa forma, os termos de indutor e elicitor podem ser usados como sinônimos.

A indução de resistência já foi demonstrada em inúmeras espécies de plantas, distribuídas entre diversas famílias botânicas, tanto em dicotiledôneas quanto em monocotiledôneas e também se mostrou efetiva contra fungos, vírus, bactérias, insetos, ácaros e nematóides (STICHER et al., 1997. LUCS, 1999; OGALLO & MCCLURE, 1996).

O primeiro relato de indução de resistência foi descrito por Ray & Beauverie em 1901, os quais obtiveram indução de resistência em begônia pelo uso de esporos atenuados de *Botrytis cinerea* e relacionaram a indução com as condições ambientais de cultivo. Quase trinta anos mais tarde, Carbonne & Kalaljev

confirmaram esse estudo e mostraram que a resistência sistêmica adquirida depende da condição do hospedeiro. Em 1933, Chester observou que plantas susceptíveis podiam adquirir resistência após o primeiro contato com o patógeno avirulento ou após inoculação com forma atenuada do agente patogênico (KESSMANN et al., 1994).

Em 1940, Müller e Börger inocularam seções de tubérculos de batata com uma raça avirulenta de *P. infestans* observando ausência de sintomas típicos. Após certo tempo, reinocularam essas mesmas seções com uma raça virulenta do mesmo patógeno, observando que a raça avirulenta aparentemente protegia os tecidos evitando a infecção pela raça virulenta.

No Brasil, os primeiros estudos foram desenvolvidos em 1970, no Instituto Biológico de São Paulo, pela Dra. Walkyria B.C. Moraes, contra *Hemileia vastatrix*, com o uso de *Saccharomyces cerevisiae*, goma xantana, *Bacillus thuringiensis* e uredosporos inativados de *H. vastatrix* (BONALDO et al., 2005).

No patógeno, um gene é chamado de gene de avirulência se sua expressão determina a produção de sinais que provocam uma forte resposta na planta com o apropriado gene de resistência (KEEN, 1990). No entanto, a expressão do gene de avirulência não impede o patógeno de ser virulento para hospedeiros que não tenham o correspondente gene de resistência.

Em pesquisa realizada por Pascolati et al. (1986), no tratamento de plantas jovens de melão, com uma suspensão de conídios de *Helminthosporium carbonum*, as plantas tornaram-se resistentes a uma infecção posterior por *Mycosphaerella melonis*. Os autores verificaram que a taxa de proteção induzida variou de acordo com a cultivar de melão empregado nos testes. Para cultivar Amarelo Tandra, a proteção foi de 74%, enquanto que para a Valenciano Verde foi de 89%.

No controle da brusone, a indução da resistência manifestou-se na redução da área foliar afetada e no tipo de lesão em plantas de arroz, inoculadas com isolado avirulento de *Pyricularia oryzae* e logo após com o isolado virulento (FILIPPI et al., 2007).

Em trabalho realizado por Campos et al. (2009), no estudo do potencial da raça delta do fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, em expressão de avirulência, quanto à proteção do feijão a raças virulentas deste fungo, e à capacidade de induzir resistência sistêmica, foram verificados acréscimos significativos nas atividades da beta -1,3 - glucanase e quitinase nos tratamentos com aplicação de *C. lindemuthianum*

avirulento, nas duas avaliações, em comparação ao observado nos tratamentos com água e com ácido salicílico. O uso de *C. lindemuthianum* raça delta avirulenta diminuiu a severidade da doença, e tem potencial para controlar a antracnose do feijão.

As misturas de cultivares e a indução de resistência com isolados avirulentos constituem atualmente uma estratégia viável na direção de uma produtividade sustentável em uma agricultura de subsistência. Tem potencial para ser melhorada sem sacrifício da diversidade, além de ser um importante recurso para a futura produção global de alimentos. Podem apresentar importante papel na expansão da agricultura moderna (SMITHSON & LENNÉ ,1996; MUNDT, 2002).

## **II.CAPITULO 1. O uso de isolados avirulentos de *Colletotrichum lindemuthianum* no controle da antracnose do feijão**

### **Introdução**

O Brasil é o maior produtor de feijão, seguido da Índia e do México (FAO, 2008), que é um importante alimento não apenas em países em desenvolvimento, mas também nos desenvolvidos (ANTUNES, 2008).

As doenças constituem uma das principais causas da baixa produtividade da cultura, seja pelo grande número, seja pela intensidade da incidência. De modo geral, as cultivares do Rio Grande do Sul não apresentam resistência às diferentes moléstias. Existindo condições ambientais favoráveis, os patógenos se difundirão, provocando danos consideráveis às lavouras (EMBRAPA/IPEAS, 1974).

Uma das doenças fúngicas mais importantes da cultura é a antracnose, cujo agente causal é o fungo *Colletotrichum lindemuthianum*. O fungo afeta grande número de leguminosas, mas, só produz infecções severas em plantas da espécie *Phaseolus vulgaris*, sendo a principal doença do feijão nos cultivos da safra (GALLI et al., 1968; AMARO, 2006).

O controle desta doença se dá através de sementes de boa qualidade, de cultivares resistentes e do uso de produtos químicos. Porém, atualmente, grande enfoque tem sido dado à prática de uma agricultura sustentável a partir da identificação de sistemas de controle fitossanitários alternativos ao uso de agrotóxicos. Nesse sentido, a indução de resistência à doenças em plantas vem

gerando resultados promissores como alternativa ecologicamente correta e economicamente viável (VIEIRA et al. 1993; ANTUNES et al. 1997; BONALDO et al., 2005; FILIPPI et al., 2007; CAMPOS et al. 2009).

A seleção natural e a co-evolução induziram as plantas a selecionar uma série de mecanismos de defesa. A resistência a microorganismos patogênicos, por exemplo, pode apresentar-se na forma de barreiras físicas ou de resistência genética. Além desses, as plantas possuem outros mecanismos que permanecem inativos ou latentes, e são acionados ou ativados após a exposição e/ou contato com agentes de indução.

Um destes eventos é a resistência sistêmica adquirida (RSA) que se caracteriza por ser um sistema imune nato e potente contra um largo espectro de patógenos (JAROSCH et al., 1999). Ao induzir a resistência de um hospedeiro estimula-se a síntese de compostos de defesa conferida por genes presentes no genótipo do hospedeiro, que tanto pode ser expressa de forma localizada ou de forma sistêmica (RSA), e neste caso será efetiva em todas ou em quase todas as partes da planta. Os agentes indutores da resistência podem ser de natureza biótica ou abiótica (SCHONEBECK & STEINER, 1997), como por exemplo, um isolado avirulento, uma injúria mecânica, ou mesmo um composto químico (MANANDHAR et al., 2000).

Assim, o tratamento de plantas com moléculas elicitoras, pode levar não apenas a uma resposta de resistência, como também a uma expressão sincronizada de diversos mecanismos de defesa, culminando com o que é chamado de indução de resistência. O fenômeno de indução de resistência é caracterizado pela transformação de uma relação originalmente compatível entre planta e patógeno numa relação incompatível (VAN LOON et al., 1998).

Segundo Hadwiger & Culley (1993), a inoculação de uma planta com uma linhagem de fungo incompatível (um fungo que não causa infecção devido à raça-específica ou não hospedeiro), freqüentemente induz a uma resposta de defesa na planta, que previne a infecção por subseqüentes inoculações com um patógeno normalmente virulento. As plantas que não possuem genes para resistência parecem obter este tipo de resposta. Ou seja, patógeno não virulento em um genótipo hospedeiro pode induzir reações de resistência contra as raças virulentas. (FINCKH et al., 2000).

O biocontrole da antracnose do feijão já foi relatado com sucesso por Rahe et al. (1969), em estudo com a cultivar Perry Marrow. Esses autores aplicaram nas folhas um inóculo de raça avirulenta e, 48 horas depois, aplicaram um inóculo de raça virulenta. Observaram, então, que as plantas foram totalmente protegidas contra a raça virulenta e, também, que quando ocorria indução à resistência, o genótipo apresentava rápida resposta de hipersensibilidade, caracterizada pela presença de numerosas pintas marrom-avermelhadas, distribuídas sobre as hastes das plântulas.

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivos avaliar o potencial de isolados avirulentos como indutores de resistência em plantas de feijão, a isolados virulentos, bem como a existência de interações em sistemas isolado avirulento-genótipo do feijão-isolado virulento e determinar quais os limites de redução da severidade por este processo.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nas dependências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado, na Estação Terras Baixas, em Pelotas, Rio Grande do Sul, nos anos de 2008 e 2009.

Foram utilizados os isolados de *C.lindemuthianum* da raça 81, coletados de sementes da cultivar Líder, proveniente do município de Orizona, GO, safra 2004. Os isolados SC1 e SC5, provenientes de cultivares locais de grão preto da região de São José do Cerrito, SC, safra 2008 e o isolado ANT03/09 proveniente da cultivar BRS Expedito, safra 2008, do município de Sobradinho, RS.

Vinte e um genótipos de feijão de grãos pretos e de cor, oriundos da pesquisa e cultivares crioulas, descritos na Tabela 1, foram testados quanto a sua reação aos quatro isolados.

De acordo com a reação de hipersensibilidade dos genótipos frente aos isolados testados, foram constituídas as combinações de isolado virulento e indutor para cada cultivar.

O inóculo, constituído por uma suspensão de  $1,2 \times 10^6$  esporos/ml ajustada com o auxílio do hemacitômetro (Câmara de Neubauer), foi obtido a partir de colônias de *C.lindemuthianum* com dez a doze dias de incubação em BOD à 24°C, desenvolvidas em vagens de feijão autoclavadas à 120°-127°C.

Foram utilizadas oito sementes de cada uma das cultivares apresentadas na Tabela 1., empregando a metodologia dos recipientes de PET desenvolvida por Ribeiro (2007). As sementes foram desinfestadas em solução de Hipoclorito 3% por dois minutos e dispostas em papel germitest, umedecido com água destilada, dobrado ao meio, a 1,5 cm da borda superior do papel, sendo posteriormente cobertas por outra folha dobrada também ao meio, seguindo a formatação do rolo no

sentido da maior dimensão. Os rolos foram colocados na posição vertical dentro dos recipientes PET, que resultaram do corte a 10 cm da base de garrafas transparentes com capacidade de 500ml, sendo cobertos com sacos de polipropileno (20x30cm).

Tabela 1. Genótipos de feijão crioulos e oriundos da pesquisa de grãos preto e de cor. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

<b>Genótipos</b>	<b>Origem</b>	<b>Cor do grão</b>
Rio Tibagi	Pesquisa	Preto
Macanudo	Pesquisa	Preto
Iapar44	Pesquisa	Preto
Macotaço	Pesquisa	Preto
Guapo Brilhante	Pesquisa	Preto
BRS Valente	Pesquisa	Preto
BRS Expedito	Pesquisa	Preto
TB 02-02	Pesquisa	Preto
TB 98-20	Pesquisa	Preto
TB 97-13	Pesquisa	Preto
Carioca	Pesquisa	Cor
Felipe	Crioula	Cor
Balim Grosso	Crioula	Cor
Mouro38	Crioula	Cor
Pintadinho	Crioula	Cor
Roxo Tavares	Crioula	Cor
Preto 134	Crioula	Preto
Preto Santa Rosa	Crioula	Preto
Amendoim unaiç	Crioula	Cor
Pintadinho Gostoso	Crioula	Cor
Rosinha Precoce	Crioula	Cor

A inoculação foi realizada em estufa incubadora tipo BOD com fotoperíodo de 12h de luz e 12h de escuro a uma temperatura de 22°C.

As plântulas foram inoculadas com o isolado avirulento de *C.lindemuthianum* no quarto dia após a semeadura e 48h após inoculado com o isolado virulento. Os recipientes permaneceram cobertos por 48h após cada inoculação com um saco de polipropileno (de 20 x 30cm), a fim de proporcionar umidade para o desenvolvimento do fungo.

Seis dias após a primeira inoculação foi realizada a avaliação da intensidade da doença em cada uma das plântulas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições.

As testemunhas constituíram-se por tratamentos sem inoculação e com cada um dos isolados em separado.

A avaliação da patogenicidade foi realizada de duas formas: através da aplicação da escala de intensidade de doença (Tabela 2) e pelo cálculo do Índice de incidência da doença (Índice de Mc. Kinney), de acordo com a fórmula (Freire et al. 1976):

$$ID = \frac{\sum (\text{Grau da escala} \times N^{\circ} \text{ de plantas respectivo})}{\text{Grau máximo} \times N^{\circ} \text{ total de plantas}}$$

Valores iguais ou superiores a 0,5 são considerados suscetíveis, e abaixo de 0,5, considerados resistentes.

Tabela 2 – Escala de notas para avaliação de intensidade de antracnose em feijão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

<b>Grau</b>	<b>Reação</b>	<b>Caracterização</b>
1	Resistente	Planta completamente livre de sintomas visíveis da doença;
2	Resistente	Início de pequenas lesões ( $\pm$ 1mm) no talo;
3	Resistente	Infecção leve com número médio de lesões pequenas e poucas lesões de tamanho médio ( $\pm$ 3mm) no talo, podendo aparecer lesões nas nervuras das folhas;
4	Intermediário	Talo com número de lesões de tamanho médio maior que o número de lesões de tamanho pequeno, lesões visíveis nas nervuras das folhas;
5	Intermediário	Ocorrência generalizada de lesões de tamanho médio no talo e nas nervuras das folhas;
6	Intermediário	Lesões grandes ( $\geq$ 5mm) no talo e nas nervuras das folhas;
7	Suscetível	Início de necrose no talo, abundante número de lesões grandes nas nervuras das folhas e início de expansão no limbo foliar, não causando desfolhamento;
8	Suscetível	Necrose nos talos, início de desfolhamento, porém sem morte das plantas;
9	Suscetível	Presença de necrose severa nos talos, desfolhamento e morte das plantas.

Fonte: Balardín e Pastor-Corrales (1990), baseada na escala do CIAT (1988).

## Resultados e discussão

A determinação das combinações a serem estudadas no esclarecimento das inter-relações entre isolado avirulento, genótipo do feijão e isolado virulento, baseou-se nas reações apresentadas pelos genótipos incluídos na Tabela 3.

Tabela 3 – Reação de genótipos de feijão aos isolados SC1, SC5, raça 81 e ANT 03/09 de *C.lindemuthianum*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

<b>Tratamento</b>	<b>SC1</b>	<b>SC5</b>	<b>Raça 81</b>	<b>ANT 03/09</b>
Rio Tibagi	R	R	R	R
Guabiju	S	S	R	R
Macanudo	R	S	R	S
Iapar44	R	R	R	S
Macotaço	R	R	R	S
Guapo Brilhante	R	R	R	R
BRS Valente	R	R	R	R
Soberano	R	R	R	R
BRS Exedito	R	R	R	S
TB02/02	R	R	R	R
TB98/20	R	R	R	S
TB97/13	R	R	R	R
Carioca	R	R	R	R
Felipe	R	R	S	
Balim Grosso	R	R	S	
Mouro	R	R	S	
Pintadinho	R	S	S	
Roxo Tavares	R	R	S	
Preto 134	R	R	S	
Preto Santa Rosa	R	R	S	
Amendoim unaiç	R	R	R	R
Pintadinho Gostoso	R	R	S	R
Rosinha Precoce	R	R	S	R

- : ausência do respectivo teste para este isolado; R : resistente) e S: suscetível).

A caracterização das reações como resistente (R) e suscetível (S), teve como base o índice de Mc.Kinney, sendo que valores abaixo de 0,5 caracterizam reação de resistência. De acordo com Hadwiger & Culley (1993), isolados avirulentos são considerados como potenciais indutores de resistência a isolados virulentos.

A reação de cada um dos genótipos de feijão, frente a cada um dos isolados testados, bem como, frente aos sistemas, isolado avirulento–isolado virulento encontram-se na Tabela 4. Estes resultados também são expressos através do índice de Mc.Kinney. As quatro primeiras colunas revelam a reação dos genótipos aos isolados testados. Nas demais encontram-se as reações dos genótipos de feijão frente aos respectivos isolados virulentos após inoculação prévia com potencial isolado indutor de resistência.

Tabela 4 – Reação de isolados de *C.lindemuthianum* e efeito de isolados potencialmente indutores de resistência sobre a reação de genótipos de feijão a isolados virulentos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

Reação a isolados de antracnose					Reação após inoculação com isolados avirulentos de antracnose						
Genótipos	Raça 81	SC1	SC5	ANT03/09	SC1 <sup>1</sup> +81 <sup>2</sup>	SC1 <sup>1</sup> +SC5 <sup>2</sup>	SC1 <sup>1</sup> +ANT03/09 <sup>2</sup>	81 <sup>1</sup> +SC5 <sup>2</sup>	81 <sup>1</sup> +ANT03/09 <sup>2</sup>	SC5 <sup>1</sup> +ANT03/09 <sup>2</sup>	SC5 <sup>1</sup> +81 <sup>2</sup>
Macanudo	0,20	0,42	0,69	0,59		0,66	0,74	0,75	0,82		
Iapar44	0,28	0,29	0,43	0,78			0,64		0,58	0,59	
Macotaço	0,15	0,24	0,11	0,66			0,69		0,45	0,69	
BRS Expedito	0,16	0,29	0,24	0,70			0,42		0,32	0,67	
TB 98- 20	0,24	0,14	0,25	0,77			0,42		0,74	0,48	
Pintadinho	0,57	0,39	0,91		0,48	0,51					
Felipe	0,66	0,21	0,31		0,43						0,71
Balim Grosso	0,59	0,14	0,40		0,62						0,66
Mouro38	0,55	0,12	0,29		0,45						0,75
Roxo Tavares	0,76	0,17	0,36		0,32						0,38
Preto 134	0,80	0,11	0,36		0,29						0,33
Preto Santa Rosa	0,72	0,17	0,19		0,35						0,25
Pintadinho Gostoso	0,59	0,11	0,14		0,16						0,27
Rosinha Precoce	0,94	0,29	0,34		0,14						0,11

<sup>1</sup>isolado avirulento e <sup>2</sup>isolado virulento.

Ao considerar-se o efeito dos isolados potencialmente indutores na redução da severidade da doença, observa-se que para as cultivares crioulas o isolado SC1 promoveu uma mudança da reação de suscetibilidade para reação de resistência à raça 81, em oito das nove cultivares testadas (88,9%). Igualmente, mas com menor intensidade, frente a raça 81 o isolado SC5 revelou-se eficiente na redução da doença, já que promoveu esta mesma alteração em cinco das oito cultivares (62,5%) para o qual foram testadas.

A resposta dada à busca de indução de resistência ao isolado ANT 03/09 em genótipos oriundos da pesquisa revela uma menor eficiência quanto à indução, quando comparada a indução de resistência à raça 81, observada para cultivares crioulas. Assim, para o isolado SC1 como indutor, o potencial de alteração da reação de suscetibilidade para reação de resistência, foi de apenas 40%, enquanto que para o isolado SC5 foi de 25%. A raça 81, o terceiro indutor de resistência ao isolado ANT 03/09 estudado, revelou eficiência similar ao isolado SC1 (40%).

A partir dos resultados obtidos dos três isolados potencialmente indutores de resistência, verifica-se que a indução de resistência ao isolado ANT 03/09 em cultivares oriundas da pesquisa, não apresenta a mesma amplitude encontrada para a raça 81, em cultivares crioulas. O exame de cada uma das cultivares oriundas da pesquisa revela que as cultivares Macanudo e Iapar 44 não sofreram indução de resistência, enquanto que para a cultivar Macotaço, apenas a raça 81, foi capaz de promover tal alteração. Por sua vez, para a cultivar BRS Expedito e para linhagem TB98-20, verifica-se que o isolado SC1 induziu resistência em ambos, enquanto que o isolado a raça 81, induziu resistência apenas em BRS Expedito e SC5 apenas na linhagem TB 98-20. De modo similar, para a raça 81, verificou-se interação entre os isolados indutores SC1 e SC5 e as cultivares crioulas Pintadinho, Felipe e Balim Grosso. Enquanto que para Balim Grosso nenhum dos isolados induziu resistência à raça 81, SC1 induziu resistência em Pintadinho e Felipe e o isolado SC5 em nenhuma destas.

Outro fator a salientar na interação entre sistemas isolado avirulento – genótipo de feijão - isolado virulento, é a diferença no nível de redução da doença observado no sistema SC1 - Rosinha Precoce – 81. Neste caso, observou-se uma redução no índice de Mc. Kinney de 0,94 para 0,14, similar àquela verificada para o sistema SC5 - Rosinha Precoce - 81 (0,11). Estes valores representam uma reversão de alta suscetibilidade para alta resistência. Outros resultados que revelam

uma redução drástica na suscetibilidade no sistema SC5-81, verificou-se nas cultivares Roxo Tavares, Preto 134 e Preto Santa Rosa.

A literatura revela outros relatos que comprovam a ocorrência de significativas reduções na incidência e severidade por meio da indução de resistência com isolados avirulentos (VIEIRA, et al., 1993; ANTUNES et al., 1997 e CAMPOS et al., 2009).

Por outro lado, os diferentes graus de resistência induzidos nos genótipos de feijão, que revelam uma interação entre o patógeno e o genótipo do feijão, não são corroborados por Rahe et al (1969) e Pastor-Corrales et al., (1992), que encontraram resposta similar para diferentes cultivares frente a um mesmo patótipo indutor de *C.lindemuthianum*. Da mesma forma, muitos autores consideram que a resposta seria idêntica para diferentes cultivares, quando a indução se desse a partir de fungos não-patogênicos ao feijão (RAHE et al., 1969). Entretanto, Vieira et al. (1993) e Antunes et al. (1997), encontraram níveis de resposta diferenciados para diferentes cultivares quando submetidas à indução por diferentes isolados avirulentos, o que confirma os dados obtidos neste trabalho.

Cumpram também ressaltar que um isolado avirulento não necessariamente atua como indutor de resistência, fenômeno já comprovado por Antunes et al. (1997).

Diante do exposto confirma-se a hipótese sobre a existência da não universalidade de resposta nas interações isolado avirulento – genótipo – isolado virulento, simultaneamente, constatou-se a diferente capacidade potencial na redução da severidade da doença. Este quadro, sob uma óptica de transformação desta pesquisa em prática de cultivo de feijão, indica a necessidade de identificar isolados que tenham um maior potencial de redução da doença, sobre o mais amplo espectro de genótipos possível. Uma possível visão alternativa pode vir a ser a combinação de diferentes isolados indutores. Os resultados positivos alcançados até este momento necessariamente terão de ser comprovados no campo.

### **Conclusões:**

- Isolados avirulentos apresentam diferentes potenciais como indutores e diferente capacidade de redução na severidade da doença.
- Diferentes sistemas isolado avirulento – genótipo de feijão – isolado virulento respondem diferentemente no grau de controle da antracnose, caracterizando a existência de interações.
- O controle da antracnose por meio da indução de resistência apresentou como limite máximo a redução do índice de doença (Mc.Kinney) de 0.94 (para um valor máximo de 1) para 0.11 (ausência de doença).

### **III. CAPITULO 2. O uso de misturas de cultivares no controle da antracnose feijão**

#### **Introdução**

Vários problemas sanitários afetam a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Doenças foliares como antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) estão entre os principais responsáveis por prejuízos na produção de grãos do feijão.

Lanza et al. (1997) e Faleiro et al. (2001) estudaram o comportamento de cultivares comerciais de feijão quanto à resistência/suscetibilidade a esse patógeno e concluíram que a maioria das cultivares comerciais testadas foi suscetível.

O controle das doenças de plantas de etiologia fúngica se dá geralmente pelo uso de cultivares resistentes, obtidas por meio do melhoramento genético ou pelo desenvolvimento de novas moléculas fungicidas. Porém, a eficiente disseminação e a característica policíclica de patógenos em monocultivos leva à rápida seleção de populações capazes de “quebrar” a resistência da cultura e sobreviver na presença de fungicidas. A substituição de cultivares e de fungicidas pode ser realizadas, mas isso gera custos para o agricultor, consumidor e meio ambiente (WOLFE, 2000).

Devido ao intenso uso dos agrotóxicos, existem preocupações crescentes entre os consumidores em relação à qualidade dos produtos alimentícios, quanto aos resíduos de defensivos nos mesmos e, por conseguinte, uma demanda crescente visando à redução destes agrotóxicos usados (FINCKH et al., 2000).

Essas observações revelam um mercado potencial para alimentos produzidos com menor emprego de agrotóxicos, dentro de programas de fiscalização e certificação. O plantio de variedades resistentes a determinadas

doenças, que dispensem o uso de agrotóxicos, permite oferecer ao mercado produtos com um diferencial de qualidade desejado pelos consumidores.

Assim, a produção integrada vem obtendo destaque neste sentido com a produção de alimentos de melhor qualidade, respeito ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores, maior profissionalismo dos produtores, preferência na comercialização e garantia de sustentabilidade para o sistema de produção.

São vários os mecanismos que diminuem a ocorrência de doenças e operam favoravelmente na proteção de plantas dentre os quais se pode citar o uso de misturas, isto é, a mistura de linhagens ou variedades agronomicamente semelhantes, mas que diferem entre si por apresentarem diferentes genes de resistência (GHINI & BETTIOL, 2000).

Esta técnica vem sendo empregada há muito tempo para o controle de doenças de plantas autógamas, como em culturas anuais, de aveia e de trigo, conforme Singh (1896), citado por Filho & Camargo (1995). Oferecem um método rápido para explorar todos os benefícios da pesquisa moderna, promovendo aumento do rendimento e estabilidade, além de oferecerem contribuições na redução do uso de agrotóxicos e melhora da qualidade do produto (NEWTON & SWANSTON, 1999.; MASTRANTÔNIO et al., 2004).

Além da estabilidade oferecida pelas misturas e a menor incidência de doenças é importante salientar, que com a utilização deste método, há contribuição direta e indireta para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, a partir de que serão utilizados menos insumos, herbicidas, maior conservação dos recursos naturais, menor exploração de áreas para cultivo, com uma produtividade maior e conseqüentemente também um retorno financeiro maior, contribuindo para o resgate da auto-estima do pequeno produtor, diminuindo o êxodo rural.

Finckh (2000) afirmam que o uso de misturas de variedades subsidia a produção sem ou com menor uso de fungicidas, inseticidas e reguladores de crescimento.

Baseado nestes fatores o presente trabalho teve como objetivos verificar se diferentes componentes da mistura de cultivares promovem incidências distintas de diferentes doenças e verificar o efeito das diferentes misturas sobre o nível de infecção de antracnose, mancha angular, ferrugem e mancha parda da folha.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado sob condições de campo, no ano de 2008 em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado (CPACT), Estação Experimental Cascata, município de Pelotas, RS.

A semeadura foi realizada manualmente com um espaçamento aproximado de 0,08m a cada 2 sementes, em 15/12/2008, com a adubação equivalente a 300 Kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 10N-30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-10K<sub>2</sub>O. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em seis repetições. As parcelas foram constituídas por duas fileiras de 4 metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 metros entre fileiras. Foi utilizada uma bordadura com a cultivar BR Fepagro 44 Guapo Brilhante separando as parcelas.

Foram utilizados genótipos de feijão de grãos pretos, com reações descritas por Santos (2006) como resistentes e suscetíveis a raça 81 de *C. lindemuthianum*, Tabela 5.

Tabela 5 – Reação dos genótipos de feijão estudados, a raça 81 de *C.lindemuthianum*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

<b>Genótipo de feijão</b>	<b>Reação</b>
TB 97-13	Resistente
Soberano	Resistente
Iapar 44	Resistente
Macotaço	Suscetível
Preto Comprido	Suscetível
Guabiju	Suscetível

Formou-se combinações duplas de cultivares, na proporção de 1/1, misturadas manualmente, consistindo em duplas de resistente x resistente, resistente x suscetível e suscetível x suscetível, conforme descrito na Tabela 6, totalizando 21 tratamentos.

Tabela 6 – Combinações duplas de misturas de cultivares de feijão, de acordo com a reação da raça 81 de *C. lindemuthianum*, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

<b>Resistente x Resistente</b>	<b>Resistente x Suscetível</b>	<b>Suscetível x Suscetível</b>
lapar 44 x Soberano	lapar 44 x Preto Comprido	Macotaço x Preto Comprido
lapar 44 x TB 97-13	lapar 44 x Macotaço	Macotaço x Guabiju
Soberano x TB 97-13	lapar 44 x Guabiju	Preto Comprido x Guabiju
	Soberano x Macotaço	
	Soberano x Preto Comprido	
	Soberano x Guabiju	
	TB 97-13 x Macotaço	
	TB 97-13 x Preto Comprido	
	TB 97-13 x Guabiju	

Foi utilizada a raça 81 de *C.lindemuthianum* isolada de sementes de feijão branco da cultivar Líder do município de Orizona, GO, safra 2004, oriunda da micoteca do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Pelotas. As suspensões de esporos foram obtidas a partir de colônias com dez a doze dias de incubação, cultivadas em vagens de feijão. As vagens foram colocadas em tubos de ensaio com meio de cultura mathur (MATHUR et al., 1950), autoclavados a 125°C por 15 min e resfriados por 3 a 4 horas. Após esse período, foi feita a repicagem dos fungos para os tubos, que foram, em seguida, incubados em BOD por dez dias, a 24°C. Após o crescimento das colônias, foi preparada a suspensão de esporos. Em cada tubo, foi adicionado 0,5 mL L<sup>-1</sup> de espalhante adesivo (tween 80%) e 10 mL de água destilada. Os tubos foram agitados e a suspensão filtrada. Avaliou-se a concentração de esporos na suspensão ajustada com o auxílio do hemacitômetro (Câmara de Neubauer), para a concentração de 1,2 x 10<sup>6</sup> esporos/ml e então, a diluição com água destilada foi preparada para a realização dos tratamentos.

A inoculação de *C.lindemuthianum* realizou-se no estágio V4 (pré-florescimento) de desenvolvimento das plantas, através de um pulverizador costal de 5L, de alta pressão e jato contínuo, no final da tarde.

Após a maturação fisiológica dos grãos foi realizada a colheita de todas as plantas da parcela. Nas parcelas constituídas por misturas, as plantas foram colhidas em conjunto e, posteriormente, separadas para a identificação das cultivares e avaliação da doença nas vagens.

Foram avaliadas, aleatoriamente, dez plantas de cada cultivar por tratamento, e dez vagens por planta.

Para a avaliação da antracnose foi desenvolvida uma escala de notas de 1 a 10, baseada no número e tamanho das lesões, sendo a nota 1 para vagens normais e a nota 10 para o maior grau de incidência de doença, conforme Tabela 7. Após foi calculado o índice da doença (ID), segundo Freire et al. (1976), também conhecido como Índice de Mc. Kinney, conforme a fórmula:

$$ID = \frac{\sum (\text{Grau da escala} \times \text{N}^\circ \text{ de plantas respectivo})}{\text{Grau máximo} \times \text{N}^\circ \text{ total de plantas}}$$

Valores de ID iguais ou superiores a 0,5 são considerados suscetíveis, e abaixo de 0,5, considerados resistentes.

Na determinação do efeito de um dado componente da mistura sobre o comportamento da cultivar em combinação em uma dada mistura, foi utilizado o coeficiente de interferência (CI) desenvolvido por Antunes et al. (2002).

Assim, o comportamento da cultivar considerada, reflete o efeito da presença do outro componente sobre a incidência de antracnose sobre a mesma.

O CI expressa o comportamento da cultivar considerada quando em mistura, comparado ao seu comportamento em estande puro.

É expresso da seguinte forma:

$$CI_i = \frac{W Mi}{W Pi}, \text{ em que}$$

$CI_i$  = Coeficiente de interferência da cultivar  $i$ ;

$W Mi$  = Incidência da doença na cultivar, quando em mistura

$W Pi$  = Incidência da doença na cultivar, quando em estande puro.

Este coeficiente pode assumir uma expressão positiva ou negativa.

O denominador da expressão, que compreende a reação à doença apresentada pela cultivar sendo avaliada quando em estande puro, é o termo de referência a manifestar o efeito das demais cultivares da mistura sobre a mesma.

Desta forma, sendo CI menor que 1, a influência das cultivares em mistura será positiva sobre a cultivar analisada, promovendo um melhor desempenho em relação ao estande puro. Sendo igual a 1, revela a neutralidade dos efeitos do outro componente da mistura sobre o desempenho da cultivar, e sendo maior que 1, reflete um efeito positivo.

Tabela 7. Escala descritiva das notas empregadas para avaliação da incidência da antracnose na vagem em cultivares de feijão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

Nota	Descrição
1	Ausência de lesão
2	1 a 3 lesões pequenas <sup>1</sup>
3	4 a 5 lesões pequenas
4	1 a 3 lesões médias <sup>2</sup>
5	4 a 5 lesões médias
6	Mais de 5 lesões médias
7	1 a 3 lesões grandes <sup>3</sup>
8	Mais de 3 lesões grandes
9	Lesões médias e grandes
10	Vagem totalmente comprometida, coloração escura e enrugada.

<sup>1</sup>Manchas pequenas: aproximadamente 3mm de diâmetro; <sup>2</sup>Manchas médias: aproximadamente 6mm de diâmetro; <sup>3</sup>Manchas grandes: aproximadamente 10mm de diâmetro; Lesões pequenas: aproximadamente 2mm de diâmetro Lesões médias: aproximadamente 5mm de diâmetro; Lesões grandes : Maiores que 5mm de diâmetro.

### **Resultados e Discussão:**

Os resultados de campo revelaram que a alta incidência de antracnose eliminou os tratamentos constituídos pelas cultivares suscetíveis quando em estande puro. Porém, estas quando em mistura com cultivar resistente ao isolado 1 raça 81 de *C.lindemuthianum*, se mostraram resistentes de acordo com o Índice de Mc. Kinney.

A Tabela 8, que mostra o grau de incidência da antracnose sobre os tratamentos sobreviventes, revela que todos os tratamentos apresentaram uma reação de resistência, já que o índice de Mc. Kinney máximo observado foi de 0.34.

Observa-se que as seis misturas com valores mais elevados de antracnose, muito embora, com nível baixo de severidade de doença, possuem na sua constituição uma das cultivares suscetíveis. Vale lembrar que estas cultivares, mesmo apresentando valores mais elevados, resultaram com baixa incidência de antracnose, comparadas com a sua condição em parcela solteira em que foram totalmente dizimadas pela doença.

Esta Tabela ressalta a reação das cultivares que constituíram as misturas quando combinadas duas a duas e ao confrontar-se resistentes com resistentes e resistentes com suscetíveis. As combinações de suscetíveis com suscetíveis, não são apresentadas pelo fato, já mencionado acima, de que estas quando em estande puro ou em misturas entre si, não sobreviveram ao ataque da doença.

Observa-se que as cultivares suscetíveis (Guabiju, Macotaço e Preto Comprido) quando em mistura com qualquer dos genótipos resistentes (Iapar 44, TB 97-13 e Soberano) apresentaram uma reação de resistência (índice de Mc, Kinney < 0,5). Essas observações refletem o efeito positivo do uso de uma cultivar resistente na mistura com uma cultivar suscetível no controle da antracnose. O ataque de doenças nas misturas oscila desde a grande manifestação da doença até a baixa incidência. Isto vai depender da suscetibilidade dos componentes da mistura e do tipo de patógeno que está infectando a cultura (MUNDT, 2002).

Em misturas de cultivares resistentes, observa-se a inexistência de efeitos negativos ou positivos no controle da antracnose, pois verificou-se uma baixa incidência de doença, semelhante para todos os tratamentos envolvendo estas cultivares, seja em misturas ou em estande puro.

Tabela 8. Severidade da antracnose expressa pelo índice de Mc.Kinney, nos genótipos componentes das misturas. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2009

Genótipos	lapar 44 (R)*	TB 9713 (R)	Soberano (R)	Guabiju (S)	Preto Comprido (S)	Macotaço (S)
Guabiju (S)	0,34	0,23	0,22	-	-	-
Macotaço (S)	0,23	0,26	0,15	-	-	-
Preto Comprido (S)*	0,16	0,19	-	-	-	-
lapar 44 (R)	<b>0,17</b>	0,15	0,17	0,23	0,19	0,20
TB 9713 (R)	0,17	<b>0,21</b>	0,19	0,21	0,19	0,21
Soberano (R)	0,17	0,18	<b>0,20</b>	0,22	0,19	0,19

\*S: suscetível e R: resistente; - : ausência de teste

Na Tabela 9, encontram-se os Coeficientes de Interferência que evidenciam os efeitos que um dado componente da mistura exerce sobre uma dada cultivar. A inexistência de dados sobre as cultivares suscetíveis Guabiju, Macotaço e Preto Comprido quando em estande puro impossibilitou a estimativa do Coeficiente de Interferência para estas cultivares.

Desta forma analisando o efeito dos componentes das misturas sobre as cultivares resistentes, verifica-se uma tendência de que quando em combinação com uma cultivar suscetível, ocorra uma incidência maior da doença, ou no mínimo, a permanência do mesmo grau de incidência. Uma tendência inversa parece ocorrer quando o outro componente da mistura é uma cultivar resistente.

O único coeficiente significativamente diferente de 1 foi observado para a cultivar lapar 44, resistente, quando em mistura com a cultivar Guabiju, suscetível. Este coeficiente alcançou o valor de 1.35, significando que na presença de Guabiju, a cultivar lapar 44 apresentou uma incidência de antracnose significativamente maior do que quando em estande puro.

Tabela 9. Coeficientes de Interferência de cultivares de feijão, resistentes a Raça 81 de antracnose quando em misturas com cultivares resistentes e suscetíveis à referida raça. Embrapa Clima temperado, Pelotas, 2009.

<b>Cultivar Resistente</b>	<b>Cultivar adicional na mistura</b>	<b>Coeficiente de Interferência</b>
<b>Resistente</b> Iapar 44	<b>Resistente</b> Soberano	0,97
	TB 9713	0,93
	<b>Suscetível</b> Preto Comprido	1,13
	Macotaço	1,17
	Guabiju	1,35*
<b>Resistente</b> Soberano	<b>Resistente</b> Iapar 44	0,92
	TB 9713	0,92
	<b>Suscetível</b> Preto Comprido	
	Macotaço	0,98
	Guabiju	1,00
<b>Resistente</b> TB 9713	<b>Resistente</b> Iapar 44	0,83
	Soberano	0,90
	<b>Suscetível</b> Preto Comprido	0,95
	Macotaço	1,02
	Guabiju	1,02

\*: Significativo ( $\alpha = 0.05$ ) de acordo com Teste T de Student

As maiores evidências encontradas no presente trabalho a suportarem o argumento de que as misturas de cultivares podem constituir uma prática viável no controle de doenças, estão no fato de que cultivares suscetíveis que quando em estande puro foram totalmente eliminadas pelo ataque da antracnose, ao serem cultivadas em uma mesma área com cultivares resistentes apresentaram baixa severidade da doença. Estes resultados também foram constatados por Zhu et al. (2000) na cultura do arroz, Ballico (2002) em aveia, Gonçalves (2006) em bananeira e Costa (2004) em sorgo.

### **Conclusões:**

- Misturas de cultivares foram capazes de controlar doenças em cultivares suscetíveis.
- Misturas de cultivares apresentam potencial como prática no cultivo do feijão.
- Misturas de cultivares resistentes resultaram em menor incidência de antracnose do que misturas de cultivares resistentes com suscetíveis.

#### IV. REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre. Universidade/UFRGS, 2000. 100p.

AMARO, G. B. **Seleção Recorrente Fenotípica no Feijoeiro visando a Resistência a *Pseudocercospora griseola***. 2006. 103f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDREU, A. Effect of glucans from differnt races of Phytophthora infestans on defens reactions in potato tuber. **European Journal of Plant Pathology**, v.1 04, p. 777-783, 1998.

ANTUNES, I.F; SILVEIRA, P. E. **O feijão no Rio Grande do Sul - commodity e alimento**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul; Embrapa Clima Temperado, Pelotas: 2000. 46 p.

ANTUNES, I.F. et al. Coefficient of interference – a new tool for interpopulation studies. **Bean Improvement cooperative**, Michigan State University, USA. v. 45, p. 208-209. 2002.

ANTUNES, I F. Feijão. In: Origem e evolução de plantas cultivadas. Rosa Lia Barbieri, Elizabeth Regina Tempel Stumpf. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.359-376.

ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. DE O. (coordenadores) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786 p.

BALARDIN, R. S.; PASTOR-CORRALES, M. A. Reação de germoplasma de Phaseolus vulgaris a nove raças de Colletotrichum lindemuthianum. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 69-273. 1990.

BALLICO,L. J. controle integrado da ferrugem da folha da aveia. Passo Fundo, 2002. 115p. Dissertação (Mestrado em 3 Agronomia / Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do feijoeiro. **In: Instituto Agrônomo do Paraná.** Feijão: Tecnologia de produção. Londrina: IAPAR, 2000 p.55-75 (Informe da pesquisa, 135).

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do Feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p. 333-349.

BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Eds.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.11-28.

BORLAUG, N.E. New approach of wheat varieties to the breeding. **Phytopathology**, v.43, p.443-447, 1953.

BRAY, E. A. Molecular responses to water deficit. **Plant Physiology**, California, v.103, p. 1035-1040, 1993.

CAMPOS, A. D. **Indução do metabolismo de resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Porto Alegre, 2001. 88 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Botânica. Fisiologia Vegetal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CAMPOS, A. D.; HAMPE, M. M. V.; FERREIRA, A. G.; ANTUNES, I. F.; CASTRO, L. A. S. Potencial da raça delta de *Colletotrichum lindemuthianum*, em expressão de avirulência, na indução de resistência sistêmica à antracnose do feijoeiro-comum. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.01, jan. 2009.

CASTILLA, N.P, CRUZ, C.M, MEW, T.W., ZHU, Y. Using rice cultivar mixtures: a sustainable approach for managing diseases and increasing yield. **International Rice Research News Letter**, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, china, P 5-11, 2003.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1974. Informe anual. Cali, Colômbia, p.119-162.

CHAKRABORTY, S. ; PETTITT A. N. ; CAMERON D. F. ; IRWIN J. A. G. ; DAVIS R. D. Anthracnose development in pure and mixed stands of the pasture legume *Stylosanthes scabra*. **Phytopathology**, v.81, p.788-793, 1991.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento safra 2007/2008. Disponível em:

[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf)

Acesso em: 20 de junho de 2008.

COSTA, R.V. DA. **Estudo da herança e manejo da antracnose do sorgo por meio da diversificação da população hospedeira**. 2004. 98f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COWGER, C. & MUNDT, C.C. Effects of Wheat Cultivar Mixtures on Epidemic Progression of Septoria Tritici Blotch and Pathogenicity of *Mycosphaerella graminicola*. Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Cordley Hall 2082, Corvallis 97331. **Phytopathology**. 2002. Vol. 92, n. 6, 621.

DURRANT, W.E.; DONG, X. Systemic Acquired Resistance. **Annual Review Phytopathologist**, Palo Alto, North Carolina, v. 42, p.185-209, 2004.

EMBRAPA/IPEAS. **Feijão, indicação para cultivo no RS**. Pelotas: EMBRAPA/IPEAS, 1974. 35 p. (IPEAS. Circular, 56).

FALEIRO, F.G., NIETSCH, S., RAGAGNIN, V.A., BORÉM, A., MOREIRA, M.A. & BARROS, E.G. Resistência de cultivares de feijoeiro-comum à ferrugem e à mancha-angular em condições de casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira** 26:86-89. 2001.

FAO. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/336/DesktopDefault.aspx?PageID=336>> Acesso em: 4 agos. 2008, 16:25:30.

FERNANDES, R.A.M.L. **Misturas de cultivares de feijão - efeitos sobre a produtividade e a incidência de doenças**. Pelotas, 2006. 40p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Produção Vegetal. Pelotas, 2006.

FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A. **Controle genético**. In: FILHO, A B. et al. Manual de Fitopatologia. 3a ed. São Paulo. 1995.v.2, p.751 a 753.

FINCKH, M. R. et al.; Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. **Agronomie** 20 (2000) 813–837 813© INRA, EDP Sciences 2000.

FILIPPI, M.C.C., SILVA, G.B & PRABHU, A.S. Indução de resistência à brusone em folhas de arroz por isolado avirulento de *Magnaporthe oryzae*. **Fitopatologia Brasileira** 32:387-392. 2007.

FREIRE, M. S.; ZIMMERMANN, M. J. de O.; ZIMMERMANN, F. J. P.; OLIVEIRA, I. P. de; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; FAGERIA, N. K.; WILCOX, G. E. **Manual de métodos de pesquisa em feijão**. Goiânia: Embrapa Arroz e feijão, 1976. 79 p.

GALLI, F., TOKESHI, H., CARVALHO, P.C. BALMER, .E., KIMATI, H., CARDOSO, C.O., SALGADO, C.L. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: GALLI, F., TOKESHI, H., CARVALHO, P.C. BALMER, .E., KIMATI, H., Agrônômica Ceres, 1968. P.263-277

GHINI, R. & BETTIOL, W. 69 **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, jan./abr. 2000. v.17, n.1, p.61-70.

GONÇALVES, V. D. **Interplântio de Variedades de Bananeira como Prática de Controle de Sigatoka**. São Paulo, 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas. São Paulo, 2006.

HADWIGER, L.A., CULLEY, D.E. Nonhost resistance genes and race-specific resistance. **Trends in Microbiology**, Amsterdam, v.4,p.136-141, 1993.

JENSEN, N. F. Intra-varietal diversification in oat breeding. **Agromomy Journal**, Madison, 1952. v. 44, p.30- 34.

JONES A. Does the plant mitochondion integrate cellular stress and regulate programmed cell death? **Trends in Plant Science Perspectives**, USA, v. 5, p. 225-230, 2000.

KEEN, N.T. Gene-for-gene complementarity in plant-pathogen interactions. **Annual Review Genetics**, Palo Alto, v. 24, p. 447-463, 1990.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p.439-59, 1994.

KESSLER, K. Whet blends stabilize yields. **Furrow**, p. 27-28, jan,1997.

LANNOU, C.; POPE, C. **Mechanisms of variety mixtures for reducing epidemics**. In.: Variety mixtures in theory and practice. WOLFE, M.; GACEK, COST Action Escócia, 2001. Disponível em: <<http://www.scri.sari.ac.uk>>. Acc em 11 de junho de 2005.

LANZA, M.A., PAULA JR., T.J., VINHADELLI, W.S., MORANDI, M.A.B., BARROS, E.G. & MOREIRA, M.A. Resistência à antracnose em cultivares de feijoeiro comum recomendadas para Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira** 22:560- 562. 1997.

LUCS, J. A. Plant immunisation: from myth to SAR. **Pesticide Science**, UK, v. 55, p. 193-196, 1999.

MAGALHÃES, H. Disponível em: [http://www.21.sede.embrapa.br/noticias/banco\\_de\\_noticias/2005](http://www.21.sede.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2005)>. Acesso em 15 de jan 2005.

MANANDHAR, H.K., JORGENSEN, H.J.L., MATHUR, S.B. & SMEDEGAARD-PETERSEN, V. **Induced resistance against rice blast**. In: THARREAU, D., LEBRUN, N.H., TALBOT, N.J. & NOTTEGHEM, J.L. (Eds.) *Advances in Rice Blast Research*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. 2000. pp. 93-104.

MASTRANTÔNIO, J.J.S., ANTUNES, I.F., ZONTA, E.P, EMYGDIO, B.M., COSTA, C., LOBATO, L., SILVA, S.D., SILVEIRA, E.P. Interferências em misturas de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 373-377, mar-abr, 2004.

MATHUR, R.S.; BARNETT, H.L.; LILLY, V.G. Sporulation of *Colletotrichum lindemuthianum* in culture. **Phytopathology**, v.40, p.104 -114, 1950.

MENEZES, J.R. Controle integrado de doenças em culturas irrigadas por pivô central. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 1995, Ilhéus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento, p.207- 8, 1995.

MENTEN, J.O.M. Importância do tratamento de sementes. In: \_\_. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba:FEALQ, 1991. p.203-217.

MÜLLER, K. O. & BÖRGER, H. Experimentelle untersuchungen uber die *Phytophthora* - resistenz der kartoffel. *Arbeiten der Biologischen Reichsanstalt, Land- und Forstwirtschaft*, 23: 189 - 231, 1940.

MUNDT, C.C., LEONARD, K.J. Analysis of factors affecting disease increase and spread in mixtures. **Agronomy Journal**. Oregon, v. 49, p. 154-160. 1986.

MUNDT, C.C. Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management. **Annu.Ver.Phytopathol**. Oregon, v. 40, p. 381-410. 2002.

MUNK, L. **Variety Mixtures: 19 years of experience in Denmark**. Dept. of Plant Biology, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, 2002.

NTAHIMPERA, N. DILLARD, H.R., COBB, A.C., SEEM, R.C. Anthracnose development in mixtures of resistant and susceptible dry bean cultivars. **Phytopathology**. Geneva, v. 86, n. 6, p. 668-673. 1996.

NEWTON A.C., SWANSTON J.S., **Cereal variety mixtures reducing inputs and improving yield and quality – why isn't everybody growing them?** Scottish Crop Research Institute Annual Report for 1998/99, 1999, pp. 55–59.

OGALLO, J. L.; MCCLURE, M. A. Systemic acquired resistance and susceptibility to root-knot nematodes in tomato. *Phytopathology*, ETATS-UNIS, v. 86, p.498-501, 1996.

PASCOLATI, S.F.; MORAES, W.B.C.; FIGUEIREDO, M.B.; OLIVEIRA, A.R. Induced protection in melon plants against *Mycosphaerella melonis* by prior inoculations with *helminthosporium carbonum* or heat-inactivated *M.melonis*. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p. 507-514, 1986

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Mecanismos bioquímicos de resistência às doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.1-51, 1994.

PASTOR-CORRALES, M. A. (Ed.) **La antracnosis del frijol comum, *Phaseolus vulgaris* en América Latina**, documento de trabajo N° 113. Programa de Frijol, CIAT, Cali, Colômbia. 1992. 251p.

PINDJI.M.M.; TRUTMANN, P. Managing angular leaf spot on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. **Plant Disease**, v.76, p. 1144-1147, 1992.

RAHE, J.E.; KUC, J.; CHUANG, C.M.; WILLIAMS, E.B. Induced resistance in *Phaseolus vulgaris* to bean anthracnose. **Phytopathology**, v.59, p.1641-1645, 1969.

RIBEIRO, L. S. **Uso de incubadora BOD e de produtos fermentados na avaliação e no controle da antracnose do feijão**. 2007. 50 f. Dissertação (Mestrado em ciências), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

RODRIGUEZ-GUERRA, R.; RAMIREZ-RUEDA, M.T.; MARTINEZ de la VEGA, o.; SIMPSON, J. Variation in genotype, pathotype and anastomosis groups of *colletotrichum lindemuthianum* isolates from México. **Plant Pathology** v.52, p. 228-235. 2003.

SANTOS, J. dos. **Variabilidade da virulência e molecular de *Colletotrichum lindemuthianum* (SACC. & MAGN.) SCRIB. em *Phaseolus vulgaris* L. no Rio Grande do Sul**. 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade, Fitopatologia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; MENTEN, J.O.M.; BERGAMIN FILHO, A resistência vertical do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) a *Isariopsis griseola*. **Fitopato Brasileira**, v.16, n.1, p.43-46, 1991

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa – SPI, 1994. 300p.

SARTORATO, Aloísio. Determinação da variabilidade patogênica do fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.) Scrib. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002. **Anais do...**Viçosa: UFV, 2002. p.114-116.

SARTORATO, Aloísio; RAVA, Carlos Augustin. Patologia de Sementes. In: **Sementes de Feijão: Produção e Tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.201-218.

SMITHSON, J.B & LENNÉ, J.M. Varietal mixtures: a viable strategy for sustainable productivity in subsistence agriculture. **Ann.Appl.Biol.** Great Britain v. 128, p. 127-158, 1996.

SCHONEBECK, F. & STEINER, U. **Induced resistance**. In: Hartleb, H., Heitefuss, R. & Hoppe, H.H. (Eds.). Resistance of Crop Plant Against Fungi. Jena. Gustav Fischer. 1997. pp. 272-297.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.M.; MÉTRAUX, J.P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, North Carolina, v. 35, p. 235-270, 1997.

TEVERSON, D.M., TAYLOR, J.D., EVERETT, B., MUSHI, C.S., NGULU, F. Functional diversity of *Phaseolus* bean mixtures in East Africa. In: SWEETMORE, A., ROTHSCCHILD, G., EDEN-GREEN, S.J. Perspectives on pests. **Natural Resources International Limited**, Chatham Maritime, Chatham, UK. 2001. p.18-19.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M. & PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, North Carolina, v.36, p. 453- 483, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; Tradução: SANTAREM et al., 3o ed., Porto Alegre: Artmed, 719p., 2004.

VIEIRA, C. **Doenças e Pragas do Feijoeiro**. 2ª ed, Imprensa Universitária, Viçosa. 231p. 1988.

VIEIRA, J.C.; ANTUNES, I.F.; SILVEIRA, E.P.; FARO, F.S. Resistência induzida à antracnose do feijoeiro comum. XXVI Reunião Técnica do Feijão e Outras Leguminosas de Grãos Alimentícios. p185-187.Santa Maria, 1993.

WOLFE M.S., BARRETT J.A., Can we lead the pathogen astray? *Plant Disease*. 64 (1980) 148–155.

WOLFE, M.S. The current status and prospectsof multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**. v. 23, p. 251-273, 1985.

WOLFE, M.S., BRANDEL, U., KOLLER, B., LIMPET, E., Mc DERMOTT, J.M., MULLER, K., SCHAFFNER, D. Barley mildew in Europe: population biology and resistance. In: **Breeding for disease resistance**, pp. 125-129. Netherlands: Kluwer Academic Publications, p. 125-129. 1992.

ZHU, Y. Genetic diversity and disease control in rice. **Nature**, v.406, p.718-722, 2000.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)