

IZABEL KRIEGER

**CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS VISANDO AO
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DO FEIJOEIRO COMUM E
ANÁLISE ECONÔMICA**

LAGES, SC

2006

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

IZABEL KRIEGER

**CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS VISANDO AO
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DO FEIJOEIRO COMUM E
ANÁLISE ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES, SC

2006

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14^a Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Krieger, Izabel

Critérios para aplicação de fungicidas visando ao
controle de doenças foliares do feijoeiro comum e análise
econômica. / Izabel Krieger – Lages, 2006.

49 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Controle químico. 2. Ferrugem. 3. Limiar de dano
econômico. 4. *Phaseolus vulgaris*. I. Título.

IZABEL KRIEGER
Graduada em Biologia – UNIVALI / Itajaí-SC

**CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS VISANDO AO
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DO FELJOEIRO COMUM E
ANÁLISE ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em: 24/02/2006
Pela banca examinadora

Homologado em:
Por

Dr. Ricardo Trezzi Casa
Orientador – UDESC/Lages-SC

PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em
Produção Vegetal

PhD. Erlei Melo Reis
UPF/Passo Fundo-RS

Dr. Jaime Antonio de Almeida
Coordenador do Programa de Mestrado em
Agronomia

PhD. Amauri Bogo
UDESC/Lages-SC

Dr. Paulo Cezar Cassol
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/Lages-SC

Dr. Clovis Arruda de Souza
UDESC/Lages-SC

**Lages, Santa Catarina
24 de Fevereiro de 2006**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Jorge Paulo Krieger Filho e Margot Tensini Krieger, pela educação e carinho necessário ao longo dessa caminhada.

Ao professor e pesquisador Ricardo Trezzi Casa pela valiosa orientação, paciência, apoio e incentivo desde o início.

À Universidade do Estado de Santa Catarina e ao Centro de Ciências Agroveterinárias, pela oportunidade oferecida.

À empresa NBN Sementes, em especial aos engenheiros agrônomos Narciso Barizon Neto, Rodrigo e Tarso Barizon e Hilton, por ceder espaço em sua empresa para a execução deste trabalho e pela atenção dedicada .

Aos colegas e companheiros de trabalho: Éder N. de Moreira, Fábio P. Rizzi e Paulo Roberto Kuhnem Júnior pelo espírito de trabalho em equipe e pela grande parceria formada.

Aos colegas de laboratório Fabiana, Lenita e Maicon pelo convívio e auxílio prestado.

A duas pessoas que se tornaram grandes amigas: Amanda Drehmer e Paula Bianchet, sem deixar de lembrar os colegas da pós-graduação pela amizade e carinho.

À Cristiane M. da Silva por estar sempre presente.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos e contribuições.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho.

Critérios para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças foliares do feijoeiro comum e análise econômica

RESUMO GERAL

Autor: Bióloga - Izabel Krieger
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

As indicações para o início da aplicação de fungicidas no feijoeiro comum são escassas e pouco precisas, seguindo diferentes critérios, como: estádios fenológicos, programa fixo de calendário, informações sobre condições climáticas, densidade de inóculo na área e intensidade da doença na planta. Na maioria destes casos as aplicações de fungicidas são feitas de modo preventivo, sem a ocorrência da doença. Este fato tem levado ao uso irracional de fungicidas, com o aumento do custo de produção e ameaça ao meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo comparar critérios para tomada de decisão de aplicações de fungicidas visando o controle da antracnose, mancha angular e ferrugem do feijoeiro comum. Os experimentos foram conduzidos em lavoura comercial, em Vacaria, RS, na safra 2005, com parcelas de 3 x 5 m, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas três cultivares, sendo aplicados dois fungicidas por cultivar: BRS Campeiro (trifenil hidróxido de estanho e azoxistrobina + ciproconazole), IPR Uirapuru (tiofanato metílico + clorotalonil e tetaconazole) e BRS Valente (trifloxystrobina + propiconazole e tebuconazole). Os critérios para a aplicação foram: calendário fixo (CF), estádio de desenvolvimento (ED) e limiar de dano econômico (LDE) de 10 % e 20 % de incidência. Semanalmente avaliou-se a incidência e a severidade, coletando-se 20 trifólios ao acaso por parcela, desde o primeiro trifólio até a maturação fisiológica. Os valores de incidência e severidade foram submetidos à área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD). Foram colhidas manualmente todas as plantas em um metro quadrado no centro de cada parcela para o cálculo da produtividade e para a patologia dos grãos. Por último, foi realizada uma análise econômica, avaliando os custos dos seis fungicidas utilizados neste trabalho, o amassamento feito por três tipos de pulverizadores (montado, rebocado e um autopropelido modelo Uniport) e os custos fixos e variáveis do trator. Os dados da AACPD, produtividade, massa de mil grãos e patologia de sementes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. No CF e ED foram realizadas três aplicações de fungicidas, sendo que as duas primeiras com os fungicidas direcionados à antracnose e mancha angular e a última aplicação, com os fungicidas para a ferrugem. No LDE 10 % e LDE 20 % foi realizada somente uma aplicação com os fungicidas direcionados para a ferrugem. Devido à sanidade das sementes, uso da rotação de culturas e aliada à irregularidade das precipitações pluviais, não foi detectado antracnose e mancha angular em nenhuma época de avaliação. Dentre as doenças fúngicas, detectou-se somente a ferrugem a partir da quarta avaliação. Os dados da AACPD para ferrugem demonstraram que a intensidade da doença nas três cultivares foram baixos. A cultivar IPR Uirapuru foi mais suscetível à ferrugem, enquanto a BRS Campeiro mais tolerante. Não foram detectadas diferenças significativas no rendimento de grãos e na massa de mil grãos entre os tratamentos nas três cultivares de feijão. Na patologia dos grãos, não foram detectados os fungos *Colletotrichum lindemuthianum* e *Phaeoisariopsis griseola*, indicando que a sanidade dos

grãos foi um reflexo da sanidade das plantas durante período de cultivo. Na produtividade, o ganho obtido na cultivar BRS Campeiro (67 kg ou R\$ 78,15), não cobre o custo de uma única entrada para a aplicação dos fungicidas testados na lavoura. Na IPR Uirapuru, com maior ganho econômico (124 kg ou R\$ 144,66), o custo do controle foi coberto somente com uma aplicação e em determinados casos, a considerar o fungicida e o tipo de pulverizador. Concluiu-se que aplicações preventivas no C.F. e E.D são desnecessárias quando a fonte de inoculo primário da antracnose e mancha angular for eliminada e a intensidade da ferrugem for baixa.

Palavras-chave: Controle químico, ferrugem, limiar de dano econômico, *Phaseolus vulgaris*

Criteria for application of fungicides to the control of leves diseases of the common bean and economic analysis

GENERAL SUMMARY

Author: Izabel Krieger

Adviser: Dr. Ricardo Trezzi Casa

The indications for the beginning of the application of fungicides to control the common bean diseases are scarce and few precise, following different criteria, as: growth stages, fixed program of calendar, information on climatic conditions, inoculum density and disease intensity in the plant. Most of these cases, the applications of fungicides are made in preventively, without disease occurrence. This fact has taken an irrational use of fungicides, with the increase of the cost of production and threat to the environment. The objective of this work was compared criteria for the decision of the fungicide application to control anthracnose, angular leaf spot and rust of the common bean. The experiments was carry out in a commercial field in Vacaria/RS, during the growing season of 2005, under no-till system and crop rotation, with plots the 3 x 5 m, in a randomized block design with four replications. Three cultivars were evaluated, using two fungicides per cultivar: BRS Campeiro (triphenyltin hydroxide and azoxystrobin + cyproconazol), IPR Uirapuru (tiophanate methyl + chlorothalonil and tetaconazol) and BRS Valente (tryfloxystrobin + propiconazol and tebuconazol). The criteria for the fungicide application was: fixed calendar (FC), growth stage (GS) and threshold (LDE) of 10 % and 20 % of disease incidence. Weekly evaluation was carry out for disease incidence and severity of 20 trifoliolate leaves at first trifoliolate leaf until physiological maturation. The values of disease incidence and severity were submitted to area under disease progress curve (AUDPC). The central plants of a square meter in each parcels were used to yield calculation and grain pathology. An economic analysis was carry through on the basis of the costs of the six fungicides, the kneading of three types of sprayer (mounted, towed and Uniport model) and the fixed and changeable costs of the tractor. The data of the AUDPC, yield, mass of thousand grains and seed's pathology were submitted to analysis of variance and the averages compared by Tukey test at 5% of probability. In the FC and the GS criteria, three applications of fungicides were used, being the two first application with the fungicides to anthracnose and angular leaf spot disease and the last one to rust. For the LDE 10 % and LDE 20 % criteria it was only one application to control the rust disease. Due to seeds sanity by crop rotation and to the irregularity of pluvial precipitations, it was not detected anthracnose and angular leaf spot at none time of evaluation. Amongst the fungi diseases, the rust was detected only after the fourth evaluation. The data of the AUDPC for rust disease in the three cultivars was low. The cultivar IPR Uirapuru it was more susceptible to the rust disease, while the BRS Campeiro more tolerant. Significant differences was not detected in the grains yield and the mass of a thousand grains between treatments and cultivars. *Colletotrichum lindemuthianum* and *Phaeisariopsis griseola* was not detected in the grains, indicating the grains sanity was a consequence of plants health during the growth season. The yield of BRS Campeiro cultivar (67 kg or R\$ 78,15), has not covered by the cost of the fungicide applications. Instead, in the IPU Uirapuru cultivar, with high economic

production (124 kg or R\$ 144,66), the cost of the fungicide applications to disease control it was covered by one application only in determinate cases, considering the types of fungicides e sprayers. It was concluded that preventive applications in F.C. and G.S. are unnecessary when the source of primary inoculum of anthracnose and angular leaf spot will be eliminated and the intensity the rust will be low.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, quimic control, rust , threshold disease

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 - Estadios de desenvolvimento do feijoeiro comum..... 15

FIGURA 1 - Incidência da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005..... 30

FIGURA 2 - Severidade da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005..... 31

FIGURA 3 – Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na incidência, em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005..... 34

FIGURA 4 – Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na severidade, em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005. 35

FIGURA 5 – Efeito dos tratamentos no rendimento de grãos de cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005. 37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Equações da função de dano para antracnose e mancha angular em feijoeiro, obtidas na safrinha 2001, FAMV/UPF, Passo Fundo, RS	21
TABELA 2 - Fungicidas utilizados nos experimentos de feijoeiro. Vacaria, RS na safra 2004/2005	22
TABELA 3 – Precipitação pluvial (mm) nos experimentos conduzidos na lavoura de feijoeiro durante os meses de dezembro de 2004 a março de 2005. Vacaria, RS, safra 2004/2005	27
TABELA 4 - Incidência da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS na safra 2004/2005	29
TABELA 5 - Severidade da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS na safra 2004/2005	29
TABELA 6 – Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas na área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na incidência em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005	34
TABELA 7 – Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas na área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na severidade em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005	35
TABELA 8 - Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas no rendimento de grãos de cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005	37
TABELA 9 - Efeito do número e da época da aplicação de fungicidas sobre a massa de mil grãos nas três cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005	38
TABELA 10 – Efeito da aplicação de fungicidas na incidência (%) dos principais fungos detectados nos grãos, nas diferentes cultivares de feijão. Vacaria, RS, safra 2004/2005.....	40
TABELA 11 - Cálculo de custo de uma pulverização por hectare. Vacaria, RS, safra 2004/2005.....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Antracnose	4
2.1.1 Etiologia e morfologia	4
2.1.2 Sintomatologia	4
2.1.3 Ocorrência e importância.....	5
2.1.4 Epidemiologia e controle da doença.....	6
2.2 Mancha angular do feijoeiro	6
2.2.1 Etiologia e morfologia	6
2.2.2 Sintomatologia	7
2.2.3 Ocorrência e importância.....	7
2.2.4 Epidemiologia e controle da doença.....	8
2.3 Ferrugem.....	9
2.3.1 Etiologia e morfologia	9
2.3.2 Sintomatologia	9
2.3.3 Ocorrência e importância.....	10
2.3.4 Epidemiologia e controle da doença.....	10
2.4 Manejo integrado de doenças	11
2.4.1 Quantificação das doenças.....	12
2.4.1.1 Incidência e Severidade	12
2.4.1.2 Área abaixo da curva de progresso de doença	13
2.4.2 Critérios para aplicação de fungicidas.....	14
2.4.2.1 Calendário fixo (C.F.)	14
2.4.2.2 Estádio de desenvolvimento (E.D.)	14
2.4.2.3 Intensidade de doença	15
2.4.2.4 Sistemas de previsão	16
2.4.2.5 Limiar de dano econômico (LDE).....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Instalação dos ensaios	19
3.2 Delineamento experimental	20
3.3 Tratamentos	20
3.4 Avaliação das doenças (fitopatometria)	22
3.5 Produtividade de grãos	23
3.6 Patologia de grãos colhidos	23
3.7 Análise estatística.....	24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Incidência e severidade.....	28
4.2 Área abaixo da curva de progresso da doença.....	32
4.3 Produtividade	36
4.4 Massa de mil grãos	38
4.5 Patologia de grãos	39
4.6 Análise econômica	41
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

Evidências do Novo Mundo indicam que o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi uma das primeiras plantas cultivadas pelo homem, sendo levada ao Velho Mundo como planta ornamental após o descobrimento da América (ZIMMERMANN & TEIXEIRA, 1988).

É uma cultura extensamente cultivada em todo o mundo e constitui a base da alimentação de muitos países, principalmente da África, Ásia e América Latina devido ao seu alto teor protéico (18-30%) (VIEIRA, 1988b).

O Brasil ocupa o segundo lugar em produção mundial além de ser um dos primeiros em quantidade de consumo. Juntamente com o arroz, o feijão é considerado como cultura de subsistência a qual faz parte da alimentação básica da nossa população. O estado de Santa Catarina é considerado o quarto maior produtor de feijão do país, sendo que na safra de 2004/2005 ocupou uma área estimada em 113 mil hectares com rendimento médio de 1.104 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2005).

O hábito do consumo de feijão pela família brasileira, tanto nas áreas urbanas como no meio rural, faz com que esta cultura esteja distribuída por todo o território nacional (VIEIRA, 1988c). No entanto, é cultivada numa ampla gama de condições climáticas e de níveis tecnológicos, estando sujeito a diversos fatores que podem reduzir a produtividade e a qualidade dos grãos, tais como: fertilidade do solo, regime hídrico, potencial da cultivar, pragas, plantas daninhas e doenças.

Na região Sul do Brasil dentre as doenças fúngicas dos órgãos aéreos que afetam o feijoeiro, podem-se destacar: a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Lams.-Scrib; ferrugem, causada por *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger.; mancha angular, causada por *Phaeoisariopsis griseola* Sacc. Ferraris e o oídio, causado por *Erysiphe polygoni* DC (CANTERI et al., 1999; CASA et al., 2002).

A antracnose e mancha angular tem ocorrência e intensidade relacionada à presença dos fungos na semente e restos culturais do feijoeiro. Ocorrem em praticamente todas as lavouras de feijão, sendo que sua intensidade é variável em função do tipo de prática cultural empregada no cultivo e das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças (VALE et al., 1997; BIANCHINI et al., 2005).

O oídio e a ferrugem são doenças foliares nas quais os agentes causais são parasitas obrigatórios que não estão associados as sementes e aos restos culturais. Os fungos sobrevivem em plantas de feijão que vegetam fora da estação normal de cultivo (plantas voluntárias) e em outras espécies do gênero *Phaseolus* (BIANCHINI et al., 2005; REIS et al., 2005).

A aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos é uma das medidas de controle mais utilizadas no controle das doenças do feijoeiro (COMISSÃO, 2003). Entretanto, o controle químico, apesar de eficiente, aumenta o custo de produção, tornando o produto menos competitivo no mercado e reduzindo o lucro do produtor. Existem muitos fungicidas registrados para uso em feijoeiro, no entanto, o critério usado como indicador do momento para realizar a aplicação, praticamente, baseia-se em aplicações preventivas, o que tem levado muitos produtores a realizar até quatro aplicações de fungicida no ciclo da cultura.

As indicações para o início da aplicação seguem diferentes critérios como: estádios fenológicos da cultura, programa fixo de calendário, informações sobre condições climáticas,

disponibilidade ou densidade de inóculo na área de cultivo e intensidade da doença (VALE et al., 1997; BLUM et al., 2003; COMISSÃO, 2003; BIANCHINI et al., 2005). A maioria das aplicações de fungicidas, são feitas preventivamente, sem levar em conta a ocorrência da doença, fato que tem aumentado o custo da produção (REIS et al., 2005).

Os prejuízos reais, causados por estas doenças podem variar de citação para citação. Para tanto, como pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de doenças, faz-se necessário o conhecimento de estimativas confiáveis dos danos e perdas causados pelos patógenos (BERGAMIM FILHO & AMORIN, 1996).

O uso do Limiar de Dano Econômico (LDE) é, praticamente, desconhecido na literatura para a cultura do feijoeiro. Por conceito, LDE é aquela intensidade da doença que causa perdas (R\$), devido ao ataque das doenças, iguais ao custo do controle químico. Se o LDE for alcançado, é recomendado o controle da doença, pois caso seja ultrapassado, as perdas decorrentes serão irrecuperáveis (BLUM et al., 2003; REIS et al., 2005).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo principal: (a) comparar critérios para tomada de decisão de aplicações de fungicidas visando ao controle da antracnose da mancha angular e da ferrugem do feijoeiro comum; (b) comparar a intensidade das doenças, a produtividade da cultura e os custos do controle químico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Antracnose

2.1.1 Etiologia e morfologia

A antracnose do feijoeiro é causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Mang.) Scrib., que corresponde ao ascomiceto *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & Schrenk f.sp. *phaseoli*. O fungo produz micélio septado e ramificado de coloração hialina a quase negra, à medida que envelhece. Os conídios são hialinos, unicelulares, podem ser oblongos, cilíndricos, com pontas arredondadas ou uma delas pontiagudas. Os conídios medem de 2,5-5,5 x 9,5-22 μm e podem apresentar uma área clara semelhante a um vacúolo central (HALL, 1994; BIANCHINI et al., 2005). Os conidióforos são hialinos, eretos, sem ramificações, com comprimento de 40-60 μm . Os acérvulos são providos de setas que se desenvolvem sobre uma massa estromática. As setas podem, às vezes, ser encontradas no hospedeiro e quase sempre em meio de cultura (BIANCHINI et al., 2005).

2.1.2 Sintomatologia

Os sintomas iniciais aparecem nas nervuras, na face inferior do folíolo do feijoeiro, como lesões ou cancros lineares ou angulares, de cor marrom-avermelhada a preto. Com o progresso da doença, estes sintomas tornam-se aparentes sobre a superfície do folíolo. Severa infecção pode causar queima da ponta e dos bordos do folíolo ou morte total do folíolo e

ponto de crescimento. Pecíolos, ramificações e haste principal, também, podem exibir sintoma de lesões lineares de coloração preta (VIEIRA, 1988a).

A infecção da vagem produz manchas circulares marrom-avermelhadas a pretas, na forma de cancro, medem 0,3-2,5 cm de diâmetro. O cancro, na vagem, é circundado por um bordo marrom escuro. Sob períodos de alta umidade o fungo produz uma massa de esporos, de cor bege-rosada, que se desenvolve no interior do cancro. O centro do cancro seca e torna-se escuro, com o passar do tempo. Infecção severa produz enrugamento e queda de vagens. As sementes de vagens infectadas podem apresentar manchas ou cancros marrom-escuros a negros (SCHWARTZ, et al., 1996; BIANCHINI et al., 2005).

2.1.3 Ocorrência e importância

A antracnose ocorre em praticamente em todas as lavouras de feijoeiro, sendo problemática em regiões de clima temperado e subtropical (VALE, 1997; BIANCHINI et al., 2005).

O fungo sobrevive em restos culturais e sementes. As sementes infectadas constituem sua via de disseminação mais importante. Sementes na fase de enchimento são mais suscetíveis à infecção que aquelas em maturação (BIANCHINI et al., 1989).

Os danos da antracnose podem atingir até 100 % no rendimento de grãos em regiões favoráveis ao seu desenvolvimento, principalmente quando se utilizam sementes infectadas e o cultivo é feito em monocultura (SCHWARTZ & GALVEZ, 1980; VALE et al., 1997; VECCHIATO et al., 2001; GIANASI, 2002).

2.1.4 Epidemiologia e controle da doença

O patógeno é favorecido por temperaturas entre 13-27°C, com ótimo de 21°C e umidade relativa acima de 91%. Os conídios germinam em 6-9 horas sob condições favoráveis, formam um tubo germinativo, apressório e penetram mecanicamente pela cutícula e epiderme do hospedeiro. O aparecimento dos primeiros sintomas ocorre a partir de 6 dias após o início da infecção (HALL, 1994; BIANCHINI, et al., 2005).

A disseminação dos conídios de planta para planta ocorre pelos respingos d'água, pessoas e movimento de máquinas no campo que entram em contato com plantas doentes, umedecidas pela chuva ou orvalho. Também alguns insetos que visitam as plantas doentes podem disseminar os esporos que lhes aderem aos corpos. Uma substância gelatinosa cerca os esporos, provocando-lhes a aderência ao que neles toca (VIEIRA, 1988a).

O controle da antracnose pode ser conseguido pelo uso de sementes sadias, tratamento de sementes com fungicidas, da rotação de culturas, resistência varietal e aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos. O uso de sementes livres do patógeno é fundamental no controle da doença, já que existe uma correlação positiva entre a incidência do patógeno nas sementes e sua transmissão para a plântula, se as condições climáticas forem favoráveis (VALE et al., 1997; RAVA et al., 1998; CASA et al., 2002).

2.2 Mancha angular do feijoeiro

2.2.1 Etiologia e morfologia

A mancha angular do feijoeiro é causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris. Foi descrita pela primeira vez por Saccardo em 1878 como *Isariopsis griseola*, sendo mais tarde, em 1909, concluído por Ferraris que *Isariopsis* era sinonímia de *Phaeoisariopsis*,

propondo então a denominação de *Phaeoisariopsis griseola* para o fungo (ZAUMEYER & THOMAS, 1957).

O fungo produz os conidióforos em grupo (sinêmio), que apresentam conídios cinzentos, cilíndricos e fusiformes, às vezes curvos, com 2-6 septos que medem 35-70 µm de comprimento e 5-7,5 µm de largura no centro e 1,5-2 µm de largura na base (BIANCHINI et al., 2005).

2.2.2 Sintomatologia

Os sintomas da mancha angular do feijoeiro aparecem nos folíolos como lesões angulares, de 3-6 mm de diâmetro, com coloração cinza ou marrom e, algumas vezes, com halo amarelo. As lesões usualmente são limitadas pelas nervuras da folha. Em infecções severas ocorre a queda dos folíolos. Os sinais do patógeno, esporos e sinêmio, de cor cinza escuro a preto, formam-se na face inferior dos folíolos sobre as lesões. Lesões em hastes e ramificações são marrom-escuras a marrom-avermelhadas e alongadas. As lesões na vagem são circulares a ovais e de cor marrom-avermelhada com bordo escuro. As vagens infectadas podem produzir sementes mal desenvolvidas ou totalmente enrugadas (HALL, 1994; VIEIRA, 1988a; BIANCHINI et al., 2005).

A esporulação do fungo ocorre sobre as lesões nos folíolos, ramificações e vagens e os sintomas de mancha angular aparecem 8-12 dias após a infecção (HALL, 1994; BIANCHINI et al., 2005).

2.2.3 Ocorrência e importância

A mancha angular é de ocorrência mundial, sendo particularmente importante em regiões onde temperaturas moderadas são acompanhadas por períodos de alta umidade (90-91 %), portanto, doença típica de regiões tropicais e sub-tropicais (BIANCHINI, et al., 2005).

No Brasil, esta doença já foi considerada como secundária (VIEIRA, 1988a), entretanto, vêm atualmente se tornando importante na região sudeste do país. Acredita-se que o plantio de materiais suscetíveis aliados a ambientes favorável tenham proporcionado condições ideais ao seu desenvolvimento, e provavelmente responsáveis pelo aumento nos danos causados por esta doença. A mancha angular geralmente ocorre com maior severidade na safra da “seca” (BIANCHINI et al., 2005), e em áreas de monocultura de feijão e quando ocorrem chuvas freqüentes (VALE et al., 1997).

Os danos no rendimento de grãos de cultivares suscetíveis podem chegar até 70% (SARTORATO & RAVA, 1999).

2.2.4 Epidemiologia e controle da doença

Os conídios de *P. griseola* germinam em temperaturas entre 8-32°C, com ótimo entre 20-28°C. As flutuações diárias de temperatura e extremos de umidade favorecem a produção de esporos e a sua disseminação. A infecção é favorecida na faixa de temperatura de 16-28°C, preferencialmente a 24°C. Os sintomas aparecem cerca de 8-12 dias após a penetração do fungo através dos estômatos e a colonização do hospedeiro (BIANCHINI et al., 2005). Sintomas no campo são observados logo após a floração ou em plantas próximas a maturidade.

O patógeno sobrevive em sementes infectadas e em restos culturais do hospedeiro. Os conídios do fungo são disseminados pelo vento e/ou respingo d’água, a liberação dos conídios ocorre melhor na ausência de chuva. A disseminação dos conídios é responsável pelo ciclo secundário da doença (BIANCHINI et al, 2005; VIEIRA, 1988a).

Para o controle desta doença têm-se recomendado o uso de cultivares resistentes ou tolerantes (SOMAVILLA & PRESTES, 1999; FALEIRO et al., 2001), o uso sementes sadias (VECHIATO et al., 2001; COMISSÃO, 2003), o tratamento de sementes com fungicidas

(VECHIATO et al., 2001), rotação de culturas (VALE et al, 1997; COMISSÃO, 2003) e aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos (VALE et al., 1997; SARTORATO & RAVA, 1999; GIANASI, 2002).

2.3 Ferrugem

2.3.1 Etiologia e morfologia

O fungo *Uromyces appendiculatus* Pers. Unger é um Basidiomiceto da Ordem Uredinales, capaz também de infectar outras plantas do gênero *Phaseolus* e outras espécies de *Vigna* spp. O fungo é um parasita obrigatório, macrocíclico e autóico. No entanto, picniósporos e aeciósporos são raramente vistos na natureza (BIANCHINI et al., 2005).

Os uredósporos são de coloração marrom-alaranjados, unicelulares, elipsóides ou globosos e medem 20-30 x 20-26 µm, com parede ornamentada com 1-2 µm de espessura. Sob condições apropriadas (temperatura, luz e umidade) e com o envelhecimento das urédias são formados os teliósporos. Estes apresentam coloração marrom escura, formato ovóide ou elipsóide, unicelulares e dimensões de 28-38 x 20-36 µm, com espessura de parede de 2-4 µm (HALL, 1994; BIANCHINI et al., 2005).

Dentre os patógenos do feijoeiro, o *U. appendiculatus* é o que apresenta maior número de raças. Já foram identificadas mais de 200 raças em todo o mundo (BIANCHINI et al., 2005).

2.3.2 Sintomatologia

A ferrugem do feijoeiro afeta principalmente os folíolos, mas pode ser encontrada também em vagens, ramos e todas as áreas verdes da planta de feijão. Os primeiros sintomas são pequenas manchas esbranquiçadas, que formam ligeiras elevações e que aparecem na face

inferior dos folíolos cerca de 6 dias após a infecção. Aos 7-9 dias, as lesões se rompem e se abrem em pústulas pardo-avermelhadas. Cerca de 10-12 dias após a infecção, observam-se os sintomas mais típicos, caracterizados por pústulas uredinais circulares de coloração marrom-avermelhadas, em ambas superfícies dos folíolos, com produção abundante de uredósporos e circundados por halo clorótico (VIEIRA, 1988a; BIANCHINI et al., 2005).

2.3.3 Ocorrência e importância

É uma doença de ampla distribuição, sendo mais comum em regiões subtropicais úmidas e subtropicais. Epidemias severas são favorecidas por ocorrência regular de orvalho de temperaturas moderadas (17-27°C). Os danos no rendimento de grãos podem chegar até 68 % (VALE et al., 1997) e estão diretamente relacionados à severidade precoce de infecção.

2.3.4 Epidemiologia e controle da doença

Os uredósporos são disseminados pelo homem, implementos, animais e principalmente pelo vento. Podem sobreviver entre as estações de cultivo. Uma nova epidemia pode ocorrer quando as condições forem favoráveis. A penetração dá-se pelos estômatos, após o tubo germinativo entrar em contato com as células estomáticas e desenvolver o apressório. A germinação dos uredósporos dá-se entre 6-8 horas em temperaturas entre 16-25°C, não ocorrendo em temperaturas acima de 28°C. Temperaturas abaixo de 15°C retardam o desenvolvimento da esporulação. (HALL, 1994; VIEIRA, 1988a; BIANCHINI et al., 2005).

As condições ideais para a infecção são temperaturas de 17-27°C e umidade relativa maior que 95 % por 10-18 horas.

É uma doença de ciclo secundário, pois pode desenvolver diversas gerações do patógeno durante o mesmo ciclo do hospedeiro, de tal forma que a planta infectada no início do seu ciclo servirá como fonte de inóculo para posteriores infecções do patógeno no mesmo ciclo da cultura.

As recomendações para o controle da ferrugem incluem o uso de cultivares resistentes, embora essa técnica não seja muito eficiente devido à alta variabilidade patogênica do fungo (BIANCHINI et al, 1997). O controle químico pela aplicação de fungicidas é uma prática indicada nas cultivares suscetíveis (COMISSÃO, 2003).

2.4 Manejo integrado de doenças

Durante muito tempo, o controle de pragas e, em menor grau, de doenças, teve como objetivo claro: erradicar os agentes nocivos. Qualquer sintoma que é causado por um agente nocivo é injúria; a redução na qualidade e, ou, quantidade de produção é chamada de dano. A redução em retorno financeiro, por unidade de área, devido à ação de organismos nocivos é chamada de perda (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

O manejo integrado pode ser definido como a utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente (NAS, 1969).

Os sistemas de manejo integrado procuram fazer com que a produção atual de uma área se aproxime ao máximo da produção econômica, com a menor agressão possível ao homem e ao meio ambiente. A produção econômica pode ser definida como o nível de produção em que há maior lucro para o agricultor. Sua definição não é fácil, pois os preços dos produtos variam conforme as leis do mercado e os subsídios governamentais, entre

outros. As aplicações práticas dos sistemas de manejo integrado dependem de estudos sobre o limiar de dano econômico e de considerações custo/benefício, para cada patossistema (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

2.4.1 Quantificação das doenças

A ciência chamada fitopatometria, ou seja, a quantificação de doenças de plantas é de fundamental importância no estudo e na análise das epidemias. Seu principal objetivo é obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento das doenças, de modo a avaliar a importância relativa de diferentes doenças, diferentes medidas de controle, resistência varietal, teste de eficácia de produtos químicos, entre outros. Eles são também utilizados em conjunto com dados de produção ou de qualidade, para se determinar a relação entre intensidade de doenças e danos à produção, de forma que os danos possam ser calculados a partir de levantamentos conduzidos para avaliar a importância das doenças (VALE et al., 2004).

2.4.1.1 Incidência e Severidade

Um termo muito utilizado para a quantificação de doenças é intensidade, que pode se referir tanto à incidência como a severidade.

A incidência é de maior simplicidade, precisão e facilidade de obtenção e pode ser definida como porcentagem de plantas ou de órgão doentes em uma população. Quando a epidemia está em sua fase inicial, a incidência é uma variável satisfatória para avaliar a maioria das doenças, uma vez que, nesta fase, ela pode ser correlacionada à severidade (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004).

A severidade é definida como a área de tecido foliar afetado pela doença, expressa com relação à proporção total de área. É uma medida mais laboriosa e que exige maior

conhecimento da doença estudada, porém, é a que melhor expressa a quantidade de tecido lesionado pela doença. Na determinação da severidade tem-se utilizado chaves descritivas, escalas diagramáticas, análise de imagem e sensoriamento remoto. Dentre esses métodos, o uso de escalas diagramáticas é o mais utilizado devido ao menor custo despendido e a facilidade no uso (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996; VALE et al., 2004).

Do ponto de vista epidemiológico, a incidência e a severidade expressas em porcentagem, podem ser utilizadas na elaboração de curvas de progresso de doenças em função do tempo.

2.4.1.2 Área abaixo da curva de progresso de doença

Segundo Bergamim Filho e Amorim (1996), a curva de progresso da doença, usualmente expressa pela plotagem da proporção de doença *versus* tempo, é a melhor representação de uma epidemia. Através dela, interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente podem ser caracterizadas, estratégias de controle avaliadas, níveis futuros de doenças previstos e simuladores, verificados.

Curvas de progresso da doença podem ser construídas para qualquer patossistema. Independente da situação considerada, os parâmetros importantes, como a época de início da epidemia, a quantidade de inóculo, a taxa de aumento da doença, a forma da curva de progresso da doença, a área sob esta curva, as quantidades máximas e final de doença e a duração da epidemia, podem ser caracterizados (BERGAMIM FILHO, 1995; BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

2.4.2 Critérios para aplicação de fungicidas

2.4.2.1 Calendário fixo (C.F.)

A aplicação com base em calendário fixo prevê de três a quatro pulverizações preventivas, uma a cada 15 dias, com início aos 20 ou 25 dias após a emergência. Para controle de antracnose, Balardin (1999) menciona que em sistemas de sequeiro, se as condições climáticas favorecerem a doença, realizar uma ou duas aplicações em pré-florescimento intervaladas em 14 dias, ou até 5 a 7 dias antes do florescimento no caso de ser realizada apenas uma aplicação. No pós-florescimento, duas aplicações, intervaladas de 14 dias, a começar 10 dias após o início do florescimento. Em sistemas irrigados, duas aplicações em pré-florescimento (estádios V1-R5) e duas em pós-florescimento (estádios R6-R9), são obrigatórias.

2.4.2.2 Estádio de desenvolvimento (E.D.)

Os estádios de desenvolvimento da cultura do feijoeiro estão descritos no Quadro 1.

Segundo Balardin (1999), as aplicações de fungicidas para o controle da antracnose devem ser realizadas no período vegetativo e em pré-florescimento.

No caso da mancha angular, aplicações por estádio estão associadas ao C.F.

Para a ferrugem, deve-se considerar que ela pode estar presente em todas as épocas de semeadura e, praticamente, durante todo o ciclo da cultura. No entanto, seu controle está inserido no controle das outras doenças. Não se encontrou nenhuma referência sobre o controle específico por estádio de desenvolvimento.

Mesmo com poucas informações na literatura, a maior parte das empresas que comercializam fungicidas para a cultura do feijoeiro, direcionam seus produtos para determinados estádios fenológicos.

QUADRO 1 - Estadios de desenvolvimento do feijoeiro comum

Estádio	Descrição
V0	Germinação: Absorção de água pelas sementes, emissão da radícula e sua transformação em raiz primária.
V1	Emergência: Os cotilédones aparecem ao nível do solo, separam-se e o epicótilo começa seu desenvolvimento.
V2	Folhas primárias: Folhas primárias totalmente abertas.
V3	Primeira folha trifoliolada: Abertura da primeira folha trifoliolada e aparece aparecimento da segunda folha trifoliolada.
V4	Terceira folha trifoliolada: Abertura da terceira folha trifoliolada e formação de ramos nas gemas e nos nós inferiores.
R5	Pré-floração: Aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro rácemo. Os botões florais das variedades determinadas se formam no último nó do talo e do ramo. Nas variedades indeterminadas os rácemos aparecem primeiro nos nós mais baixos.
R6	Floração: Abertura da primeira flor.
R7	Formação das vagens: Aparecimento da primeira vagem até apresentar 2,5 cm de comprimento.
R8	Enchimento de vagens: Início do enchimento da primeira vagem (crescimento da semente). Ao final do estádio, as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da variedade. Início da desfoliação.
R9	Maturação fisiológica: As vagens perdem sua pigmentação e começam a secar. As sementes desenvolvem a cor típica da variedade.

V = vegetativo; R = reprodutivo

Cada estádio inicia quando 50% das plantas apresentam as condições correspondentes à descrição.

Fonte: CIAT (1983).

2.4.2.3 Intensidade de doença

Segundo as indicações da cultura do feijoeiro o controle de doenças foliares pode ser feito com base na intensidade da doença (COMISSÃO, 2003).

As indicações para a antracnose segundo Comissão (2003), em produção destinada à indústria, a aplicação deverá ser feita com 5 % de incidência de antracnose nas plantas. Caso seja realizado uma aplicação, e, em pré-florescimento (R5), o recomendável é que o produto seja sistêmico. Já em pós-florescimento (R6), com o surgimento de lesões no início da formação das vagens, em pelo menos 5 % das plantas, recomenda-se a aplicação de um

produto com ação de contato. Se a lavoura for destinada à produção de sementes, a primeira aplicação deve ser feita com 3 % de incidência das plantas. A classe de semente fiscalizada permite um máximo de 3 % de plantas com sintoma do patógeno, sendo que em laboratório a percentagem máxima de infecção é de 0,75 %.

Para a ferrugem e mancha angular, é indicado aplicar o fungicida quando a intensidade for de 20 % de severidade (COMISSÃO, 2003).

2.4.2.4 Sistemas de previsão

Os sistemas de previsão de doenças de plantas tem sido utilizados em situações onde a doença apresenta importância econômica, onde o clima não é muito propício para a ocorrência de epidemias cíclicas e quando a doença apresenta limitações quanto a opções de controle (BOURKE, 1970). Segundo Krause & Massie (1975) os sistemas de previsão podem ser divididos em duas categorias: sistema de previsão da doença e sistema de previsão da infecção. Os sintomas são a própria expressão da doença, já que a infecção precede o seu desenvolvimento. A maioria dos sistemas de previsão de uma doença pressupõem a ocorrência dos sintomas. Isto é obtido pelo monitoramento dos fatores ambientais que são fundamentais à infecção do hospedeiro por um organismo causal. Os sistemas que prevêm os períodos de infecção são obtidos com base em cálculos sob condições meteorológicas favoráveis que antecedem à infecção, enquanto que as previsões de doenças são feitas somente após a ocorrência dos períodos críticos. As condições favoráveis à infecção estão relacionadas com a umidade relativa do ar, temperatura, chuva, períodos de orvalho, radiação solar, movimentos do ar, etc. Os sistemas que prevêm a infecção devem pressupor os momentos de clima mais favoráveis para o controle químico da doença.

No caso do feijoeiro ainda não estão disponíveis sistemas de previsão de doenças.

2.4.2.5 Limiar de dano econômico (LDE)

O limiar de dano econômico (LDE) (VALE et al., 2004), é definido como “o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício do controle iguala seu custo” (BERGAMIM FILHO e AMORIM, 1996). Nessa definição, dano econômico é a quantidade mínima de injúria (o mesmo que sintoma) que justifica a aplicação de determinada tática de manejo; custo do manejo inclui o custo da aplicação tática e a eventual perda causada pelo organismo nocivo; e benefício do manejo é a perda evitada em decorrência da tática que se utilizou (VALE et al., 2004).

Segundo Reis et al. (2005), LDE é aquela intensidade da doença que causa perdas (devido ao ataque das doenças) iguais ao custo do controle químico. Se o LDE for alcançado, é recomendado o controle da doença, pois caso seja ultrapassado, as perdas decorrentes serão irrecuperáveis. Por esse motivo, os fungicidas não devem ser aplicados nem preventivamente nem tardivamente, ou seja, o controle químico das doenças só deverá ser realizado quando os valores da incidência atingirem o LDE.

Em experimentos conduzidos na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), nas safras de 2000/01 e 2001/02 foram avaliados os danos causados pela antracnose e mancha angular do feijoeiro, nos cultivares FT-Nobre, Bionobre e Pérola e, desta forma, quantificado os LDEs para estas doenças. A correlação entre a intensidade da doença e rendimento de grãos originou as equações de função de dano (BLUM et al., 2003).

O LDE como implícito em sua definição, não é estático e imutável e seu valor é função dos diversos fatores, como o custo do controle, o valor da cultura, a função de dano, a eficiência do controle, a situação de produção, entre outros (REIS et al., 2001). O LDE é o único princípio unificador do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e, como tal, deve ser visto

como o paradigma para a tomada de decisões em programas de manejo comprometidos com a preservação do meio ambiente (VALE et al., 2004).

Além do LDE outro limiar é importante para a implementação de programas de manejo integrado de doenças, conforme descrito por Bergamim Filho & Amorim (1996) é o Limiar de Ação (LA), definido como “a menor densidade populacional do organismo nocivo na qual táticas de manejo necessitam ser tomadas para impedir que o LDE seja alcançado”.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação dos ensaios

Os ensaios foram conduzidos no campo, em lavoura comercial na Narciso Barizon Neto Sementes (NBN Sementes) localizada no município de Vacaria, RS, em área de plantio direto, em rotação com milho e sucessão com trigo, na safra agrícola de 2004/2005.

Foram utilizadas três cultivares de feijão do tipo preto: BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente. As sementes foram tratadas com o fungicida metalaxil+fludioxonil, com o inseticida tiame toxam e os nutrientes cobalto e molibdênio (CoMo). A semeadura foi realizada no dia quinze de dezembro de 2004.

A adubação de base foi feita com 200 kg.ha⁻¹ de fosfato diamônico (DAP). O nitrogênio em cobertura foi aplicado uma única vez no estádio V3 na dose 67,5 kg.ha⁻¹ de N (150 kg de uréia). O controle de plantas daninhas foi feito com os herbicidas tepraloxidina e imazamox. O inseticida metamidofós foi aplicado nos estádios V4 e R5 para o controle de diabrótrica (*Diabrotica speciosa* (Germar)) e lagarta da vagem (*Maruca testulalis* (Geyer)).

As observações climáticas como a precipitação pluvial (mm) e o número total de dias com chuva foram obtidas da NBN Sementes.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado nos três ensaios foi de blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais constaram de parcelas de 3 x 5 m, sendo composta por seis linhas (quatro linhas centrais e duas de bordadura), com espaçamento entre linha de semeadura de 45 cm e densidade populacional próxima de 29 plantas m⁻².

3.3 Tratamentos

A aplicação dos fungicidas foi realizada com base em quatro critérios: calendário fixo (C.F.) feita aos 15, 30 e 45 dias após a emergência, estádio de desenvolvimento (E.D.) realizada nas fases V3, V4 e R6 (CIAT, 1983) e limiar de dano econômico (LDE) de 10 % e 20 % de incidência da doença predominante, com um total de cinco tratamentos, considerando a testemunha.

O cálculo do LDE proposto para a antracnose e mancha angular da folha foi realizado empregando-se a equação de Munford & Norton (1984), ajustada para feijoeiro segundo Casa et al. (2002), Blum et al. (2003) e Reis et al. (2005):

$$ID = [Cc/Pp \times Cd] \times Ec$$

na qual, ID = intensidade da doença; Cc = custo de controle; Pp = preço da tonelada do feijão (R\$ 70,00 = preço histórico); Cd = coeficiente de dano (retirado das equações de função de dano e fornecidos pela pesquisa) e Ec = eficiência do controle do fungicida utilizado.

O valor do Cd é obtido da função de dano (Tabela 1). Sabendo-se do rendimento médio de uma lavoura de feijão, através de uma regra de três, obtém-se o Cd.

Exemplo para controle de antracnose (função de dano $R = 1.000 - 5,79 I$) em lavoura com rendimento médio de 1.980 kg.ha^{-1} (histórico NBN sementes): 1.000 está para 5,79 assim como 1.980 estará para “x”. Logo, $x = 11,46 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $0,01146 \text{ t.ha}^{-1} = Cd$.

TABELA 1 - Equações da função de dano para antracnose e mancha angular em feijoeiro, obtidas na safrinha 2001, FAMV/UPF, Passo Fundo, RS

Doença	Equação
Antracnose	$R = 1.000 - 5,79 I$
Mancha angular	$R = 1.000 - 2,92 I$

R: rendimento; I: incidência em folíolos

Fonte: Casa et al., 2002; Blum et al., 2003; Reis et al., 2005.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador manual de precisão, com pressão constante gerada por gás CO_2 , equipado com bicos leques XR 11002, com volume de calda de $200 \text{ litros.ha}^{-1}$.

A primeira aplicação foi direcionada para antracnose e mancha angular. A segunda e demais aplicações, se necessárias, para as mesmas doenças e também para ferrugem. Desta forma foram utilizados dois fungicidas para cada cultivar: BRS Campeiro (trifenil hidróxido de estanho e azosxistrobina+ciproconazole), IPR Uirapuru (tiofanato metílico+clorotalonil e tetaconazole) e BRS Valente (trifloxistrobina+propiconazole e tebuconazole) (Tabela 2).

TABELA 2 - Fungicidas utilizados nos experimentos de feijoeiro. Vacaria, RS na safra 2004/2005

Produto Técnico	Produto Comercial	Dose (ml ou g.ha ⁻¹)
Trifenil hidróxido de estanho	Mertim	500 ml
Azoxistrobina+Ciproconazole	Priori X	300 ml
Tiofanato metílico+Clorotalonil	Tiofanil	1500 g
Tetraconazole	Domark	500 ml
Trifloxistrobina+Propiconazole	Stratego	600 ml
Tebuconazole	Folicur	600 ml

3.4 Avaliação das doenças (fitopatometria)

As avaliações patométricas foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC). As doenças foram quantificadas pela incidência e severidade foliolar, monitoradas semanalmente desde a emergência das plantas até a maturação fisiológica, resultando num total de nove avaliações. As amostragens foram realizadas nas quatro linhas centrais das parcelas, coletados, ao acaso, em cada avaliação 20 trifólios.

Para a avaliação da severidade da antracnose e da mancha angular, foram utilizadas as escalas. Não havendo disponibilidade da escala para severidade da ferrugem, foi realizado um treinamento pessoal com aplicativos de computador, sendo que as amostras sempre foram submetidas ao mesmo avaliador.

Os valores da incidência e severidade também foram submetidos à Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD), calculada por integração trapezoidal (CAMPBELL & MADDEN, 1990), através da equação:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

em que n é o numero de avaliações; y a intensidade da doença e t o tempo quando da avaliação da intensidade da doença.

3.5 Produtividade de grãos

A colheita do feijão foi realizada quando as vagens atingiram a maturação fisiológica (estádio R9: início da senescência à completa senescência). Foram colhidas manualmente todas as plantas em um metro quadrado no centro de cada parcela. As plantas foram mantidas em casa de vegetação de vidro por um período de três dias para secagem. Para o cálculo da produção procedeu-se a remoção das vagens, trilha e secagem dos grãos em estufa com 35–37°C e padronização da umidade dos grãos para 13 %.

Para cada tratamento foram calculados o rendimento de grãos (expresso em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e a massa de mil grãos.

3.6 Patologia de grãos colhidos

A determinação da sanidade dos grãos colhidos foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do CAV. Utilizou-se o meio de cultura BSA (50 g de batata, 5 g de sacarose e 15 g de ágar para 1000 mL de meio de cultura) acrescido de antibiótico (sulfato de estreptomicina 0,2 g em 50 mL de água destilada-esterilizada) após autoclavagem e quando a temperatura encontrava-se a aproximadamente 50 °C.

Depois da assepsia das sementes em hipoclorito de sódio (1%) por três minutos, seguido de lavagem com água esterilizada, 200 sementes (4 repetições de 50 sementes) de

cada amostra foram distribuídas em caixas plásticas tipo gerbox (25 sementes por caixa), medindo 11,5 x 11,4 x 3,4 cm de altura, contendo meio de cultura.

O material foi incubado em estufa com fotoperíodo e termoperíodo (EletroLab), sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas proporcionado por lâmpadas fluorescentes de 20W. Após sete dias de incubação, os fungos foram identificados sob lupa binocular (Marca Zeiss, Stemi 2000-C), com aumento de 40 X, com base nas características das colônias desenvolvidas, e sob microscópio óptico, com base nas estruturas dos fungos e comparados com as características descritas na literatura. Os resultados foram expressos em incidência (%) para cada fungo detectado.

3.7 Análise estatística

Os dados da AACPD, de produtividade, da massa de mil grãos e da patologia de sementes foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram detectadas a antracnose e a mancha angular em nenhuma época de avaliação nas três cultivares de feijão. Tal fato possivelmente está associado à redução e, ou, eliminação da fonte de inóculo primário (ZAMBOLIM et al., 2000; CASA et al., 2002), constituído das sementes e dos restos culturais do feijão, uma vez que se utilizaram sementes fiscalizadas, com baixa incidência dos fungos agentes causais e tratadas com fungicidas específicos, semeadas em área de rotação sem a presença da palha de feijão. Outro fato que pode ter contribuído para não ocorrência ou desenvolvimento dessas doenças foi a irregularidade das precipitações pluviais durante o período de cultivo (Tabela 3).

Pode-se observar que desde a data da semeadura (15 de dezembro) até a colheita (28 de março) choveu um total de 334 mm (Tabela 3), considerado suficiente para a cultura (COMISSÃO, 2003). Na fase de germinação das sementes e emergência das plântulas choveu 32 mm até o quarto dia após a semeadura. A partir do dia 20 dezembro até o dia 9 de janeiro ocorreu um período de 19 dias sem chuva, o que afetou o desenvolvimento inicial da cultura. Caso os fungos *C. lindemuthianum* e *P. griseola* estivessem associados à semente, mesmo que em baixa incidência, dificilmente haveria a transmissão para as plântulas nesta condição de clima seco. Em mais quatro situações durante o período de cultivo ocorreram quatro períodos com 10 ou mais dias consecutivos sem chuva. Essas situações não são favoráveis a disseminação, dentro da lavoura, principalmente, de *C. lindemuthianum*, uma vez que o

patógeno necessita de respingo d'água para ser liberado e disseminado (VIEIRA, 1988a; BIANCHINI et al., 2005).

Nicknich et al. (2003) analisando o desempenho de feijoeiros em Campos Novos e Chapecó, Santa Catarina, na safra de 2001/2002, verificaram a ocorrência predominante do crescimento bacteriano, não detectando a presença da antracnose e da mancha angular, justificando tal fato pela baixa precipitação pluvial. A mancha angular e a antracnose podem ocorrer em menor intensidade em anos com déficit hídrico, como na safra de 2003/2004, em Chapecó, SC (NICKNICH et al., 2005) e na safra 2004/2005, em Canoinhas, SC, (HEMP et al., 2005). Nestes trabalhos, os autores não mencionam a presença dos patógenos nas sementes e se o cultivo foi feito em área de monocultura ou rotação, fatos que podem ou não contribuir para a disponibilidade do inóculo inicial e o desenvolvimento das doenças.

Dentre as doenças fúngicas, alvo de controle químico no feijoeiro, somente a ferrugem foi detectada, a partir de 27 de janeiro de 2005.

Quanto à aplicação dos fungicidas: para os tratamentos C.F. e E.D. foram feitas três aspersões, sendo que as duas primeiras com os fungicidas direcionados à antracnose e a mancha angular e a última aplicação, com os fungicidas para a ferrugem. Para os tratamentos LDE 10 % e 20 %, foi realizada somente uma aplicação com os fungicidas direcionados para a ferrugem.

TABELA 3 – Precipitação pluvial (mm) nos experimentos conduzidos na lavoura de feijoeiro durante os meses de dezembro de 2004 a março de 2005. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Dia	Dezembro de 2004	Janeiro de 2005	Fevereiro de 2005	Março de 2005
1				
2				
3				
4				
5				
6	30			
7				
8				
9		27		
10	27		20	
11				
12				
13				78
14		23		
15	X			
16	22			
17				
18				
19	10			
20				47
21				6
22				19
23				
24		58		
25			6	
26			6	
27				
28				Y
29		12		
30				
31				18
Total	89	120	32	168

Fonte: Dados obtidos da NBN Sementes

X: Data da semeadura

Y: Data da colheita.

4.1 Incidência e severidade

A ferrugem foi detectada nas três cultivares. A maior incidência nos cinco tratamentos e em todas as épocas de avaliação ocorreu na cultivar IPR Uirapuru, seguido de BRS Valente e BRS Campeiro (Tabela 4), indicando a IPR Uirapuru como a mais suscetível e a BRS Campeiro como a mais tolerante. A ferrugem foi detectada pela primeira vez na quarta avaliação, 40 dias após a semeadura, entre os estádios V4 – R5.

Na IPR Uirapuru a intensidade da doença na testemunha atingiu 34 % de incidência, enquanto que na BRS Valente 10 % e na BRS Campeiro 3 % (Tabela 4). Esses dados demonstram que a incidência da doença foi relativamente baixa, principalmente quando analisado do ponto de vista de uma lavoura comercial.

A resposta das cultivares em relação a severidade foi a mesma obtida para incidência, com maior severidade na IPR Uirapuru (Tabela 5). De modo geral os valores de severidade nas três cultivares foi considerado baixo, pois não atingiu em nenhuma época de avaliação valor superior a 1 %.

Analizando-se a evolução da incidência entre os tratamentos em função do tempo, verificou-se que os tratamentos com maior redução de intensidade da ferrugem foram LDE 10 (BRS Campeiro), E.D. (IPR Uirapuru) e C.F. e E.D. (BRS Valente) (Figura 1). Para severidade a maior redução foi detectada nos tratamentos LDE 10 (BRS Campeiro e IPR Uirapuru) e C.F. e E.D. (BRS Valente). O somatório das intensidades para cada tratamento e cultivar, com comparação estatística, é representado da melhor forma pela AACPD, descrita a seguir no item 4.2.

TABELA 4 - Incidência da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS na safra 2004/2005

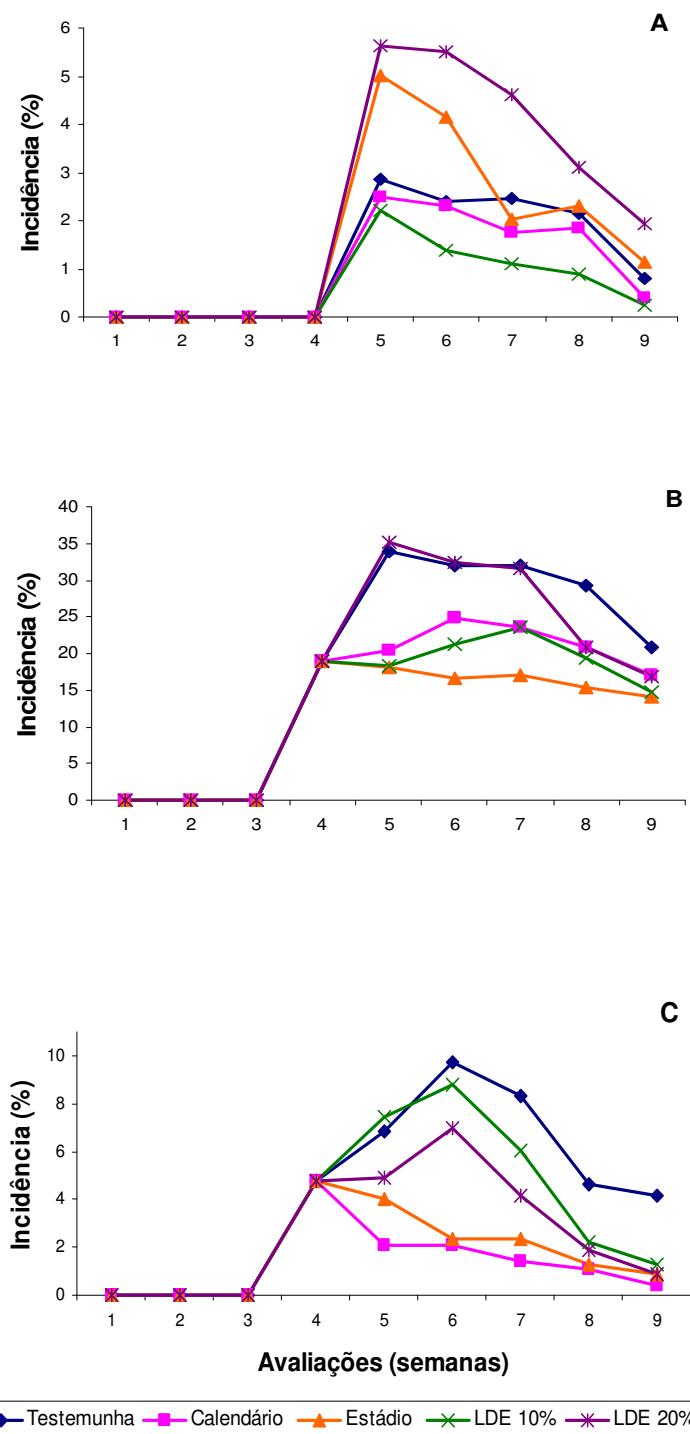
Cultivar	Tratamentos	Incidência (%) / Avaliações								
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Campeiro	1. Testemunha	0	0	0	0	3	2	2	2	1
	2. C.F.	0	0	0	0	2	2	2	2	0
	3. E.D.	0	0	0	0	5	4	2	2	1
	4. LDE 10%	0	0	0	0	2	1	1	1	0
	5. LDE 20%	0	0	0	0	6	6	5	3	2
Uirapuru	1. Testemunha	0	0	0	19	34	32	32	29	21
	2. C.F.	0	0	0	19	20	25	24	21	17
	3. E.D.	0	0	0	19	18	17	17	15	14
	4. LDE 10%	0	0	0	19	18	21	24	19	15
	5. LDE 20%	0	0	0	19	35	32	31	21	17
Valente	1. Testemunha	0	0	0	5	7	10	8	5	4
	2. C.F.	0	0	0	5	2	2	1	1	0
	3. E.D.	0	0	0	5	4	2	2	1	1
	4. LDE 10%	0	0	0	5	7	9	6	2	1
	5. LDE 20%	0	0	0	5	5	7	4	2	1

* 1 (05/01/05), 2 (14/01/05), 3 (19/01/05), 4 (27/01/05), 5 (03/02/05), 6 (10/02/05), 7 (16/02/05), 8 (23/02/05) e 9 (02/03/05).

TABELA 5 - Severidade da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS na safra 2004/2005

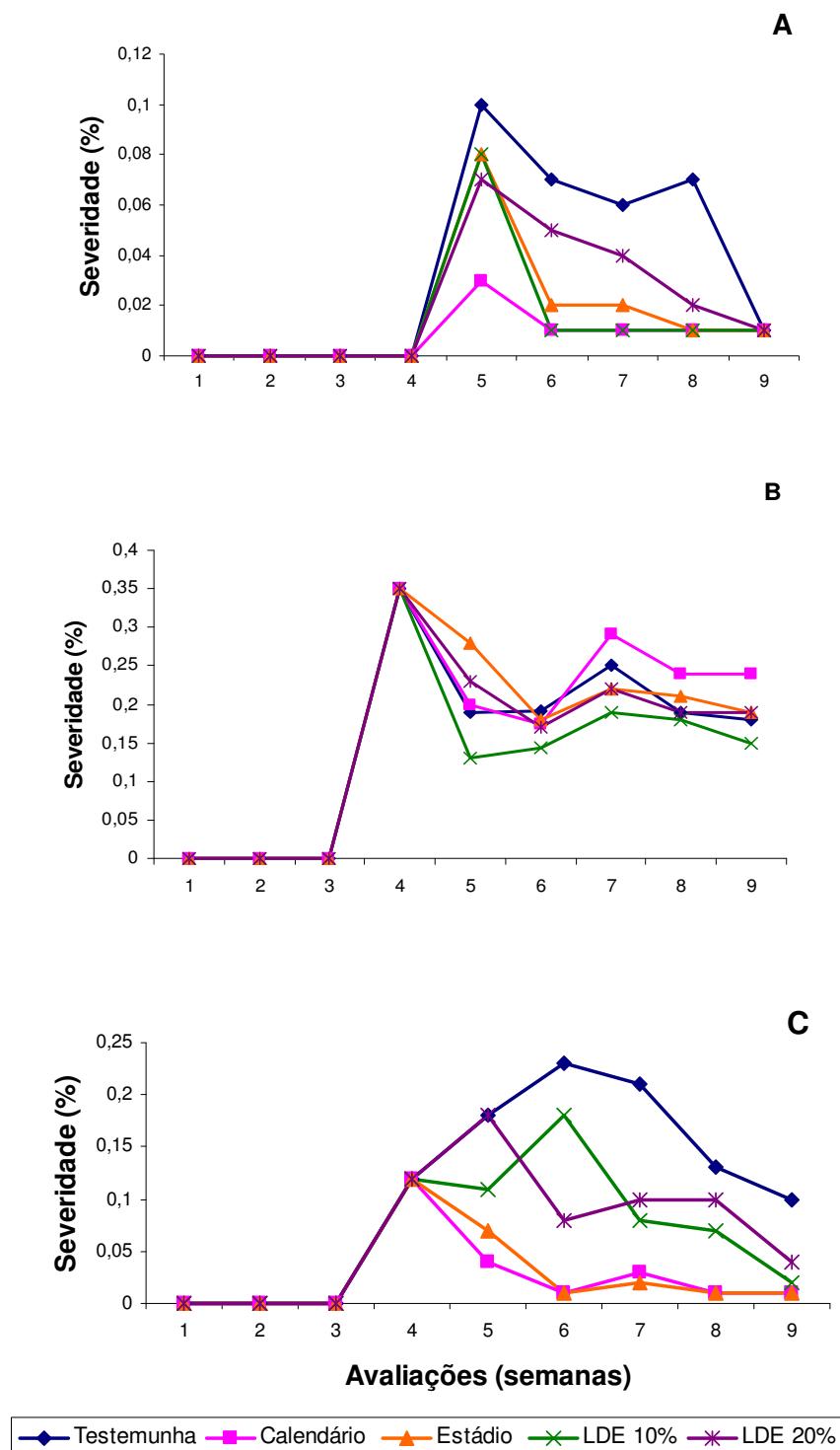
Cultivar	Tratamentos	Severidade (%) / Avaliações								
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Campeiro	1. Testemunha	0	0	0	0	0,10	0,07	0,06	0,07	0,01
	2. C.F.	0	0	0	0	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
	3. E.D.	0	0	0	0	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01
	4. LDE 10%	0	0	0	0	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01
	5. LDE 20%	0	0	0	0	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01
Uirapuru	1. Testemunha	0	0	0	0,35	0,19	0,19	0,25	0,19	0,18
	2. C.F.	0	0	0	0,35	0,20	0,17	0,29	0,24	0,24
	3. E.D.	0	0	0	0,35	0,28	0,18	0,22	0,21	0,19
	4. LDE 10%	0	0	0	0,35	0,13	0,14	0,19	0,18	0,15
	5. LDE 20%	0	0	0	0,35	0,23	0,17	0,22	0,19	0,19
Valente	1. Testemunha	0	0	0	0,12	0,18	0,23	0,21	0,13	0,10
	2. C.F.	0	0	0	0,12	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01
	3. E.D.	0	0	0	0,12	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01
	4. LDE 10%	0	0	0	0,12	0,11	0,18	0,08	0,07	0,02
	5. LDE 20%	0	0	0	0,12	0,18	0,08	0,10	0,10	0,04

* 1 (05/01/05), 2 (14/01/05), 3 (19/01/05), 4 (27/01/05), 5 (03/02/05), 6 (10/02/05), 7 (16/02/05), 8 (23/02/05) e 9 (02/03/05).



A – Campeiro, B – Uirapuru, C - Valente

FIGURA 1 - Incidência da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005.



A – Campeiro, B – Uirapuru, C - Valente

FIGURA 2 - Severidade da ferrugem em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005.

4.2 Área abaixo da curva de progresso da doença

A partir dos valores de incidência e de severidade, foi calculada da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Tabelas 6 e 7) (Figuras 3 e 4). Quanto maior o valor de AACPD maior foi a intensidade da doença.

Comparando-se os tratamentos nas três cultivares verificou-se que a cultivar IPR Uirapuru apresentou maior valor da AACPD, indicando ser a mais suscetível à ferrugem do feijoeiro. A cultivar BRS Campeiro apresentou menor AACPD indicando ser a mais tolerante (Tabelas 6 e 7; Figuras 3 e 4). Contrariamente, Nascente et al. (2005), relatou que a cultivar BRS Valente apresentou maior intensidade média da ferrugem do que a cultivar IPR Uirapuru em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), conduzidos em quatro municípios de Santa Catarina. Segundo o IAPAR (2006), a cultivar IPR Uirapuru é considerada resistente a ferrugem, no entanto, neste trabalho e no de Nascente et al (2005) a cultivar mostrou-se suscetível.

Comparando a testemunha com todos os tratamentos verificou-se redução da incidência da ferrugem nas cultivares IPR Uirapuru e BRS Valente (Tabela 6) e redução da severidade nas cultivares BRS Campeiro e BRS Valente (Tabela 7).

A menor AACPD com base na incidência ocorreu nos tratamentos LDE 10 (uma aplicação), E.D. (três aplicações) e C.F. (três aplicações), respectivamente para as cultivares BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente (Tabela 6). A porcentagem de controle da ferrugem nestes casos foi de 43,9 %, 40,4 % e 68 %.

Com base na severidade, a menor AACPD ocorreu nos tratamentos C.F., LDE 10 e C.F., respectivamente para as cultivares BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente (Tabela 7). A porcentagem de controle da ferrugem nestes casos foi de 78,5 %, 15,4 % e 76,5 %. Se compararmos aplicações executadas como preventivas (C.F. e E.D. = três aplicações) com aplicações na intensidade de doença (LDE = uma aplicação), a intensidade da ferrugem foi

menor nas cultivares BRS Campeiro e BRS Valente onde foram feitas aplicações preventivas (Tabela 7), sendo que na BRS Campeiro o tratamento LDE 10 não diferiu estatisticamente das preventivas. Na cultivar Uirapuru somente o tratamento LDE 10 reduziu significativamente a intensidade da ferrugem, demonstrando que duas aplicações feitas a mais no calendário e no estádio foram desnecessárias para controlar a doença (Tabela 7).

TABELA 6 – Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas na área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na incidência em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Tratamentos	Campeiro		Uirapuru		Valente	
	AACPD	Controle (%)	AACPD	Controle (%)	AACPD	Controle (%)
1. Testemunha	71,89 bc	-	1093,93 a	-	254,91 a	-
2. Calendário	60,13 c	16,3	820,16 bc	25,0	81,41 c	68,0
3. Estádio	98,60 b	0	651,81 c	40,4	106,05 c	58,3
4. LDE 10%	40,32 c	43,9	762,79 c	30,2	208,85 ab	18,0
5. LDE 20%	138,92 a	0	1031,00 ab	5,7	161,28 bc	36,7
C.V. (%)	24,0	-	13,6	-	32,5	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

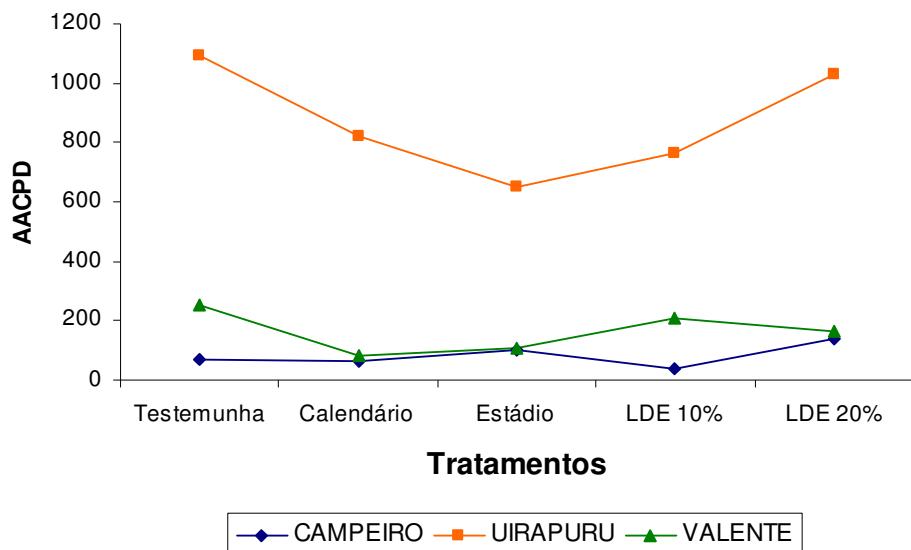


FIGURA 3 – Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na incidência, em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005.

TABELA 7 – Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas na área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na severidade em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Tratamentos	Campeiro		Uirapuru		Valente	
	AACPD	Controle (%)	AACPD	Controle (%)	AACPD	Controle (%)
1. Testemunha	2,14 a	-	8,83 a	-	6,44 a	-
2. Calendário	0,46 c	78,5	9,62 a	0	1,51 c	76,5
3. Estádio	0,95 bc	55,6	9,34 a	0	1,65 c	74,3
4. LDE 10%	0,81 bc	62,1	7,47 b	15,4	3,99 b	38,0
5. LDE 20%	1,30 b	39,2	8,79 a	0,4	4,20 b	34,7
C.V. (%)	29,4	-	8,6	-	29,5	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

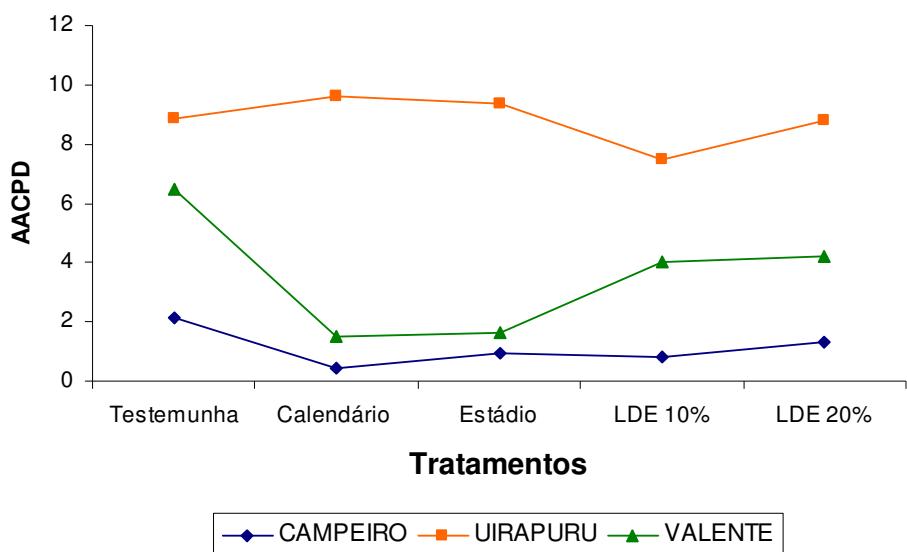


FIGURA 4 – Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) da ferrugem com base na severidade, em cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005.

4.3 Produtividade

Não foram detectadas diferenças significativas no rendimento de grãos entre os tratamentos nas três cultivares de feijão (Tabela 8). De modo geral, os valores absolutos demonstram que a cultivar BRS Campeiro apresentou maior rendimento de grãos atingindo 2.477 kg.ha^{-1} na testemunha e a cultivar BRS Valente o menor rendimento com máximo de rendimento de 1.918 kg.ha^{-1} .

Mesmo não havendo diferença significativa o maior rendimento de grãos foi obtido com o tratamento C.F. para as cultivares BRS Campeiro e IPR Uirapuru, e o tratamento E.D. para a BRS Valente (Tabela 8). Nestes tratamentos o ganho no rendimento de grãos em relação à testemunha foi de 67, 124 e 92 kg.ha^{-1} , respectivamente para BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente. Convém lembrar que nestas situações foram feitas três aplicações de fungicidas.

Hemp et al. (2005) em experimentos em municípios de Santa Catarina, na safra 2004/2005 (ano com déficit hídrico), utilizando sementes sadias, área de plantio direto e sem aplicação de fungicidas, demonstraram que: em Campos Novos, a média de rendimento da cultivar BRS Campeiro foi de 2.596 kg.ha^{-1} e que no município de Ponte Serrada houve rendimento de 4.818 kg.ha^{-1} para a cultivar BRS Campeiro e 4.653 kg.ha^{-1} para a IPR Uirapuru. Estes resultados demonstram que boas produtividades podem ser obtidas com adoção correta de práticas culturais e uso de sementes sadias, o que limita o desenvolvimento de doenças mais danosas como antracnose e mancha angular, que não ultrapassaram nota superior a 3 (HEMP et al., 2005), em escala que varia de 1 (ausência de doença) até 9 (maior intensidade da doença).

TABELA 8 - Efeito do número e da época de aplicação de fungicidas no rendimento de grãos de cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Tratamentos	Produtividade (kg.ha ⁻¹)		
	Campeiro	Uirapuru	Valente
1. Testemunha	2.477 n.s.	2.067 n.s.	1.918 n.s.
2. Calendário	2.544	2.191	1.967
3. Estádio	2.445	2.029	2.010
4. LDE 10%	2.380	2.064	1.999
5. LDE 20%	2.477	1.947	1.954
Média	2.464	2.059	1.969
CV (%)	8,1	8,4	10,4

n.s. - não significativo.

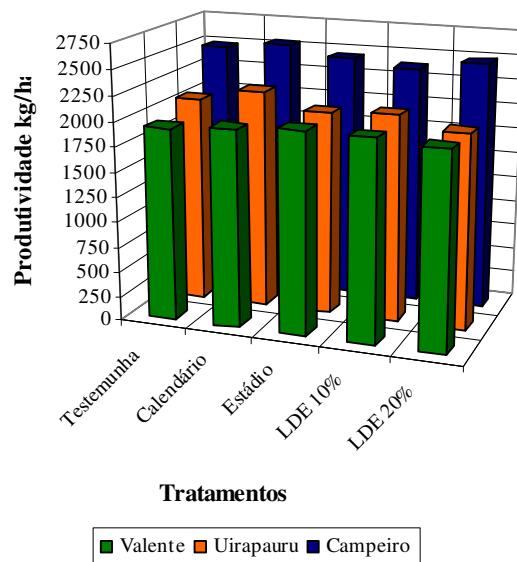


FIGURA 5 – Efeito dos tratamentos no rendimento de grãos de cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005.

4.4 Massa de mil grãos

Não foram detectadas diferenças significativas na massa de mil grãos entre os tratamentos nas três cultivares de feijão (Tabela 9). Os valores demonstram que a cultivar BRS Campeiro apresentou a maior massa de mil grãos e a cultivar BRS Valente a menor massa sendo semelhante aos obtidos com os dados da produtividade.

Mesmo não havendo diferença significativa a maior massa de mil grãos foi obtida com o tratamento E.D. para as cultivares BRS Campeiro e BRS Valente e com o tratamento testemunha para a IPR Uirapuru (Tabela 9).

A cultivar BRS Valente foi a única que apresentou o maior rendimento de grãos e a maior massa de mil grãos no mesmo tratamento, conferido pelo E.D.

TABELA 9 - Efeito do número e da época da aplicação de fungicidas sobre a massa de mil grãos nas três cultivares de feijoeiro comum. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Tratamentos	Massa mil grãos		
	Campeiro	Uirapuru	Valente
1. Testemunha	219,15 n.s.	209,76 n.s.	192,93 n.s.
2. Calendário	220,82	206,59	194,14
3. Estádio	224,27	203,83	199,24
4. LDE 10%	221,19	207,76	191,83
5. LDE 20%	215,29	203,82	192,38
Média	220,14	206,35	194,10
CV (%)	3,7	3,2	4,0

n.s. - não significativo.

4.5 Patologia de grãos

Os resultados das análises de sanidade de grãos realizadas em laboratório demonstraram que os fungos *C. lindemuthianum* e *P. griseola* não foram detectados em nenhuma cultivar e tratamento. Este fato demonstra que a sanidade dos grãos ou sementes é um reflexo da sanidade das plantas durante período de cultivo. Como não se detectou antracnose e mancha angular na lavoura, era de se esperar que os fungos não fossem detectados nos grãos colhidos. Ressalta-se que estes dois fungos são eficientemente transmitidos da planta mãe para as sementes em formação (HALL, 1994; VALE et al., 1997).

Os fungos detectados pertencem ao Gênero *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Epicoccum* e *Trichoderma*, sendo os dois últimos encontrados somente na cultivar BRS Valente (Tabela 10). Destes fungos somente *Fusarium* tem a importância associada à semente, apesar de não ter sido identificada sua espécie. Os demais fungos podem colonizar as vagens durante a formação dos grãos, maturação e colheita, sendo considerados de importância secundária para a cultura, pois não causam doenças economicamente importantes.

Na cultivar BRS Campeiro o fungo com maior incidência foi *Penicillium* sp., não diferindo estatisticamente entre tratamentos. O fungo *Alternaria* sp. apresentou a maior incidência nas cultivares IPR Uirapuru e BRS Valente, diferindo entre tratamentos (Tabela 10).

As aplicações de fungicidas nas três cultivares somente reduziram a incidência do fungo *Alternaria* sp. na BRS Valente (Tabela 10), demonstrando, de modo geral o baixo efeito destes tratamentos na redução dos fungos detectados nos grãos colhidos.

TABELA 10 – Efeito da aplicação de fungicidas na incidência (%) dos principais fungos detectados nos grãos, nas diferentes cultivares de feijão. Vacaria, RS, safra 2004/2005

Cultivar	Tratamentos	Fungos				
		<i>Fusarium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Epicoccum</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
Campeiro	1. Testemunha	1,0 ab	2,5 ab	4,5 n.s.	-	-
	2.C.F.	1,0 ab	3,0 a	5,0	-	-
	3.E.D	1,5 a	2,0 b	3,5	-	-
	4.LDE 10%	0,0 c	1,0 c	3,5	-	-
	5.LDE 20%	0,5 bc	0,5 c	5,0	-	-
	CV (%)	36,5	14,3	21,8		
Uirapuru	1. Testemunha	0,0 b	2,5 b	0,0 c	-	-
	2.C.F.	2,0 a	4,5 a	0,0 c	-	-
	3.E.D	0,0 b	4,0 ab	0,5 bc	-	-
	4.LDE 10%	0,5 b	2,5 b	1,0 b	-	-
	5.LDE 20%	0,0 b	2,5 b	2,5 a	-	-
	CV (%)	49,5	23,2	48,5		
Valente	1. Testemunha	0,7 a	8,0 a	2,7 a	1,3 a	0,0 b
	2.C.F.	0,5 a	4,5 b	0,5 b	0,5 b	0,0 b
	3.E.D	0,5 a	3,0 bc	1,0 b	0,0 c	0,0 b
	4.LDE 10%	0,0 b	2,0 cd	4,0 a	0,0 c	0,7 a
	5.LDE 20%	0,0 b	0,0 d	1,0 b	0,0 c	0,0 b
	CV (%)	49,2	28,4	37,2	30,5	63,8

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

n.s. - não significativo.

4.6 Análise econômica

O controle químico de doenças na cultura do feijoeiro leva ao aumento do custo de produção (REIS et al., 2005). A lucratividade dependerá principalmente do potencial de produtividade e dos gastos com o controle. Uma aplicação de fungicida envolve o custo do produto e os custos relacionados à técnica de aplicação. A última depende principalmente do tipo de equipamento disponível para que o produto seja aplicado.

Na tabela 11, constam os custos dos seis fungicidas utilizados neste trabalho (A), do amassamento feito por três tipos de pulverizadores (montado, rebocado e um autopropelido modelo Uniport) (B) e os custos fixos e variáveis do trator (C). Nestes cálculos estão incluídas informações sobre produtividade média do feijoeiro para o estudo de caso e do preço histórico do feijão. Com base nestes dados algumas simulações podem ser feitas com diferentes fungicidas e técnicas de aplicação, disponibilizando-se o custo de uma aplicação.

Uma aplicação do fungicida tetriconazole, com um pulverizador do tipo rebocado, em uma lavoura com rendimento de 1.980 kg.ha^{-1} , corresponde a um custo de R\$ 128,99 (custo total de A + B + C) (Tabela 11). Seguindo a aplicação por calendário fixo, têm-se mais duas aplicações. Como a área de amassamento já está perdida pela primeira aplicação, resta somar o custo do fungicida (A) + custo do trator (C). Logo, A + C para o tetriconazole e para o pulverizador rebocado é de R\$ 65,01 x duas aplicações = R\$ 130,02. Desta forma, para as três aplicações do fungicida em um hectare o custo é de R\$ 259,01.

No item 4.3, referente à produtividade de grãos, verificou-se que os maiores ganhos de rendimento de grãos em relação à testemunha foram de 67, 124 e 92 kg.ha^{-1} , respectivamente para BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente, com três aplicações de fungicidas (Tabela 8). Se considerar-se o preço de venda de um saco de feijão preto de 60 kg ao valor de R\$ 70,00 (preço histórico), estas produtividades refletem um ganho de R\$ 78,15, R\$ 144,66 e R\$ 107,33, respectivamente para BRS Campeiro, IPR Uirapuru e BRS Valente. Em qualquer

simulação feita na Tabela 11, três aplicações de fungicida, calendário (C.F.) ou estádio (E.D.), feitas neste trabalho não cobrem os custos do controle. Se considerar-se a cultivar BRS Campeiro o ganho obtido na produtividade (67 kg ou R\$ 78,15) não cobre o custo de uma única entrada na lavoura. No caso da IPR Uirapuru, com maior ganho econômico (124 kg ou R\$ 144,66), o custo do controle será coberto somente com uma aplicação e em determinados casos, a considerar o fungicida e o tipo de pulverizador.

Diante dos dados expostos, as aplicações preventivas de fungicidas com base em calendário fixo e em estádio de desenvolvimento, em lavouras com sementes sadias e área de rotação de culturas, com baixa severidade da ferrugem, não proporcionaram um aumento no rendimento de grão que cobrisse os custos das aplicações de fungicidas. Os rendimentos de grãos nos tratamentos com base no LDE não apresentaram diferença significativa dos outros tratamentos, indicando que as duas aplicações a mais nos tratamentos C.F. e E.D. só levaram ao aumento do custo de produção.

TABELA 11 - Cálculo de custo de uma pulverização por hectare. Vacaria, RS, safra 2004/2005

(A)	CUSTO FUNGICIDAS	R\$/LITRO ¹	DOSE INDICADA	R\$/DOSE INDICADA
1-Trifenil hidróxido de estanho	78,00	500 ml	39,00	
2-Azoxistrobina+ ciproconazole	230,00	300 ml	69,00	
3-Tiofanato metílico + clorotalonil	50,00	1500 g	75,00	
4 - Tetraconazole	105,00	500 ml	52,50	
5-Trifloxistrobina+ propiconazole	130,00	600 ml	78,00	
6 - Tebuconazole	100,00	500 ml	50,00	
(B)	CUSTO AMASSAMENTO	MONTADO ²	Tipo de Pulverizador	
Comprimento da barra do pulverizador	14 m	18m	27m	
Número de passadas do pulverizador por hectare	7,14	5,55	3,71	
Largura da trilha dos pneus	0,25 x 2 trilhas = 0,50 m	0,25 x 2 trilhas = 0,50 m	0,25 x 2 trilhas = 0,50 m	
Amassamento (passadas x distância x amassamento)	7,14 x 100 x 0,5 = 357 m ²	5,55 x 100 x 0,5 = 277 m ²	3,71 x 100 x 0,5 = 185 m ²	
Área de plantas com amassamento	0,0357 ha	0,0277 ha	0,0185 ha	
Produtividade perdida por amassamento ⁵	1,245 sacos	0,914 sacos	0,611 sacos	
Valor perdido por amassamento ⁶	1,245 x 70,00 = R\$ 87,15	0,914 x 70,00 = R\$ 63,98	0,611 x 70,00 = R\$ 42,77	
(C)	TRATOR (Custos fixos ⁷ + variados ⁷)	R\$ 9,87	R\$ 12,51	R\$ 8,50
CUSTO TOTAL (1 aplicação) A + B + C	MONTADO	REBOCADO	UNIPORT	
Fungicidas 1	R\$ 136,02	R\$ 115,49	R\$ 90,27	
2	R\$ 166,02	R\$ 145,49	R\$ 120,27	
3	R\$ 172,02	R\$ 151,49	R\$ 126,27	
4	R\$ 149,52	R\$ 128,99	R\$ 103,77	
5	R\$ 175,02	R\$ 154,49	R\$ 129,27	
6	R\$ 147,02	R\$ 126,49	R\$ 101,27	
Média	157,60	137,07	111,85	

¹ Preços fornecidos pelas empresas na safra 2004/2005

² Conjunto moto mecanizado montado (trator com 82 cv)

³ Conjunto moto mecanizado rebocado (trator com 82 cv)

⁴ Auto propelido – Uniport 5 PX 3185

⁵ Dano com base na produtividade média da NBN (33 sacos.ha⁻¹)

⁶ Preço do feijão (R\$ 70,00 a saca), considerado no LDE

⁷ Fonte: Noronha et al. (1991) e Agrianual (2004).

5. CONCLUSÕES

1. O feijoeiro comum pode ser cultivado sem a ocorrência da antracnose e da mancha angular em lavoura com um ano de rotação de culturas, associado ao uso de sementes sadias.
2. A ferrugem foi detectada em lavoura semeada com sementes sadias e área de rotação de culturas, sendo sua intensidade governada pela suscetibilidade das cultivares.
3. A cultivar IPR Uirapuru demonstrou ser mais suscetível à ferrugem enquanto que a BRS Campeiro, a mais tolerante.
4. Aplicações preventivas por calendário fixo e por estádio de desenvolvimento, não aumentaram significativamente a produtividade de grãos, levando ao aumento do custo de produção e redução da lucratividade do produto.
5. Aplicações de fungicidas nos órgãos aéreos com base no Limiar de Dano Econômico podem ser usadas como critério indicativo para o inicio da aplicação, proporcionando maior probabilidade de retorno econômico.
6. Práticas culturais como rotação de culturas e sanidade de sementes propiciam o desenvolvimento de lavouras sadias, consequentemente produzindo sementes sadias.
7. O equipamento do modelo UNIPORT apresentou o menor custo operacional para a aplicação dos fungicidas por hectare.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, 2004. Avanço da agricultura brasileira. **FNP Consultoria e Agroinformativos**. São Paulo, 2004.

BALARDIN, R.S. Controle de doenças. In: **XXXII Reunião Técnica do Feijão/Anais**. EMATER / RS. Frederico Westphalen, 1999.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do Feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Ceres, v.2, 2005. p. 333-349.

BIANCHINI, A.; MENEZES, J.R.; MARINGONI, A.C. Doenças e seu controle. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O feijão no Paraná**. Londrina, 1989. p. 189-216. (IAPAR, Circular, 63).

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de Plantas Tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Editora Ceres, 1996. 299 p.

BERGAMIM FILHO, A.; LOPES, D.B.; AMORIM, L.; GODOY, C.V.; BERGER, R.D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.3, p. 133 – 184, 1995.

BOURKE, P.M.A. Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotics. Ann. **Rev. Phytophatol.** 8: 345-370, 1970.

BLUM, M.M.C., REIS,E.M., CASA, R.T. & SCHEER, O. Modelo de ponto crítico para estimar danos causados pela antracnose e mancha angular do feijoeiro. In: **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**, 4., 2003, Lages, SC. Resumos Expandidos... Lages, SC:CAV-UDESC, 2003. p.274.276.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990.

CANTERI, M.G., BERGAMIN FILHO, A., DALLA PRIA, M., & AMORIN, L. Epidemiologia das doenças. In: Canteri, M.G., Dalla Pria, M & Silva, O.C. (Eds). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**: Orientações para manejo econômico e ecológico. Ponta Grossa: UEP, 1999. p.35-51.

CASA, R.T., BLUM, M.M.C., REIS, E.M. & SCHEER, O. Diagnose, danos e controle de doenças fúngicas do feijoeiro. In: Paim, L.D., Caldeira, M.H., Marcon, R. & Fabris, T. (Eds). Resumo de palestras: **XI Semana Acadêmica. Agronomia e Medicina Veterinária**. DAFAV-FAMV. Passo Fundo, RS. 2002. p.141-158.

CIAT. **Etapas de desarollo de la planta de frijol común**. Eds.: F. Fernández; P. Gepts; M. López. Cali, Colombia. CIAT. 1983. 26p.

COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO: **Indicações técnicas para a cultura do feijão no Rio Grande do Sul 2003/04** / Comissão Estadual de Pesquisa de Feijão. Passo Fundo: UPF, 2003. 149 p.

CONAB. Indicadores agropecuários: extraído de www.conab.gov.com – novembro de 2005.

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.

HALL, R. **Compendium of Bean Diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society. 2^a Ed. 1994. 73 p.

HEMP, S.; NICKNICH, W.; VOGT, G.A.; ALEXANDRE, A.D.; ROWE, E.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; CRISPIM, J.E.; ZANATTA, J.C.; NESI, C.N. Ensaio estadual de linhagens e cultivares de feijão preto em Santa Catarina: VCU – 2004/2005. In: **V Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão** / Resumos expandidos. Chapecó, SC: Epagri/Cepaf, 2005. p. 239 – 243.

GIANESI, L. Patossistema feijoeiro – antracnose: Efeito do trifenil acetato de estanho no crescimento do hospedeiro e no progresso da doença. **Ciência Agrotécnica** 26, 309-317. 2002.

IAPAR. Sementes e mudas: extraído de www.iapar.br – janeiro de 2006.

KRAUSE, R.A. & MASSIE, L.B. Predictive systems: modern approaches to disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 13:31-47, 1975.

MUNFORD, J.D. & NORTON, G.A. Economic of decision making in pest management. *Annual Review of Entomology*. 29: 157-174. 1984.

NASCENTE, A.S.; DIAZ, J.L.C.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; RAVA, A.; COSTA, J.G.C. Avaliação de genótipos de feijoeiro comum do grupo preto no estado de Santa Catarina. In: **V Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão / Resumos expandidos**. Chapecó, SC: Epagri/Cepaf, 2005. p. 200-202.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Insect pest management and control**. Washington. 1969. 73 p.

NICKNICH, W.; HEMP, S.; ELIAS, H.T.; ALEXANDRE, A.D. Ensaios intermediários de linhagens e cultivares de feijão em Santa Catarina – 2001/2002. In: **IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão / Resumos expandidos**. Lages, SC: CAV/UDESC, 2003. p. 293 – 296

NICKNICH, W.; HEMP, S.; ELIAS, H.T.; BACKES, R.L.; NESI, C.N. Ensaios intermediários de linhagens e cultivares de feijão em Santa Catarina – 2003/2004. In: **V Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão / Resumos expandidos**. Chapecó, SC: Epagri/Cepaf, 2005. p. 253 – 257

NORONHA, J.F.; MIALLTE, L.G.; DUARTE, L.P. **Custos dos sistemas tratorizados na agricultura brasileira**. Piracicaba, 1991. 32 p.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; BOTELHO, S.A. Eficiência in vitro e in vivo de fungicidas no controle de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, 24:45-48. 1998.

REIS, E.M.; BLUM, M.M.C.; SCHEER & CASA, R.T. Quantificação de danos causados pela antracnose e mancha angular do feijoeiro. In: VALE, F.X.R. (Ed). **Anais / I Workshop de epidemiologia de doenças de plantas: quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas**. Viçosa, MG. 2005. p.131-13.

REIS, E.M.; CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. **Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno**. Londrina: ES, 2001. 94 p.

SARTORATO, A. & RAVA, C.A. Controle da mancha angular do feijoeiro comum pelo método de aplicação convencional de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**. 24: 70-72.1999.

SCHWARTZ, H.F.; BRICK, M.A.; NULAND, D.S.; FRANC, G.D. **Dry Bean Production & Pest Management**. Fort Collins, Colorado State University, 1996. 106 p. (Regional Bulletin 562A).

SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G.E. **Problemas de produccion del frijol**: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas e climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. 424 p.

SOMAVILLA, L.L. & PRESTES, A.M. Identificação de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões produtoras de feijão do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira** 24:416-421. 1999

VALE, F.X.R., COSTA, H. & ZAMBOLIM, L. Feijão Comum. Doenças da parte aérea causadas por fungos. In: Vale, F.X.R. & Zambolim, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas**. Grandes culturas. Viçosa, MG. v.1, 1997. p.335-374.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia Aplicada ao Manejo de Doenças de Plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. 531p.

VECHIATO, M.H.; LASCA, C.C.; KOHARA, E.Y.; CHIBA, S. Antracnose do feijoeiro: Tratamento de sementes e correlação entre incidência de plantas e infecção de sementes. **Arquivo do Instituto Biológico** 68, 2001. p. 83 – 87.

VIEIRA, C. **Doenças e Pragas do Feijoeiro**. Viçosa, UFV, 1988a. 231 p.

VIEIRA, C. Perspectiva da Cultura do Feijão e de Outras Leguminosas de Grão no País e no Mundo. In: ZIMMERMMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988b. p. 3-19.

VIEIRA, E.H.N. Produção e Tecnologia. In: ZIMMERMMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988c. p. 57-62.

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T. & REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira** 25: 585-595. 2000.

ZAUMEYER, W.J.; THOMAS, H.R. **A monographic study of bean disease and methods for their control**. Washington: USDA, 1957. 15 p. (Technical Bulletin, 868).

ZIMMERMANN, M.J.O.; TEIXEIRA, M.G. Origem e Evolução. In: ZIMMERMMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p. 79-85.