

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO QUANTO A REAÇÃO
FOLIAR E DE VAGENS A *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var.
fuscans, E TRANSMISSÃO DA BACTÉRIA POR SEMENTES.**

LEIMI KOBAYASTI

43014

MFN30128

LEIMI KOBAYASTI

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO QUANTO A REAÇÃO FOLIAR E DE VAGENS A *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, E TRANSMISSÃO DA BACTÉRIA POR SEMENTES.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de "MESTRADO"

Profa. Dra. Maria de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
1998

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Kobayasti, Leimi

Avaliação de genótipos de feijão quanto a reação foliar e de vagens a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, e transmissão da bactéria por sementes / Leimi Kobayasti. -- Lavras : UFLA, 1998.

54 p. : il.

Orientador: Ricardo Magela de Souza.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Feijão - *Phaseolus vulgaris*. 2. Resistência a doença. 3. *Xanthomonas axonopodis*. 4. Semente. 5. Transmissão. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652932

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO QUANTO A REAÇÃO FOLIAR
E DE VAGENS A *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, E
TRANSMISSÃO DA BACTÉRIA POR SEMENTES.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Fitopatologia, para a obtenção do título de
"MESTRE".

APROVADA em 04 de março de 1998.

Prof. Edson Ampélio Pozza UFLA

Prof. Paulo Estevão de Souza UFLA


Prof. Ricardo Magela de Souza
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A
Deus,
pela dádiva da vida.

Aos meus pais,
Yauo e Yukie, pelo
carinho e confiança em
mim depositadas.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e força nas caminhadas;

Ao Departamento de Fitopatologia/UFLA, pela oportunidade concedida de realizar este curso e pelos ensinamentos recebidos durante o mesmo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos propiciando-me treinamento e aprendizado;

Ao Professor Ricardo Magela de Souza, pela orientação e confiança em mim depositada;

Ao Professor João Bosco dos Santos, pela co-orientação, sugestões e fornecimento de materiais;

Ao Professores Edson Pozza e Paulo Estevão de Souza, pelas sugestões e participação na banca;

Ao Professor Messias José Bastos de Andrade, pela colaboração recebida;

Ao Professor Daniel Cassetari Neto (UFMT), pela amizade e estímulo em todos os momentos desta caminhada;

Aos Departamentos de Biologia, Engenharia Florestal, Agricultura, pela ajuda na realização de parte deste trabalho;

À minha família: Hitoshi, Marinete, Kazuo, Vilma, Patrick e Fernando, pelo carinho, apoio e incentivo nesta jornada;

A Sônia, amiga e companheira, o meu carinho e a minha admiração pela paciência, compreensão e pela força em todos os momentos;

Aos amigos que me transmitiram carinho, força, apoio em todos os momentos: Adriana, Gislaine, Alessandra, Kátia, Robério, Alvanir, Claudomiro, Jair;

A laboratorista Ana, companheira em todos os momentos e pela indispensável contribuição neste trabalho;

Aos funcionários e técnicos do DFP: Psida, Cléber, Casin, Patrícia, Dilurdis, Agenor, pela valiosa colaboração e auxílio prestados;

Ao colega de trabalho, Tom pela preciosa ajuda na realização deste trabalho;

A minha turma: Bárbara, Silvia, Carlos, Bernardo, Mirian, Luciana, Rosângela, Vespasiano, Tião, Luiza, Eneida, Taubaté, Capela, Jackson, Tânia, Andrei, Jorge, Flávio, Wirton, Edna, Otniel, Tiago, Alexandre, Claudine, Elizandra, Wellington e Patrícia pela agradável convivência, pelo companheirismo e ajuda prestados;

Ao Grupo de Estudos Teosóficos de Lavras, especialmente na pessoa do Sr. Abner Botrel, pelo carinho e ensinamentos adquiridos;

Aos colegas do Departamento de Fitopatologia, pela amizade e companheirismo demonstrado em todos os momentos;

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram para a realização deste trabalho,

MUITO OBRIGADO!

Há um Mestre Divino em nós mesmos, cuja existência podemos sentir se quisermos; ele é um espectador silencioso do drama interpretado pela personalidade exterior e pode intervir ocasionalmente, quando há necessidade e a possibilidade de intervenção.

N. Sri Ram

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 SINTOMATOLOGIA, SOBREVIVÊNCIA E CONTROLE.....	4
2.2 SELEÇÃO DE FONTES DE GERMOPLASMA.....	8
2.3 HEREDITARIEDADE DA RESISTÊNCIA.....	10
2.4 CORRELAÇÃO ENTRE FOLHAS E VAGENS.....	12
2.5 TRANSMISSÃO DE XAP POR SEMENTES	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 OBTENÇÃO DOS ISOLADOS DE <i>XANTHOMONAS AXONOPODIS</i> PV. <i>PHASEOLI</i> VAR. <i>FUSCANS</i> (XAPF).....	18
3.2 PREPARO DA SUSPENSÃO PARA INOCULAÇÃO ARTIFICIAL.....	19
3.3 INOCULAÇÃO ARTIFICIAL EM FOLHAS E VAGENS DE FEIJÃO	20
3.4 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA.....	20
3.5 CONDUÇÃO E DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO	21
3.6 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE INFECÇÃO DAS SEMENTES.....	22
3.7 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DOS DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO INOCULADOS COM XAPF E NÃO INOCULADOS, EM ENSAIOS DE CAMPO.....	24
3.8 ESTIMATIVA DA HERDABILIDADE PARA REAÇÃO EM FOLHAS E SEMENTES.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 REAÇÃO À INOCULAÇÃO EM FOLHAS E EM VAGENS.....	25
4.2 CORRELAÇÃO ENTRE REAÇÕES FOLIARES DE GENÓTIPOS DE FEJÓEIRO A XAPF EM ENSAIOS MONTADOS EM CAMPO E CASA DE VEGETAÇÃO	30
4.3 TRANSMISSÃO DE XAPF EM SEMENTES DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEJÓEIRO APÓS INOCULAÇÃO DE FOLHAS E VAGENS	31
4.4 ANÁLISE VISUAL DE SEMENTES QUANTO AO CRESTAMENTO BACTERIANO COMUM..	34
4.5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DOS DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO INOCULADOS COM XAPF E NÃO INOCULADOS, EM ENSAIOS DE CAMPO	38
4.6 ESTIMATIVA DA HERDABILIDADE.....	41
5 CONCLUSÕES	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
7 ANEXOS.....	53

RESUMO

KOBAYASTI, LEIMI. Avaliação de genótipos de feijoeiro quanto a reação foliar e de vagens a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, e transmissão da bactéria por sementes. Lavras: UFLA, 1998. 54p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)*

Foram avaliadas a reação de 35 genótipos de feijoeiro a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* (Xapf) e a transmissão do patógeno pelas sementes. A inoculação foliar foi realizada através da técnica de incisão, com tesoura previamente mergulhada em suspensão bacteriana (5×10^7 ufc/ml). A avaliação foi feita 8 e 17 dias após a inoculação, em casa de vegetação e campo, respectivamente, mediante diagrama de notas, variando de 1 a 5. As vagens foram inoculadas por meio de perfurações entre os grãos, com o auxílio de uma agulha, previamente imersa na colônia bacteriana. A avaliação foi feita após 8 dias de inoculação, medindo-se dois diâmetros perpendiculares das lesões. Foi utilizado, nas inoculações, o isolado UFLA-2 de Xapf. As análises laboratoriais de sementes foram feitas pela técnica de maceração em tampão fosfato salina e plaqueamento em meio EPGA. Foi feita, ainda, avaliação visual das sementes. De acordo com a análise dos resultados, foram classificados como resistentes, os genótipos H 4-22, H 4-9, CI 164-2, CI 257-1, IAPAR 14, CI 107-4, CI 140, CI 164-4, RELAV 37.19 e CI 107-6; e, como suscetíveis, CARIOCA, ANPAT 8.12, ANLAV 8.28, OURO NEGRO em campo. Em casa de vegetação, os genótipos que se destacaram como resistentes foram LP 91-22, CI 257-1 e CI 107-4, e como suscetíveis, CI 257, ANPAT 8.12, MILIONÁRIO, CARIOCA MG, CI 128, CI 164-3, H 4-22, CI 257-2 e CARIOCA. Em relação à transmissão de Xapf pelas sementes foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, sementes desinfestadas superficialmente e não desinfestadas, porém, não houve diferenças significativas entre os genótipos. Maiores percentagens de infecção foram observadas entre as sementes não desinfestadas superficialmente. Tanto para os ensaios de campo, quanto casa de vegetação, os genótipos classificados como resistentes pela reação foliar podem transmitir a bactéria pelas sementes.

*Comitê Orientador: Ricardo Magela de Souza – UFLA (Orientador), Edson Ampélio Pozza – UFLA e Paulo Estevão de Souza – UFLA.

ABSTRACT

EVALUATION OF COMMON BEAN GENOTYPES AS TO FOLIAR AND POD REACTION TO *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, AND BACTERIUM TRANSMISSION THROUGH SEEDS.

The reaction of 35 common bean genotypes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* (Xapf) and the pathogen transmission through seeds were evaluated. The foliar inoculation was done by means of an incision technique with scissors previously dipped in bacterial suspension (5×10^7 u.f.c./ml). The evaluation was done 8 and 17 days after inoculation, in a greenhouse and in the field, respectively, using a diagram of values varying from 1 to 5. The pods were inoculated by perforating between the grains with the help of a needle previously immersed in the bacterial colony. The evaluation was done after 8 days of inoculation, through the measurements of two perpendicular diameters of the lesions. The Xapf's UFLA-2 isolated was used in the inoculations. The laboratorial seed analyses were done by means of the maceration technique in phosphate buffer saline and plating in EPGA medium. A visual evaluation of the seeds was also done. According to the analysis of the results, the genotypes classified as resistant were: H 4-22, H 4-9, CI 164-2, CI 257-1, IAPAR 14, CI 107-4, CI 140, CI 164-4, RELAV 37.19 and CI 107-6; and as susceptible were: CARIOCA, ANPAT 8.12, ANLAV 8.28, OURO NEGRO in the field. In the greenhouse, the genotypes standing out as resistant were LP 91-22, CI 257-1 and CI 107-4; and as susceptible were CI 257, ANPAT 8.12, MILIONÁRIO, CARIOCA MG, CI 128, CI 164-3, H 4-22, CI 257-2 and CARIOCA. In terms of transmission of Xapf through the seeds, significant differences were observed among the treatments, superficially disinfested and non disinfested seeds, but there were no significant differences among the genotypes. Higher percentages of infection were observed among the superficially non disinfested seeds. For the field assays as well as for the greenhouse, the genotypes classified as resistant by the foliar reaction can transmit the bacterium through the seeds.

*Guidance Committee: Ricardo Magela de Souza – UFLA (Major Professor),
Edson Ampélio Pozza – UFLA and Paulo Estevão de Souza – UFLA.

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, o Crestamento Bacteriano Comum (CBC), causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap) (Smith) Vauterin et al. 1995, (= *X. campestris* pv. *phaseoli*) e o Crestamento Bacteriano Fosco (CBF) causado por sua variante *fuscans* (Xapf) estão entre as principais doenças que afetam a produção do feijoeiro. Isso ocorre devido a sua ampla distribuição geográfica, a redução na produção e as dificuldades de controle, agravados pelo fato de seu agente causal ser transmitido por sementes (Kimati, 1980; Rava, 1984). Assim, o CBC tem sido encontrado em quase todas as regiões produtoras de feijão, apresentando grande importância no Norte do Estado do Paraná, no Estado do Rio de Janeiro, no Brasil Central, e na Zona da Mata de Minas Gerais, ocorrendo principalmente nas áreas mais baixas e, portanto, mais quentes, sobretudo por ocasião do plantio das águas (Vieira, 1983; Rava e Sartorato, 1994). Esta bacteriose pode acarretar perdas consideráveis na produção, em variedades suscetíveis, principalmente sob condições ambientais favoráveis. Estimativas realizadas por Wallen e Galway (1977), em Ontário, Canadá, demonstraram que o CBC reduziu a produção do feijoeiro na ordem de 32% a 33,1%.

A semente é um meio ideal de sobrevivência, onde a bactéria pode permanecer viável em seu interior durante muitos anos (Basu e Wallen, 1966; Schuster e Sayre, 1967). Portanto, a semente representa um meio eficiente de disseminação do patógeno a longas distâncias, podendo ocasionar a sua introdução em áreas onde a enfermidade não existe, (Watson, 1970), e servindo como fonte de inóculo inicial para o desenvolvimento de epidemias, sob condições de campo (Neergaard, 1979). Desta forma, em várias localidades do mundo, onde o feijoeiro é cultivado, tem-se apontado a qualidade sanitária das

sementes como o principal fator para o controle desta bacteriose (Copeland, Adams e Bell, 1975; Schuster et al., 1979; Cafati e Saettler, 1980a; Sheppard, 1983). Estudos realizados por Wallen e Sutton (1965) e por Kimati (1980), revelaram que 0,5% de sementes infectadas com Xap foram suficientes para iniciar epidemia da doença. Em 1980, Weller e Saettler verificaram que a contaminação externa das sementes também pode desempenhar papel importante na disseminação do patógeno.

As práticas culturais recomendadas para reduzir a incidência da doença são o emprego de sementes livres do patógeno, a rotação de cultura, a aração profunda para eliminar a bactéria nos resíduos da cultura e a utilização de materiais resistentes.

O tratamento químico desta doença não tem sido eficiente, tanto para as sementes, quanto através de pulverizações foliares (Menzies, 1954; Weller e Saettler, 1976; Venette e Jones, 1982). Desta forma, o uso de sementes sadias e a incorporação de resistência genética às cultivares adaptadas e produtivas (Faria e Melo, 1989) surgem como medidas eficientes e econômicas de controle, principalmente nos sistemas de produção prevalentes no país (Mohan e Mohan, 1983).

Nos últimos anos, vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos para obtenção de plantas de melhor qualidade, tanto em relação à produção e tipo de grãos, como também em relação à resistência a doenças (Rava, Zimmermann e Romeiro, 1987; Rava, Costa e Sartorato, 1992; Santos, Ramalho e Abreu, 1996; Melo, Santos e Ramalho, 1997). Entretanto, com relação à resistência a doenças, alguns problemas dificultam o sucesso dos trabalhos, como por exemplo, a variabilidade patogênica, a metodologia de inoculação e avaliação, além da reação diferencial entre folhas e vagens, podendo em uma mesma planta, ocorrer suscetibilidade nas vagens e resistência nas folhas, e vice-versa (Rava, 1985). Isto confirma o fato de que o melhoramento para a resistência deve ser

considerado como um dos componentes de um programa integrado de controle da doença. A falta de associação entre reação foliar e das vagens, mostra a importância de se avaliar ambas as reações, para desenvolver uma planta resistente.

Considerando os aspectos acima mencionados, a presente pesquisa visou estudar:

- a) a reação de genótipos de feijão, utilizados no Programa de Melhoramento do Departamento de Biologia/UFLA, a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, por meio da observação dos sintomas em folhas e vagens, em experimentos montados em campo e em casa de vegetação;
- b) a correlação entre a resistência das folhas e das vagens destes genótipos;
- c) a estimativa da herdabilidade do material testado;
- d) a taxa de transmissão da bactéria para as sementes;
- e) o efeito da inoculação na produção dos genótipos de feijoeiros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sintomatologia, sobrevivência e controle

O Crestamento Bacteriano Comum do feijoeiro, causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap) (= *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) foi constatado pela primeira vez no Brasil em 1938, no Estado do Pará, por Caldeira e Travassos Vieira; e o patógeno descrito em 1954 por Robbs, a partir de material infectado colhido no antigo Estado da Guanabara. Posteriormente, Nakamura e Kimati (1967), percorrendo campos de feijoeiro no Estado de São Paulo, isolaram uma bactéria do gênero *Xanthomonas*, que diferia das demais, por produzir uma pigmentação parda em meio de cultura. Realizou-se, então, a sua caracterização e posterior publicação como *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* (Xapf) (= *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*), agente causal do Crestamento Bacteriano Fosco, sendo os sintomas visuais idênticos aos de Xap.

Estas duas doenças são importantes para a cultura do feijoeiro e causam perdas no rendimento de 10 a 45% (Serracin et al., 1991). Wallen e Jackson (1975), em pesquisas de campo realizadas por dois anos em Ontário, Canadá, calcularam em 38% as perdas na produção, devido a essas doenças. Yoshii, Gálvez e Álvarez, (1976), na Colômbia, verificaram uma quebra na produção de 22 a 45%, respectivamente, em culturas de feijão, infectadas natural e artificialmente com os crestamentos. No Brasil, não há registros de perdas de colheitas ocasionadas por esta doença, embora campos de produção de feijão bastante comprometidos já tenham sido observados (Oliveira e Souza, 1997).

As condições ideais para a doença são alta umidade e temperaturas próximas de 28 a 30 °C (Basu e Wallen, 1966; Arnaud-Santana et al., 1993). Uma vez existindo a fonte de inóculo na área de plantio de feijão, a disseminação secundária da bactéria é realizada por chuva, acompanhada de vento, partículas de pó transportadas pelo vento, irrigação por aspersão (Menzies, 1954), e pelos insetos (Kaiser e Valkili, 1978).

O patógeno manifesta-se em toda parte aérea da planta, afetando folhas, caules, vagens e sementes. Inicialmente, os sintomas foliares aparecem como pequenas manchas aquosas. À medida em que aumentam de tamanho, tomam forma irregular e tornam-se marrons, com aspecto de queimadura ou crestamento, e estreito bordo amarelo. Frequentemente, as lesões coalescem e tomam grandes áreas do tecido foliar. A desfolha ocorre quando o ataque é severo (Oliveira e Souza, 1997).

No caule, as lesões começam como manchas ou estrias úmidas, que aumentam gradualmente de tamanho e adquirem coloração avermelhada. Podem ocorrer rachaduras na superfície das lesões, algumas vezes, acumulando exsudato bacteriano (Zaumeyer e Tomas, 1957). O patógeno pode chegar ao sistema vascular das folhas ou dos cotilédones e produzir podridão do nó cotiledonar, provocando a quebra do caule (Kimati, 1980).

Nas vagens, notam-se manchas com encharcamento, as quais gradualmente aumentam em diâmetro, formando-se lesões irregulares, sendo frequentemente cobertos por exsudatos bacterianos dessecados. À medida em que as lesões envelhecem, o tecido afetado perde sua aparência aquosa, tomando-se seco, deprimido e de coloração avermelhada (Oliveira e Souza, 1997).

A infecção da vagem frequentemente ocorre nos elementos vasculares da sutura dorsal, alcançando a semente, geralmente, através do funículo. Quando a infecção ocorre durante a formação da vagem e da semente, a semente infectada

pode apodrecer, descolorir ou enrugar-se. As plântulas que se desenvolvem a partir de sementes infectadas, podem sofrer danos no meristema apical, o que pode levá-las à morte ou dar origem a plantas raquíticas e doentes, que constituem focos de infecção (Zaumeier & Thomas, 1957).

As células bacterianas em estado hipobiótico, com atividade metabólica reduzida ao mínimo, apresentam maior capacidade para sobreviver em condições físicas e químicas adversas, ao contrário daquelas com atividade metabólica alta (Schuster e Coyne, 1977). Dessa forma, podem sobreviver nas sementes, enquanto estas permanecerem viáveis (Schuster e Coyne, 1974; Kimati, 1980). Em 1966, Basu e Wallen, isolaram Xap de sementes de feijão armazenadas a 20-35 °C, durante 3 anos e, em 1967, Schuster e Sayre recuperaram a bactéria de semente armazenada por 15 anos, a 10 °C. Vários pesquisadores têm relatado que bactérias isoladas de sementes são viáveis e apresentam patogenicidade (Schuster e Coyne, 1971; Schuster, Coyne e Hoff, 1973; Schuster et al., 1979; Oleas-Arias, 1982). Também o exsudato bacteriano, um colóide hidrófilo, pode favorecer a sobrevivência da bactéria, em condições desfavoráveis (Schuster e Coyne, 1977).

Plantas cultivadas não hospedeiras da bactéria e plantas daninhas também podem desempenhar um papel importante na epidemiologia. Segundo Schuster (1967), palhadas infectadas de *Amaranthus retroflexus* e *Chaenopodium album*, plantas não hospedeiras, apresentaram cepas patogênicas de Xap, depois de permanecerem dez meses no campo. No Brasil, segundo Kimati (1980), *Amaranthus retroflexus* e *Phaseolus atropurpureus*, devem ter um papel importante na sobrevivência da bactéria.

Em relação a restos culturais na superfície do solo, os resultados são variáveis. Saettler, Cafati e Weller, (1986), nas condições de Michigan, relataram que Xap sobreviveu no máximo por três meses, em restos de cultura infectados, enquanto que Gilbertson, Rand e Hagedorn, (1990), nas condições de

Wisconsin, verificaram a sobrevivência por um período variável de três a oito meses, sendo o menor período para os restos de cultura, enterrados a uma profundidade de 20 a 40 cm. Arnaud-Santana et al. (1991) constataram que Xap permaneceu viável em folhas de feijoeiro, por um período de cinco meses ou inferior a trinta dias, quando estas estavam, respectivamente, na superfície do solo ou a uma profundidade de 15 cm no solo.

As medidas de controle do CBC incluem práticas culturais, aplicação de produtos químicos e resistência genética.

Dentre as práticas culturais recomendadas para reduzir a incidência da doença, o emprego de sementes livres do patógeno, as rotações de cultura apropriadas e a aração profunda, são utilizadas para eliminar o patógeno. Dessas, o uso de sementes livres do patógeno é uma das medidas de maior importância, pois a bactéria é transmitida com muita eficiência via semente e o tratamento para erradicação do patógeno tem tido sucesso limitado (Oliveira e Souza, 1997).

O tratamento das sementes com antibióticos aplicados a seco ou na forma de pasta, tem sido eficiente na erradicação da bactéria localizada externamente, mas não nas sementes infectadas internamente (Rava e Sartotato, 1994). O controle através da utilização de antibióticos, como sulfato de estreptomicina (Dickens e Oshima, 1969), kasugamicina (Oliveira, Valarini e Recco 1993), ou da associação sulfato de estreptomicina + oxitetraciclina (Maringoni, 1990), não foi eficiente. Além disso, deve-se evitar o uso freqüente de antibióticos, tanto sozinhos quanto em misturas, de forma a evitar o aparecimento de populações resistentes do patógeno (Oliveira e Souza, 1997).

O uso dos tratamentos químicos tem apresentado resultados contraditórios. Dickens e Oshima (1969) relataram um bom controle do CBC com o uso de produtos cúpricos e Oliveira, Valarini e Recco (1993), com carbamatos + cúpricos. Entretanto, há relatos de que estes compostos não

proporcionaram controle eficiente (Maringoni, 1988; Maringoni, 1990; Weller e Saettler, 1976).

Considerando as referências acima, a utilização de cultivares comerciais com um grau adequado de resistência proporcionaria uma proteção adicional, dentro de um sistema integrado de controle, visando uma redução das perdas ocasionadas pela doença.

2.2 Seleção de fontes de germoplasma

Das estratégias a serem empregadas para o controle do CBC, o método mais prático e econômico é a resistência. Muitos trabalhos, em várias partes do mundo, estão sendo realizados com o objetivo de obter estes materiais. Desta forma, o primeiro passo para um programa que vise o controle genético do CBC, consiste na procura e na identificação de fontes de resistência.

A procura de fontes de resistência a Xap apresenta algumas dificuldades. Alguns pesquisadores são unânimes em reconhecer a alta resistência ao patógeno em *Phaseolus acutifolius* (Schuster, 1955; Coyne, Schuster e Al-Yasiri, 1963; Coyne e Schuster, 1973; Yoshii, Gálvez e Álvarez, 1978; Oleas-Arias, 1982; Rava, 1984), assim como em algumas linhagens de *P. coccineus* (Coyne, Schuster e Al-Yasiri, 1963; Coyne e Schuster, 1973), porém, não ocorre o mesmo em *P. vulgaris* descritos como resistentes. Estas discrepâncias podem ter sido devido a diferenças na patogenicidade de isolados, a influência do estágio vegetativo das plantas na reação ao patógeno, ao método de inoculação, a concentração de inóculo, a métodos de avaliações no campo e também em casa de vegetação e a falta de adaptação de algumas cultivares, além de períodos variáveis de incubação. Vários pesquisadores, entre eles, Schuster, 1955; Coyne, Schuster e Al-Yasiri, 1963; Pompeu e Crowder, 1973; Coyne e Schuster, 1973, 1974a; Yoshii, Gálvez e Álvarez, 1978; Oleas-Arias, 1982; Rava, 1984; observaram estes fatores nos seus diversos trabalhos.

Coyne e Schuster (1973), avaliando a reação de germoplasma de *P. vulgaris*, *P. acutifolius* e *P. coccineus* a estirpes de Xap em condições de campo, por meio da observação de sintomas até o final do ciclo da cultura, classificaram as seguintes linhas com alta tolerância: 'PI 169.727', 'PI 207.262', 'PI 197.687', 'PI 167.399', 'PI 163.117', 'Guali', e 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' (linhas de *P. vulgaris*), 'Tepary Buff' (*P. acutifolius*) e 'Barteldes Lima' (cultivar de *P. coccineus*). Foi observado também que a tolerância ao CBC estava associada com a maturidade tardia de *P. vulgaris*. Em 1974a, Coyne e Schuster confirmaram a tolerância de 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' e 'PI 207.262' a Xap.

Mohan (1981), em estudos entre a relação de dias da floração e resistência à bacteriose para algumas variedades comerciais e linhagens resistentes ao CBC, obtidos pelos cruzamentos dessas variedades comerciais com 'G.N. Nebraska #1 sel. 27', observou que as variedades comerciais foram suscetíveis à bacteriose, enquanto que os cruzamentos dessas com 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' resultaram em segregantes com nível de resistência maior do que dos progenitores e, de maneira geral, mantiveram o período de floração semelhante ao das variedades comerciais originais. Os resultados indicaram que não houve correlação entre dias de floração e tolerância à bacteriose. Alguns segregantes precoces e tolerantes à bacteriose foram obtidos, sugerindo que estes caracteres são recombináveis.

Mohan e Mohan (1983), visando a incorporação de resistência genética ao CBC nas cultivares comerciais de feijoeiro, 'Carioca', 'Rosinha', 'Moruna', 'Rio Tibagi' e 'Iguaçu', realizaram cruzamentos com 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' que possui moderado grau de resistência. Alguns desses cruzamentos produziram segregantes com grau de resistência superior à fonte utilizada. Dos cruzamentos subseqüentes destas linhagens, feitos entre si e com outra fonte de resistência, 'PI 207.262', visando a acumulação e estabilização de elevado nível de resistência, resultaram linhagens com alto grau de resistência foliar,

acompanhada, em alguns casos, por resistência das vagens e características agronômicas desejáveis.

Torres e Maringoni (1997), estudando a reação foliar e a transmissão de Xap pelas sementes de 13 genótipos de feijoeiro, verificaram que apenas os genótipos 'A-417', A-420' e 'XAN-161' foram resistentes, e que não houve correlação entre a resistência da planta e ausência de translocação da bactéria para as sementes.

2.3 Hereditariedade da Resistência

Com referência à natureza genética da resistência do feijoeiro a Xap, diversos trabalhos estabeleceram-na como de natureza complexa e que a resistência era herdada quantitativamente (Coyne, Schuster e Harris, 1965, Coyne, Schuster e Shaughnessy, 1966; Pompeu e Crowder, 1972, Coyne e Schuster, 1974a; Valladares-Sanchez, Coyne e Schuster, 1979; Webster, Temple e Schwartz, 1980; Rava, Zimmermann e Romeiro, 1987; Aggour e Coyne, 1989; Arnaud-Santana et al., 1994, Ávila et al., 1998).

Pompeu e Crowder (1972), estudando a herança da resistência a Xap, onde empregaram as linhagens resistentes de feijoeiro, '7272-1' e '7299-2' (sendo a primeira derivada de 'G.N. Nebraska #1 sel.27'), verificaram que a resistência foi condicionada por poucos genes, cujo efeito médio era de dominância parcial. Tem sido observada segregação transgressiva em todos os cruzamentos, mostrando que o nível de resistência a esta bactéria pode ser aumentado através de cruzamentos entre linhagens resistentes, ou entre pais resistentes e suscetíveis.

Oleas-Arias (1982), pesquisando em laboratório e em casa de vegetação, o comportamento de Xap, com diversas técnicas de inoculação em variedades resistentes e suscetíveis, observou que a cultivar Tepary foi mais resistente ao patógeno. No entanto, de maneira geral, 'Tepary', 'Jules', 'México-29',

'Carioca' e 'PI 310.725' foram suscetíveis durante a fase reprodutiva e resistentes durante a fase madura. Foi observado também que as cinco cultivares exibiram diferentes graus de resistência de natureza horizontal.

Finke, Coyne e Steadman (1986), em estudos de herança, observaram dominância para suscetibilidade na F_2 de 'Pompadour Checa' x 'GN Tara', e para a família F_2 do cruzamento 'Pompadour Checa' X 'Cornell 79-1953- N Nebr. Sel. W-4', dominância para resistência. Estimativas para herdabilidade calculadas no sentido restrito foram baixas, variando de 4 a 22% para a reação ao CBC.

Park e Dhanvantari (1987) obtiveram sucesso, estudando a transferência da resistência ao CBC (Xap.) de *P. coccineus* Lam. para *P. vulgaris* L. através de hibridização interespecífica. A falta de correlação entre as reações de folhas e vagens indicou níveis diferentes de resistência para os dois órgãos da planta.

Rava, Zimmermann e Romeiro (1987), estudando 60 populações de 10 cruzamentos entre cultivares de feijão, com diferentes graus de suscetibilidade a Xap, através de modelos de ação gênica, constataram a existência de efeito gênico aditivo para resistência em folhas e em vagens, em todos os casos estudados. As estimativas da herdabilidade, no sentido amplo e restrito, em relação à reação foliar dos 10 cruzamentos, em geral, foram altas.

Aggour e Coyne (1989) estudaram as correlações fenotípicas da reação a doença para vários strains de Xap, nos vários estádios de desenvolvimento do feijoeiro, usando diversos métodos de inoculação; e verificaram que não houve correlação entre as reações das vagens e folhas, em nenhum estádio de crescimento.

Arnaud-Santana et al. (1994), em estudos de herança e correlações entre folhas, vagens e sementes para o CBC, observaram que valores de herdabilidade foram baixos a intermediários para a reação de folhas e de sementes; e consistentemente baixos para a reação da vagem a Xap. Correlações de Pearson

não significativas foram encontradas para reações entre as folhas e vagens, folhas e sementes, vagens e sementes.

2.4 Correlação entre folhas e vagens

Muitas variedades podem apresentar grau moderado de resistência durante o seu desenvolvimento vegetativo, mas tornam-se suscetíveis durante a sua fase reprodutiva. Assim, pesquisadores têm observado o estágio de desenvolvimento da plantas para relatar a reação à doença.

Coyne, Schuster e Hill (1973), em estudos sobre o desenvolvimento da reação a doença em plantas suscetíveis e tolerantes, inoculadas nos estádios vegetativo e reprodutivo, observaram que plantas em estágio vegetativo exibiram níveis mais altos de tolerância e baixa população bacteriana do que plantas em estágio reprodutivo. Assim, a cultivar PI 207.262 apresentou reação altamente resistente nas folhas e ligeiramente suscetível nas vagens; enquanto 'G.N. 1140' apresentou folhagem altamente suscetível e vagens moderadamente suscetíveis; e a 'Bush Roma nº 4' foi moderadamente suscetível nas folhas e altamente suscetível nas vagens. Esses fatos fizeram com que Coyne e Schuster (1974b) sugerissem que a reação, nessas cultivares, se devem a recombinação de genes que controlam a resposta de partes distintas da planta, à infecção bacteriana.

Valladares-Sanchez, Coyne e Schuster (1979) avaliaram a reação de folhas e vagens em linhas tolerantes de *P. vulgaris*, *P. coccineus* e *P. acutifolius* a diferentes isolados de Xap. Todas as linhas de *P. vulgaris* foram suscetíveis ou moderadamente suscetíveis ao isolado Xp-Br., proveniente do Brasil. Folhas e vagens de *P. acutifolius* foram altamente tolerantes a todos os isolados, enquanto *P. coccineus* 'PI 165.421' mostrou reação diferencial para todos os isolados, onde folhas foram altamente tolerantes e vagens altamente suscetíveis. As reações internas das vagens foram mais severas que a reações externas,

resultados estes encontrados também por Valladares-Sanchez, Coyne e Mumm (1983). Estes resultados confirmam controle genético diferencial para reação de folhas e vagens, e ainda reação diferencial entre vagens, isolados e germoplasma (Valladares-Sanchez, Coyne e Schuster 1979).

Maringoni et al. (1993), em estudos de reação foliar e de vagem à Xap sob condições de casa de vegetação, constataram que as variedades 'IAPAR 14', 'IAPAR 16' e 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' foram as mais resistentes tanto na reação foliar quanto em vagem.

Ávila et al., (1998), avaliando a reação de folhas e vagens de 30 linhagens e cultivares de feijão em relação a seis isolados de Xap e Xapf, observaram que, foi possível distinguir os genótipos resistentes 'BAT-93', 'IAPAR-16', 'R-3', dos suscetíveis 'T-16', 'R-161', 'P-180' para a reação foliar. Para reação de vagens, 'Pintado', 'R-3', 'BAT -23', 'P38', 'IAPAR 16', 'D-186' como resistentes; e 'R-18', 'Milionário', 'CNF-10', 'R-10', 'P-180', 'P-70', 'Ouro Negro', 'Jalo', 'R-161' e 'IAPAR 14' como suscetíveis. Baseados nos coeficientes de correlação obtidos, verificaram que as reações em folhas e vagens estavam geneticamente correlacionadas. E de acordo com as estimativas da herdabilidade para folhas e vagens, 91,49% e 63,73%, respectivamente, há grandes possibilidades de se obter cultivares resistentes com a utilização destes materiais em trabalhos de melhoramento.

O comportamento de vários genótipos estudados, levaram vários pesquisadores a sugerir que as reações diferenciais, nas diferentes partes da planta, são controlados por genes diferentes, podendo haver combinação entre eles (Coyne e Schuster, 1974b; 1974c, Valladarez-Sanchez, Coyne e Schuster, 1979).

2.5 Transmissão de Xap por sementes

Considerando que Xap é um patógeno bacteriano de disseminação rápida, podendo provocar epidemias em campo de 'caráter explosivo', vários estudos foram realizados para verificar a transmissão do patógeno através da semente, além dos efeitos que a infecção e infestação dessas podem provocar no campo, sob condições climáticas favoráveis.

Álvarez-C., Vanegas-G. e Victoria-K. (1979), em estudos de transmissão de bactérias fitopatogênicas do feijão, na Colômbia, observaram uma tendência decrescente na porcentagem de germinação, à medida em que aumentava o nível de infecção, indicando certa influência da frequência de infecção na germinação da semente. Os resultados obtidos demonstraram também que, tanto sementes com presença de anomalias como enrugamentos, manchas e descolorações, quanto sadias, podem ser portadoras de bactérias, externa ou internamente.

Schuster et al. (1979), em estudos de transmissão de Xap e outras espécies bacterianas em sementes de cultivares e linhagens de feijão, verificaram que sementes de variedades tolerantes como 'G.N. Star', 'G.N. Jules', 'G.N. Tara', 'G.N. Valley', 'G.N. Early Valley' apresentaram 33, 33, 66, 68, e 50% de infecção, respectivamente, enquanto que cultivares suscetíveis, como 'G.N. 1140' e 'G.N. VI 59' apresentaram 83 e 100% de infecção respectivamente. Desta forma, estes pesquisadores [constataram que cultivares tolerantes podem transmitir o patógeno através da semente.]

Cafati e Saettler (1980), em estudos sobre transmissão de Xap em sementes de genótipos resistentes e suscetíveis de *Phaseolus*, recuperaram o mutante R 15-1, utilizado na inoculação de vagens, na porcentagem de 40, 42, 46, 51, 42 e 70% de sementes com algum tipo visível de sintoma da infecção, e 1.3, 2.0, 1.3, 1.9, 2.0, e 10,4%, para as sementes sem sintomas, respectivamente nos genótipos 'Tepary', 'G.N. Nebraska #1 sel. 27', 'Valley', 'Jules', 'MSU-51.319' e 'Tuscola'. Vagens de genótipos resistentes e suscetíveis, inoculadas na

sutura dorsal, desenvolveram reações diferentes, entretanto, sementes com e sem sintomas de doenças de ambos os genótipos transportavam a bactéria internamente.]

Weller e Saettler (1980) avaliando sementes infectadas e infestadas com Xap e Xapf, observaram que uma população mínima de 10^3 - 10^4 ufc/semente são necessárias para transmitir a bactéria da semente para a plântula. Sementes sem sintomas, porém internamente contaminadas com Xap e Xapf, foram identificadas como fonte potencial de inóculo primário. Sementes com sintomas visíveis sempre estiveram associadas com vagens visivelmente infectadas, e a infecção dessas vagens resultava de sementes sistematicamente infectadas, muitas vezes favorecidas por lesões na sutura, as quais são difíceis de se detectar.

Aggour et al. (1989) estudaram as possíveis diferenças na infecção de sementes e na transmissão de bactérias em linhagens/cultivares de feijão. Foram feitas inoculações em sementes, plântulas e plantas em vários estádios. As inoculações nos pedicelos de botões de flores e vagens pequenas resultaram na transmissão da bactéria através do tecido vascular da vagem para a semente, causando infecção interna, mesmo sem nenhum sintoma externo na vagem ou nas sementes. Sementes infectadas plantadas não resultaram em transmissão sistêmica da bactéria do tecido vascular das plantas para as sementes. Folhas infectadas pareciam ser a principal fonte para a infecção externa das vagens, as quais poderiam contaminar as sementes externa e/ou internamente.

Segundo Maringoni (1990), elevada severidade do CBC nas folhas e alta incidência em vagens acarretam maior concentração de Xap nas sementes.

Maringoni et al. (1993) observaram que as sementes das variedades IAPAR 14, IAPAR 16 e G.N. Nebraska #1 sel. 27, provenientes de vagens inoculadas com Xap, apresentaram menores porcentagens de sementes visualmente infectadas, do que as variedades Rio Negro e Carioca. Quanto à

transmissão real de Xap pelas sementes, aferida através de plaqueamento da suspensão de maceração das sementes em meio nutriente ágar modificado, foi constatado que as variedades Rio Negro, Carioca, IAPAR 14, IAPAR 16 não diferiram significativamente entre si, mas diferiram de 'G.N. Nebraska #1 sel. 27', que apresentou menor porcentagem de sementes infectadas, evidenciando com isso que vagens de variedades mais resistentes também são colonizadas pela Xap e há infecção das sementes. Quanto ao nível de transmissão de Xap de vagens inoculadas para as sementes, verificou-se para a variedade Carioca 80,96%, e para 'G.N. Nebraska #1 sel. 27' 48,84%.

Maringoni, Kimati e Kurozawa (1995) realizaram avaliações da germinação de sementes de feijoeiro e transporte de Xap. A doença foi avaliada nos folíolos, através dos parâmetros de severidade e incidência; e nas vagens, através de incidência, além de alguns parâmetros agrônômicos. Constatou-se que a severidade foi o melhor parâmetro para avaliar a doença nos folíolos das plantas. A cultivar IAPAR 16 apresentou o maior nível de resistência horizontal a Xap. A cultivar IAPAR 20 apresentou menor produção e peso de mil sementes sob condições de epidemia do CBC, em relação às cultivares Carioca e IAPAR 16. O desenvolvimento da epidemia de Xap dependeu mais do nível de resistência horizontal presente nas cultivares de feijoeiro e das condições climáticas do que da população de Xap presente nas sementes.

Valarini, Galvão e Oliveira (1996) verificaram que o inóculo de Xap, que pode localizar-se tanto interna quanto externamente às sementes, foi eficientemente quantificado pelos métodos de inoculação em planta indicadora (36-80% de sementes infectadas em função da cultivar) e da semeadura em meio semi-seletivo ($2,5 \times 10^3$ a $1,8 \times 10^6$ ufc/semente). Segundo esses autores, a taxa de transmissão via semente foi alta (16 a 50,8%), em função da cultivar; e a presença da bactéria na semente, até o nível de 10%, não afetou a emergência,

porém níveis a partir de 10% proporcionaram incidência da doença no campo e acima de 25% afetaram significativamente a produção de grãos.

Torres e Maringoni (1997), em estudos sobre transmissão de Xap via sementes, em 13 genótipos de feijão, observaram que houve translocação da bactéria para as sementes nos genótipos A-417, A-420, IAC-CARIOCA, PI 163.117, PI 175.829-ROXO e WISHBR-40.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em campo, casa de vegetação e no Laboratório de Bacteriologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A cidade de Lavras está localizada na região Sul do Estado de Minas Gerais, situando-se a uma altitude de 918 m e a 21°14' de latitude Sul e 45°00 de longitude Oeste (Brasil, 1969).

Foram avaliados 35 genótipos de feijão (Tabela 1) utilizados no Programa de Melhoramento do Departamento de Biologia/UFLA incluindo os padrões de suscetibilidade 'Carioca' e de resistência 'IAPAR 14' e LP 91-22.

3.1 Obtenção dos isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* (Xapf)

O isolado de Xapf (UFLA-2) foi isolado a partir de folhas de plantas de feijoeiro apresentando sintomas de cretamento bacteriano comum, coletadas no Campus da UFLA, segundo Ávila, 1995; e cultivadas em meio EPGA, (extrato de levedura, peptona, glicose e ágar) (Valarini, 1990).

Foi feita a seleção de mutantes espontâneos de Xapf, naturalmente resistentes a sulfato de estreptomicina, com o objetivo de equacionar problemas de contaminações com bactérias indesejáveis, durante a condução do experimento. O isolamento do mutante foi realizado pelo método descrito por Azevedo (1963). Inicialmente, adicionou-se 0,1 ml de suspensão bacteriana concentrada em placas de Petri, contendo meio EPGA acrescentado de 10 ppm de sulfato de estreptomicina. A suspensão bacteriana foi espalhada sobre a superfície do meio com o auxílio de alça de Drigalski. Decorridas 36-48 horas de incubação, algumas colônias isoladas foram repicadas para tubos de ensaio

contendo meio inclinado. Posteriormente, as colônias resistentes a 10 ppm foram cultivadas em meio EPGA com concentrações crescentes de sulfato de estreptomicina de 100 e 1.000 ppm. Entre cada cultivo, os isolados foram submetidos a testes de hipersensibilidade em folhas de fumo e patogenicidade, em folhas de feijão da cultivar Carioca, com o intuito de selecionar-se um mutante com características similares às da cultura original. Para o preparo da solução estoque a 10000 ppm, 1g de sulfato de estreptomicina, foi esterilizado sob luz ultravioleta por 30 minutos e adicionado a 100 ml de água destilada e esterilizada, seguido de homogeneização. Assim, foi obtido um mutante resistente a sulfato de estreptomicina a 1000 ppm, a partir do isolado de Xapf.

O mutante obtido foi cultivado em meio EPGA e mantido em plantas de feijoeiro em casa de vegetação durante a condução do experimento, sendo utilizado nos ensaios de casa de vegetação para reação de folhas e vagens.

Para a identificação da espécie, fez-se uso do teste de hidrólise de amido, específico para o gênero *Xanthomonas* (Starr, 1983, citado por Maringoni et al. 1993), teste de patogenicidade em plantas de feijoeiro, o qual consistiu da inoculação do isolado, mediante a técnica de incisão das folhas trifoliadas, com posterior verificação dos sintomas e reisolamento, e teste de hipersensibilidade em folhas de fumo.

3.2 Preparo da suspensão para inoculação artificial

Para a inoculação de folhas, tanto para o ensaio de campo quanto o de casa de vegetação, o isolado de Xapf UFLA-2 foi repicado para placas de Petri com meio EPGA e incubado à temperatura de 28 °C por 48 horas. Após a incubação, foi preparada a suspensão bacteriana pela adição de solução salina (0,85% de cloreto de sódio) esterilizada nas placas, homogeneização com auxílio da alça de Drigalski e filtração em gaze. A seguir, a concentração foi ajustada

em espectrofotômetro para $A_{600} = 0,14$, correspondendo a $5,0 \times 10^7$ u.f.c./ml (Ávila et al., 1998).

Para a inoculação em vagens, foram utilizadas culturas puras de Xapf preparadas a partir de uma pequena porção de colônia bacteriana cultivada em meio EPGA, adicionada de um 1 ml de água destilada e esterilizada.

Para o ensaio em casa de vegetação, o isolado mutante foi repicado para placas de Petri contendo meio EPGA acrescido após autoclavagem, de 1000 ppm de sulfato de estreptomicina, tanto para inoculação em folhas quanto vagens.

3.3 Inoculação artificial em folhas e vagens de feijão

A inoculação artificial em folhas foi feita através da técnica de incisão com tesoura previamente mergulhada na suspensão bacteriana, em dois folíolos da folha trifoliada por planta. Foram realizados dois cortes perpendiculares à nervura central, sem atingi-la, distanciados aproximadamente 2 cm um do outro, em uma das metades do folíolo (Rava, 1984).

A inoculação em vagens foi feita por meio de três perfurações entre as sementes, com o auxílio de uma agulha de seringa hipodérmica, previamente imersa na cultura pura de Xapf.

3.4 Avaliação da resistência

As folhas foram avaliadas mediante diagrama de notas utilizado pelo CIAT (Fernandez-Isaula, 1982), constituído por cinco níveis de reações:

- 1) Ausência de sintomas,
- 2) Pouca clorose ou necrose ao longo dos cortes,
- 3) Clorose e/ou necrose ao longo dos cortes e nas margens das folhas,
- 4) Clorose e/ou necrose com murcha em até 50% da área compreendida entre os cortes,

5) Clorose e/ou necrose em mais de 50% da área compreendida entre os cortes.

Nas vagens, a reação à doença foi determinada medindo-se perpendicularmente o diâmetro externo das lesões, com auxílio de um paquímetro.

3.5 Condução e delineamento do experimento

Para o ensaio de campo, todas as plantas, incluindo as bordaduras suscetíveis, foram inoculadas aos 36 dias após a semeadura. As avaliações dos sintomas nas folhas foram feitas 17 dias após a inoculação, sendo avaliadas 10 plantas/parcela, dois folíolos/planta.

O delineamento experimental foi em látice 6 x 6, com 3 repetições e 2 tratamentos adicionais (padrões de resistência e suscetibilidade). Cada parcela consistiu de 2 linhas de 5 m de comprimento, distanciadas a 0,5 m com 15 sementes/m linear. A bordadura consistiu de uma linha externa de cada lateral do experimento, sendo utilizada a cultivar Carioca com o mesmo espaçamento. Como adubação de plantio, foram aplicados no sulco de semeadura, 200 kg/ha de NPK, na fórmula 5-30-15, 100 kg/ha de sulfato de amônia em cobertura, aos 35 dias; e molibdênio via foliar, aos 42 dias da semeadura.

Para o ensaio em casa de vegetação, os mesmos 35 genótipos foram semeados em vasos plásticos com 20 cm de diâmetro em casa de vegetação. O substrato utilizado foi obtido fazendo-se mistura de terra, esterco de curral e areia na proporção 2:1:1 e, em seguida, fumigado com brometo de metila. Cada vaso recebeu 2,5 kg da mistura. Utilizou-se, para adubação, NPK, na fórmula 4-14-8, na dosagem de 2,5 g/vaso. Para adubação de cobertura, foi utilizado sulfato de amônia, 7,0 g/vaso, a cada 15 dias.

Todas as plantas foram inoculadas, mantidas em câmara úmida por 24 horas antes e depois da inoculação, sendo em seguida levadas para casa de



vegetação. Os vasos foram colocados no chão, sobre folhas de jornal, as quais eram diariamente umedecidas com auxílio de um aspersor de jardim, para favorecer o desenvolvimento da doença e, por conseguinte, o aparecimento dos sintomas característicos. As avaliações dos sintomas de folhas foram feitas 8 dias após inoculação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 4 repetições, sendo que cada vaso com 4 plantas constituiu uma parcela experimental.

Para a inoculação das vagens, no campo, 10 vagens/parcela foram marcadas com lâ, e em seguida, inoculadas. Em casa de vegetação, foram inoculadas 6 vagens/parcela, utilizando-se o mutante de Xapf resistente a 1000 ppm de sulfato de estreptomicina, sendo as plantas mantidas por 24 horas em câmara úmida após a inoculação. A avaliação foi feita sete dias após a inoculação. As vagens estavam no estágio R8, verdes e as sementes bem desenvolvidas.

Todas as inoculações foram realizadas no período de final de tarde.

Foi colocado um termo-higrógrafo para determinação da temperatura e umidade relativa do ar, nos dois locais, durante a condução do experimento.

3.6 Determinação do índice de infecção das sementes

Para determinação do índice de infecção, as sementes foram analisadas visualmente e por extração de colônias bacterianas em solução salina.

As sementes provenientes das inoculações de vagens do ensaio de campo, foram coletadas separadamente, acondicionadas em sacos de papel e identificadas. Estas foram avaliadas visualmente, quanto aos sintomas de crestamento bacteriano comum, observando-se a presença de descoloração e/ou enrugamento, em todas as sementes oriundas das vagens inoculadas.



Em seguidas, foram feitas as análises, através de extração de colônias bacterianas em solução salina. Para cada genótipo de feijoeiro, foram avaliadas aleatoriamente 20 sementes, sendo 10 sementes desinfestadas superficialmente e 10 sem desinfestação. Para desinfestação superficial, as sementes foram imersas em hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, lavadas por três vezes em água destilada e esterilizada, e secas em papel de filtro esterilizado. Com o auxílio de um bisturi, foram feitos dois cortes de aproximadamente 2 mm de comprimento no tegumento das sementes, desinfestadas superficialmente e não desinfestadas, as quais foram, a seguir, transferidas individualmente para tubos de ensaio contendo aproximadamente 2 ml de tampão fosfato salina esterilizado, pH 7,2, e mantidas sob maceração durante duas horas, a 5 °C. Posteriormente, a suspensão resultante da maceração foi semeada através do método de estrias, em placas de Petri, contendo meio EPGA.

As sementes provenientes das vagens inoculadas no ensaio em casa de vegetação, foram analisadas no Laboratório de Bacteriologia/UFLA, utilizando a metodologia anteriormente descrita, sem desinfestação superficial e, após a maceração, a suspensão obtida foi semeada em placas de Petri, contendo meio EPGA acrescido após autoclavagem, de sulfato de estreptomicina a 1000 ppm.

As placas de Petri permaneceram incubadas a 27-28°C, durante 72-96 horas e as colônias típicas de Xapf desenvolvidas foram comparadas visualmente com um isolado puro padrão de Xapf. Para confirmação, foi adicionado nas placas de Petri, solução de lugol para avaliação da hidrólise de amido pelas bactérias, uma vez que esta característica é típica do gênero *Xanthomonas* (Starr, 1983, citado por Maringoni et al. 1993).

Para os ensaios de campo e casa de vegetação, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. Para cada tratamento, foram utilizadas três repetições constituídas de 10 sementes, sendo cada parcela representada por uma semente/placa de Petri.

3.7 Estimativa da produção de grãos dos diferentes genótipos de feijão inoculados com Xapf e não inoculados, em ensaios de campo

Para estimativa da produção de grãos de feijão, os diferentes genótipos, inoculados com o isolado UFLA-2 de Xapf e não inoculados, foram colhidos aproximadamente aos 110 dias após a semeadura. Em seguida, foi determinada a produção de grãos, em gramas por parcela.

3.8 Estimativa da herdabilidade para reação em folhas e sementes

A estimativa da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), relativa às reações das cultivares a Xapf em folhas e sementes, foi calculada com base nos dados obtidos pela análise de variância, conforme fórmula descrita abaixo:

$$h_a^2 = (\sigma_G^2 / \sigma_F^2) \times 100, \text{ onde, } \sigma_F^2 = \text{QM}_c / r$$

$$\sigma_G^2 = (\text{QM}_c - \text{QMerro}) / r$$

$$\sigma_G^2 = \text{variância genética}$$

$$\sigma_F^2 = \text{variância fenotípica}$$

$$\text{QM}_c = \text{quadrado médio do genótipo}$$

$$\text{QMe} = \text{quadrado médio do erro}$$

$$r = \text{número de repetições}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Reação à inoculação em folhas e em vagens

Os resultados da reação à inoculação em folhas podem ser vistos na Tabela 01. Os dados da análise de variância revelam a existência de diferenças significativas na reação foliar a Xapf, entre os genótipos de feijoeiro inoculados em experimentos montados, respectivamente, em campo e em casa de vegetação, possibilitando uma distinção entre genótipos resistentes, suscetíveis e de resistência intermediária.

Para o ensaio de campo, os critérios utilizados na classificação dos genótipos, pela reação foliar, consistiram em considerar como resistentes, os genótipos com médias inferiores às médias dos padrões de resistência 'IAPAR 14' e 'LP 91-22', no caso notas inferiores a 2,32. E como suscetíveis, aqueles que obtiveram notas superiores à média do padrão de suscetibilidade, 'CARIOCA', no caso notas superiores a 2,86, e, de resistência intermediária os demais genótipos, ou seja, aqueles com médias entre 2,32 a 2,86.

Entre os materiais testados em campo, os genótipos que se comportaram como resistentes foram: 'H 4-22', 'H 4-9', 'CI 164-2'; 'CI 257-1'; 'IAPAR 14', 'CI 107-4', 'CI 140', 'CI 164-4', 'RELAV 37.19' e 'CI 107-6'; e como suscetíveis foram 'CARIOCA', 'ANPAT 8.12', 'ANLAV 8.28', 'OURO NEGRO'. Vale ressaltar que o genótipo LP 91-22, adotado como padrão de resistência, foi classificado como genótipo de resistência intermediária, uma vez

TABELA 1. Reação foliar de genótipos de feijoeiro ao isolado UFLA-2 de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*, em ensaios em campo e em casa de vegetação, expressas em notas de 1 a 5. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Genótipos	Reação foliar ¹	Classificação	Reação foliar ²	Classificação
OURO	2,65	I	3,84	I
CARIOCA	2,86	S	4,06	S
MILIONÁRIO	2,55	I	4,59	S
CARIOCA MG	2,64	I	4,41	S
OURO NEGRO	3,20	S	3,25	I
LP 91-22	2,34	I	2,78	R
ANLAV 8.28	2,98	S	3,87	I
MA 4.137	2,55	I	3,60	I
ANPAT 5.12	2,59	I	3,65	I
RELAV 37.19	2,15	R	3,71	I
CI 257	2,70	I	4,81	S
CI 21	2,40	I	3,12	I
CI 107-4	2,27	R	2,90	R
IAPAR 14	2,30	R	3,30	I
CI 140	2,22	R	3,66	I
CI 257-1	2,30	R	2,82	R
CI 107	2,47	I	3,50	I
CI 107-2	2,53	I	3,12	I
CI 164-1	2,51	I	3,36	I
CI 128	2,55	I	4,20	S
CI 257-2	2,75	I	4,06	S
CI 164-3	2,42	I	4,15	S
H 4-4	2,38	I	3,67	I
H 4-7	2,40	I	3,85	I
CI 107-5	2,38	I	3,33	I
H 4-22	2,31	R	4,09	S
H 4-5	2,34	I	3,40	I
H 4-10	2,35	I	3,69	I
CI 107-3	2,38	I	3,46	I
H 4-9	2,31	R	3,55	I
CI 48	2,47	I	3,36	I
CI 107-6	2,13	R	3,68	I
CI 164-2	2,30	R	3,82	I
ANPAT 8.12	2,95	S	4,71	S
CI 164-4	2,21	R	3,37	I

R = Resistente; I = Resistência Intermediária; S= Suscetível; 1 - Ensaio de campo, 2 - Casa de vegetação; * Folhas inoculadas com mutante espontâneo Xapf resistente a 1000 ppm de sulfato de estreptomocina.

que a sua média 2,34, foi acima do valor tomado como limite de resistência, ou seja média entre 'IAPAR 14' e 'LP 91-22'. Os demais materiais foram considerados como de resistência intermediária. Neste experimento, o genótipo IAPAR 14, adotado como padrão de resistência, foi classificado como sendo resistente, resultado que concorda com Maringoni et al., 1993.

Os resultados da reação em folhas realizados em casa de vegetação, também revelaram a existência de diferenças significativas entre os genótipos. Os mesmos critérios utilizados para a classificação de campo foram utilizados em casa de vegetação, de forma que genótipos que obtiveram nota superior a 4,06 foram considerados como suscetíveis, entre 3,04 e 4,06, como de resistência intermediária, e os genótipos que apresentaram notas inferiores a 3,04 foram classificados como resistentes. Dentre esses genótipos, destacaram-se como resistentes os genótipos, LP 91-22, CI 257-1, CI 107-4, que apresentaram notas inferiores a média dos padrões de resistência; e como suscetíveis: 'CI 257', 'ANPAT 8.12', 'MILIONÁRIO', 'CARIOCA MG', 'CI 128', 'CI 164-3', 'H 4-22', e 'CI 257-2', que apresentaram notas superiores ao padrão suscetível, 'CARIOCA'. Neste experimento, um dos genótipos adotados como padrão de resistência, 'IAPAR 14', foi considerado como de resistência intermediária, pois representou o limite superior no cálculo da média entre os padrões resistentes.

Maringoni, Kimati e Kurozawa, 1995; Maringoni et al. (1993); Oleas-Arias, 1982 classificaram a cultivar Carioca como suscetível para reação foliar, tanto em campo quanto em casa de vegetação, resultados estes que concordam com os obtidos neste trabalho. A cultivar IAPAR 14, foi classificada como resistente em campo e de resistência intermediária em casa de vegetação, concorda, em parte, com os resultados obtidos por Ávila et al. (1998), onde foi classificada como moderadamente resistente para reação foliar em casa de vegetação.

O genótipo LP 91-22, proveniente do IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná – Londrina), adotado como um dos padrões de resistência, no presente trabalho foi classificado em ensaios de campo como resistente, mas em casa de vegetação como de resistência intermediária. O genótipo H 4-22 no presente trabalho, comportou-se como resistente em campo e como suscetível em casa de vegetação. Tais diferenças podem estar relacionadas a variações de fatores ambientais no dois locais. O genótipo OURO NEGRO foi classificado como de resistência intermediária em casa de vegetação, concordando com os resultados obtidos por Ávila et al. (1998).

No experimento montado em campo, vagens dos diferentes genótipos de feijoeiro, inoculadas com Xapf, não apresentaram sintomas característicos da doença. Possivelmente em função das condições de ambiente, onde as médias de temperatura e umidade, durante o período de condução do experimento, variaram entre 16 a 28 °C, e 45 a 77%, respectivamente, não foram propícias ao desenvolvimento dos sintomas, impedindo assim a avaliação dos mesmos. Por outro lado, no ensaio montado em casa de vegetação, onde as médias de temperatura e umidade do ar foram de 21 a 40 °C e de 31,8 a 93%, respectivamente, ocorreu o desenvolvimento dos sintomas nas vagens inoculadas, entretanto, de acordo com os dados da análise de variância, observados no Quadro 3A, não houve diferenças significativas entre os genótipos. Tal fato pode ter ocorrido, provavelmente, em função do tipo de inoculação empregado, perfurações com agulhas imersas em culturas bacterianas puras, o qual pode ter sido muito drástico, não permitindo uma distinção diferenciada entre os genótipos. Em experimentos realizados por Maringoni, Kimati e Kurozawa (1995), a cultivar Carioca foi classificada para vagem como de reação de suscetibilidade intermediária, em condições de campo, após avaliação em três safras agrícolas. Maringoni et al. (1993) e Ávila et al. (1998), observaram que a cultivar Carioca comportou-se como suscetível e 'IAPAR 14'

como resistente, em condições de casa de vegetação. Segundo estes autores, 'MILIONÁRIO' e 'OURO NEGRO' comportaram-se como suscetíveis e 'CARIOCA MG', como de resistência intermediária, para as reações de vagens. As diferenças encontradas por estes pesquisadores, e não detectadas no presente trabalho, podem estar relacionadas com a metodologia, uma vez que a concentração de células bacterianas usada pode ter sido muito alta. Outro fator que pode estar relacionado, seria a virulência do isolado UFLA-2, o qual, de acordo com Ávila et al. (1998), foi o mais virulento para inoculação em vagens, entre 6 isolados provenientes de diferentes localidades do Estado de Minas Gerais.

Não foram encontradas correlações entre reações de folha e de vagens, concordando com os resultados encontrados por Valladares-Sanchez, Coyne e Schuster (1979), Valladares-Sanchez, Coyne e Mumm (1983) e Park e Dhanvatari (1987). A causa da não correlação é que não houve variação entre genótipos para a reação de vagens. Desta forma, torna-se importante a avaliação para ambas as reações, no desenvolvimento de uma variedade resistente. Vale ressaltar que vagens infectadas contribuem para redução da produção e qualidade das sementes, além de possibilitar a transmissão do patógeno através das sementes. Se as folhas forem resistentes e as vagens suscetíveis, essas podem ser infectadas por bactérias provenientes de restos de cultura ou da superfície do solo. Um genótipo com alta resistência externa da vagem pode limitar a penetração do patógeno dentro da vagem e, assim, reduzir a infecção interna da vagem, e, conseqüentemente, das sementes (Valladares-Sanchez, Coyne e Mumm, 1983).

Considerando que a resistência foliar, necessariamente, não garante a resistência da vagem (Coyne e Schuster, 1974b; Valladares-Sanchez, Coyne e Schuster, 1979) torna-se importante dar maior ênfase para o desenvolvimento de cultivares com esta combinação de fatores. Segundo Arnaud-Santana et al.

(1994), em estudos de herança e correlações fenotípicas para folhas, vagens e sementes ao CBC, a independência relativa das reações a Xap nos diferentes órgãos da planta possibilita o desenvolvimento de genótipos, com combinação de resistência a Xap para folhas, vagens e sementes.

As reações ao CBC são influenciadas pelo estágio de desenvolvimento do hospedeiro, quando da inoculação. Plantas no estágio de reprodução são geralmente mais suscetíveis para um isolado particular do patógeno que aquelas na fase vegetativa. Fatores como concentração do inóculo, técnica e sítio de inoculação, genótipo do hospedeiro, métodos de inoculação e de avaliação a reação à doença, e principalmente fatores ambientais, são importantes no melhoramento de feijoeiro para resistência à Xap (Saettler, 1977). Estas variações devem ser levadas em consideração e utilizadas no desenvolvimento de cultivares resistentes, uma vez que são de grande importância para avaliação da resistência de plantas e podem alterar o comportamento das mesmas, mediante algumas variações. Desta forma, a necessidade de padronização das condições em que são realizadas as pesquisas facilitaria uma melhor comparação de resultados e uniformização, na classificação das cultivares quanto à reação do patógeno.

4.2 Correlação entre reações foliares de genótipos de feijoeiro a Xapf em ensaios montados em campo e casa de vegetação

Correlação significativa foi encontrada entre reações foliares de genótipos de feijoeiro a Xapf, em ensaios em campo e casa de vegetação ($r=0,40$), indicando que resultados de casa de vegetação apresentam associação com o desempenho em campo. Webster, Temple e Schwartz (1980) também encontraram correlação significativa, $r=0,95$ e $r=0,72$, para as famílias F_4 dos cruzamentos 'Porriolo Sintético' x 'G.N. Jules' e 'ICA Pijao' x 'PI 207.262', respectivamente, e Rava, Sartorato e Romeiro (1990) e Oleas-Arias (1982), ambos com $r=0,66$, entre ensaios de casa de vegetação e campo.

4.3 Transmissão de Xapf em sementes de diferentes genótipos de feijoeiro após inoculação de folhas e vagens

Foi verificado em laboratório, a transmissão de Xapf em sementes de diferentes genótipos de feijoeiro, após inoculação de folhas trifoliadas e vagens, em experimentos de campo e de casa de vegetação.

Para as sementes provenientes de vagens inoculadas em campo, foram observadas diferenças significativas pelo teste F entre os tratamentos, sementes desinfestadas superficialmente e sem desinfestação, conforme a Tabela 2, porém não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos.

Pelos resultados obtidos, pode-se observar que a bactéria está presente tanto internamente como externamente à semente, verificando-se maior porcentagem de infecção no tratamento sem desinfestação superficial, 47,77% (Tabela 2), sendo que naquelas desinfestadas superficialmente, o índice de infecção foi menor, 31,12%, indicando a presença da bactéria apenas internamente. Para sementes desinfestadas, as porcentagens de infecção variaram de 2,95 a 54,90%, e para as sementes sem desinfestação, de 30 a 89,83%. Por outro lado, para as sementes provenientes do ensaio em casa de vegetação, a porcentagem de infecção variaram entre 23,33 a 100%. Estas diferenças podem ser explicadas, provavelmente, devido ao tempo de armazenamento das sementes provenientes do ensaio de campo, uma vez que ficaram sob refrigeração a 5 °C, por seis meses, enquanto que sementes de casa de vegetação foram analisadas logo em seguida à colheita. De acordo com os dados da Tabela 1, pode-se verificar também maior desenvolvimento dos sintomas foliares no ensaio de casa de vegetação, onde a população do patógeno, provavelmente atingiu níveis mais altos. Um outro fato importante constatado foi cultivares considerados resistentes ou tolerantes podem transmitir o patógeno, sistematicamente, através da semente.

TABELA 2. Transmissão de Xapf em sementes de diferentes genótipos de feijoeiro após a inoculação de folhas e vagens, em campo. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Genótipos	Sementes desinfestadas		Sementes não desinfestadas	
	Médias	%	Médias	%
OURO	5,33	53,25	6,23	62,26
CARIOCA	3,71	37,08	4,59	45,94
MILIONÁRIO	3,57	35,71	8,99	89,83
CARIOCA MG	4,04	40,36	5,66	56,58
OURO NEGRO	3,86	38,60	7,13	71,28
LP91-22	1,94	19,43	6,58	65,76
ANLAV - 8.28	2,22	22,19	4,65	46,57
MA 4.137	3,95	39,50	4,20	42,00
ANPAT - 5.12	3,20	31,97	6,54	65,37
RELAV - 31.19	1,00	10,00	4,48	44,81
CI - 257	3,65	36,54	3,91	39,07
CI - 21	3,62	36,22	4,90	48,96
CI - 107-4	3,40	34,00	4,73	47,29
IAPAR 14	3,25	32,46	3,52	35,20
CI 140	3,47	34,74	4,46	44,59
CI 257-1	5,21	52,04	5,90	59,03
CI 107	0,30	2,95	3,52	35,20
CI 107-2	2,30	23,00	5,51	55,14
CI 164-1	4,04	40,34	7,98	79,81
CI 128	0,63	6,29	3,15	31,48
CI 257-2	1,98	19,83	3,15	31,48
CI 164-3	1,94	19,43	3,28	32,77
H 4-4	2,82	28,20	3,15	31,48
H 4-7	2,61	26,10	5,21	52,04
CI 107-5	4,04	40,36	4,97	49,72
H 4-22	3,86	38,60	5,11	51,08
H 4-5	5,49	54,90	3,79	37,91
H 4-10	4,26	42,62	5,60	56,05
CI 107-3	2,86	28,60	3,38	33,79
H 4-9	2,88	28,86	3,88	38,86
CI 48	4,63	46,29	5,32	53,17
CI 107-6	3,88	38,86	3,58	35,76
CI 164-2	3,86	38,60	4,91	49,07
ANPAT 8.12	1,85	18,50	3,00	30,00
CI 164-4	2,96	29,58	5,00	50,00
MÉDIA GERAL	3,12	31,25%	4,77	47,67%

As sementes provenientes de vagens de feijoeiro inoculadas sob condições de casa de vegetação, foram analisadas em laboratório somente sem desinfestação superficial. Nestas, foram observadas diferenças significativas entre os genótipos, conforme dados apresentados na Tabela 3.

De acordo com a análise dos dados, foi observado que a cultivar Carioca, usada como padrão de suscetibilidade, apresentou baixa transmissão de Xapf pelas sementes, enquanto que 'IAPAR 14', usada como padrão de resistência, apresentou a mais alta transmissão de Xapf pelas sementes, seguidas pelo genótipos CI 21, CI 164-2, CI 164-1 e CI 257, os quais foram classificados, respectivamente, como de resistência intermediária e apenas 'CI 257', como suscetível para as reações foliares em casa de vegetação. O genótipo ANPAT 8.12 que se comportou igualmente como suscetível em campo e casa de vegetação, apresentou alta transmissão de Xapf pelas sementes, com 90%. O genótipo H 4-4, de resistência intermediária, apresentou menor porcentagem de transmissão de Xapf em sementes (23,33%), seguida pelos genótipos CI 107-3 e H 4-22, os quais foram classificados pela reação de folhas como de resistência intermediária e suscetível, respectivamente, para casa de vegetação.

TABELA 3. Transmissão de Xapf em sementes de diferentes genótipos de feijoeiro após inoculação de folhas e vagens, em de casa de vegetação. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Genótipos	Médias	%
IAPAR 14	10.00AB	100
CI - 21	9.33AB	93,33
CI 164-2	9.33AB	93,33
CI 164-1	9.00AC	90,00
CI 257	9.00AC	90,00
CI 107-5	8.67AD	86,67
ANPAT 8.12	8.67AD	86,67
CI 107-6	8.33AD	83,33
MA 4.137	8.33AD	83,33
MILIONÁRIO	7.67AE	76,67
ANPAT 5.12	7.33AF	73,33
CI 107-4	7.33AF	73,33
RELAV - 31.19	7.00AG	70,00
CARIOCA MG	6.67AG	66,67
LP 91-22	6.67AG	66,67
CI 164-4	6.33BG	63,33
CI 140	6.33BG	63,33
H 4-5	6.00BG	60,00
OURO	5.67CH	56,67
H 4-9	5.67CH	56,67
OURO NEGRO	5.67CH	56,67
CI 107	5.33DH	53,33
CI 48	5.33DH	53,33
CI 257-1	5.33DH	53,33
CI 164-3	4.67EH	46,67
H 4-10	4.67EH	46,67
CARIOCA	4.00FH	40,00
H 4-22	3.67GH	36,67
CI 107-3	3.67GH	36,67
H 4-4	2.33H	23,33

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Teste t de Student)

4.4 Análise visual de sementes quanto ao Crestamento Bacteriano Comum

De acordo com a análise dos dados quanto à avaliação visual de sementes provenientes do experimento de campo, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 4). Embora não havendo diferenças significativas, análises individuais dos genótipos permitiram observar uma variação de 42,50 a 76,35% de sementes visualmente contaminadas. Tais níveis de contaminação, certamente, poderão ocasionar sérios problemas em

campo, sob condições favoráveis. É importante lembrar que o nível de infestação nas sementes deve ser levado em consideração, visto que estudos epidemiológicos realizados por Wallen e Sutton (1965) e Kimati (1980) mostraram que 0,5 % de sementes infectadas, em um lote, foi suficiente para desencadear epidemia no campo. Por outro lado, Weller e Saettler (1980) demonstram, experimentalmente, que a população mínima de 10^3 a 10^4 ufc de Xap, na superfície da semente, foi o suficiente para originar plantas doentes em condições de campo.

Cafati e Saettler (1980a) recuperaram o mutante R 15-1, utilizado na inoculação de vagens, na porcentagem de 40 a 70% de sementes com algum tipo visível de sintoma da infecção, e 1.3 a 10,4%, para as sementes sem sintomas. Segundo esses mesmos autores, Xap foi recuperada de sementes colhidas de vagens sem sintomas, provenientes de plantas inoculadas, sugerindo que a infecção da semente foi seqüela da colonização da vagem. E ainda, sementes com e sem sintomas da doença transportavam a bactéria internamente, embora as populações bacterianas tenham sido altas, de qualquer forma.

TABELA 4. Avaliação visual de sementes de genótipos de feijoeiro com sintomas de CBC, obtidos após inoculação de Xapf em folhas e vagens. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Genótipos	% de sementes com sintomas de CBC
OURO	54,06
CARIOCA	58,61
MILIONÁRIO	55,80
CARIOCA MG	76,35
OURO NEGRO	61,27
LP 91-22	53,34
ANLAV 8.28	65,84
MA 4.137	49,54
ANPAT 5.12	53,52
RELAV 37.19	48,23
CI 257	65,84
CI 21	61,38
CI 107-4	52,84
IAPAR 14	50,06
CI 140	54,28
CI 257-1	65,92
CI 108	42,50
CI 107-2	48,34
CI 164-1	63,22
CI 128	75,16
CI 257-2	64,68
CI 164-3	49,66
H 4-4	50,85
H 4-7	75,44
CI 107-5	62,47
H 4-22	57,04
H 4-5	57,63
H 4-10	61,47
CI 107-3	49,43
H 4-9	66,61
CI 48	64,61
CI 107-6	59,95
CI 164-2	69,34
ANPAT 8.12	67,33
CI 164-4	61,86

Os dados obtidos neste trabalho concordam com Maringoni et al. (1993), onde, após a inoculação de folhas e vagens de feijoeiro, não verificaram diferenças significativas na transmissão de Xap pelas sementes dos genótipos suscetíveis IAC Carioca e Rio Negro, e dos resistentes IAPAR 14 e IAPAR 16. Com relação ao genótipo IAPAR 14, os resultados aqui encontrados concordam, em parte, com o trabalhos destes autores, que observaram menor índice de infecção, quando analisada visualmente em relação à infecção real, verificada em laboratório. Quanto à transmissão real de Xap pelas sementes, estes autores, constataram que as cultivares Carioca e IAPAR 14 não diferiram significativamente entre si e apresentaram 79,99% e 87,15% de sementes infectadas, respectivamente, mas diferiram da cultivar G.N. Nebraska #1 sel. 27 que apresentou 37,66% de sementes infectadas. Isto evidencia que vagens de variedades menos suscetíveis são colonizados pela Xap e há infecção das sementes. Pode-se observar ainda que cultivares suscetíveis à Xap ('Carioca' e 'Rio Negro') deram origem a uma maior quantidade de sementes mal formadas e infectadas. Maringoni, Kimati e Kurozawa (1995) observaram que a cultivar Carioca comportou-se como intermediária no transporte de Xap pelas sementes, em três safras agrícolas. Trabalhos demonstraram que a inspeção visual apenas não é suficiente para separar as sementes livres da bactéria das contaminadas, uma vez que sementes sem sintomas visíveis podem estar infectadas (Cafati e Saettler 1980a, Oleas-Arias, 1982, Aggour et al., 1989). Álvarez G., Vanegas G. e Victoria K. (1979) verificaram que sementes com presença de anormalidades, como enrugamento, manchas e descolorações, são portadoras da bactéria tanto na parte externa como interna, e que o uso de sementes aparentemente sadias diminui a porcentagem de infecção, mas não eliminou totalmente o risco, uma vez que podem ser portadoras da bactéria.

Não foi encontrada correlação entre reação foliar dos genótipos e níveis de transmissão da bactéria para as sementes, resultado que está de acordo com Torres e Maringoni (1997). Assim, o genótipo CI 107-4, que apresentou resistência foliar em ambos os locais, apresentou 34 e 47,3% de sementes contaminadas em campo e 73,3% na casa de vegetação, respectivamente, enquanto que genótipos que se comportaram como suscetíveis em ambos os locais como 'CARIOCA' e 'ANPAT 8.12', apresentaram diferentes níveis de transmissão, 37,1 e 18,50% (sementes desinfestadas), e 45,94 e 30% (sementes sem desinfestação), respectivamente.

Os resultados das análises de sementes infestadas e infectadas são importantes para o desenvolvimento de métodos de detecção e estabelecimento de medidas de controle (Valarini, 1990), mostrando a importância do inóculo na semente como veículo de disseminação e desenvolvimento de epidemias, conforme já citado por Wallen e Sutton (1965), Weller e Saettler (1980) e Kimati (1980). Destaca-se ainda a possibilidade de as sementes portarem-se como veículos de sobrevivência e de disseminação do patógeno a longas distâncias, servindo como fonte de inóculo inicial para a introdução e o desenvolvimento de epidemias sob condições de campo (Neegaard, 1979). Deve-se lembrar, contudo, que o desenvolvimento de epidemias depende além da população do patógeno, também das condições do ambiente e da suscetibilidade do hospedeiro.

4.5 Estimativa da produção dos diferentes genótipos de feijão inoculados com Xapf e não inoculados, em ensaios de campo

De acordo com a Tabela 5, foram observadas diferenças significativas entre as produções de feijão, provenientes de ensaios de campo, inoculadas com Xapf e não inoculadas, e entre os diferentes genótipos avaliados. As médias gerais encontradas para as duas áreas foram 0,855 e 1,150 kg, respectivamente para os ensaios inoculados e não inoculados. Estas diferenças ocorreram,

provavelmente, em função do desenvolvimento do Crestamento Bacteriano Fosco, uma vez que os locais de plantio foram semelhantes, estando próximos dentro do Campus da UFLA; e os experimentos foram conduzidos durante a mesma época.

Genótipos considerados suscetíveis para reação foliar em campo, como 'CARIOCA', 'OURO NEGRO', 'ANLAV 8.28', e 'ANPAT 8.12', apresentaram de maneira geral, produção menor que os provenientes de ensaios não inoculados. Entre os genótipos considerados resistentes, como 'RELAV 37.19', 'CI 107-4', 'CI 140', 'CI 107-6' e 'CI 164-4', houve uma ligeira variação quanto à produção nos dois locais, observando-se, por exemplo, que 'CI 140' e 'CI 107-6' apresentaram, respectivamente, 0,62, 1,24 e 1,00, 0,88 kg, nos ensaios inoculados e não inoculados. Estas variações contraditórias, ora com maior produção na área inoculada e ora na área não inoculada, podem ter ocorrido em função de outros fatores, como baixa germinação ou ocorrência de doenças fúngicas, ou mesmo algum fator ambiental.

Os genótipos LP 91-22 e IAPAR 14 não foram plantados no ensaio não inoculado, não havendo, desta forma, produção para fazer comparação.

TABELA 5. Avaliação de genótipos de feijoeiro quanto a produção, em ensaios de campo inoculados com Xapf e não inoculados. UFLA, Lavras - MG, 1998.

GENOTIPOS	PRODUÇÃO ¹ (kg)	PRODUÇÃO ² (kg)
OURO	0.62	1.07
CARIOCA	0.82	1.21
MILIONÁRIO	0.43	0.72
CARIOCA MG	0.87	1.48
OURO NEGRO	1.17	1.70
LP 91-22	0.87	*
ANLAV - 8.28	0.93	1.09
MA 4.137	0.80	1.11
ANPAT - 5.12	0.77	1.12
RELAV - 37.19	1.02	1.34
CI - 257	1.00	1.17
CI - 21	0.95	1.28
CI - 107-4	0.94	0.99
IAPAR 14	0.82	*
CI 140	0.62	1.24
CI 257-1	0.85	1.07
CI 107	1.09	0.92
CI 107-2	0.98	0.96
CI 164-1	0.76	1.27
CI 128	1.05	1.20
CI 257-2	1.05	1.41
CI 164-3	0.71	1.27
H 4-4	0.83	1.30
H 4-7	0.80	0.95
CI 107-5	1.04	0.77
H 4-22	0.90	1.04
H 4-5	0.70	1.18
H 4-10	0.93	1.07
CI 107-3	0.80	0.82
H 4-9	0.85	1.10
CI 48	0.77	1.17
CI 107-6	1.00	0.85
CI 164-2	0.74	1.18
ANPAT 8.12	0.98	1.10
CI 164-4	1.01	1.50

1 - Ensaio inoculado com Xapf, 2- Ensaio não inoculado.

* Genótipos sem produção para comparação

A correlação entre a produção dos ensaios inoculado e não inoculado não foi significativa ($r = 0,27$). A interação observada entre os locais de plantio, demonstra que a diferença na produção entre os ensaios, provavelmente, está relacionada com a doença, uma vez que a produção no ensaio inoculado foi menor.

Correlação significativa foi encontrada entre a produção e a transmissão de Xapf por sementes, provenientes do ensaio inoculado, ($r = - 0,46$). Este resultado demonstra que a avaliação da sementes foi eficiente, quando comparada com o diagrama de notas utilizado para a reação foliar. Outro fator que pode ser levado em consideração, é que a correlação negativa indica menor produção, em função da presença de sementes contaminadas, ou seja, genótipos que têm uma produção menor, podem apresentar mais transmissão por sementes; confirmando assim, a eficiência do método utilizado para a análise de sementes.

A reação foliar observada no ensaio de casa de vegetação quando correlacionada com a produção de ensaio inoculado, não foi significativa ($r = - 0,14$), no entanto, mostra uma tendência de correlação negativa, significando que a doença pode ter causado algum efeito na diminuição da produção. Esta correlação pode não ter sido significativa, devido ao baixo índice da doença no campo.

4.6 Estimativa da herdabilidade

Os valores obtidos para a herdabilidade, no sentido amplo para reação em folhas, em campo e em casa de vegetação, foram respectivamente, 61,68% e 74,35%. Embora esses valores sejam considerados altos, eles são inferiores aos obtidos por Rava, Zimmermann e Romeiro (1987) e Ávila et al., (1998). A herdabilidade calculada para transmissão por sementes provenientes de casa de vegetação foi de 62,33%.

Estes resultados indicam que os genótipos são geneticamente diferentes quanto à reação à bactéria. E ainda, que a herdabilidade encontrada para a reação foliar em casa de vegetação foi maior que em campo, indicando que a doença se expressa melhor em casa de vegetação, sob condições controladas.

De acordo com as estimativas de herdabilidade calculadas para folhas e sementes, há possibilidades de se obter cultivares resistentes com a utilização destes materiais, em trabalhos de melhoramento.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

a) Foram classificados como resistentes pela reação foliar os genótipos CI 257-1, RELAV 37.19, CI 164-4, CI 140, H 4-22, H 4-9, CI 107-6, CI 164-2, IAPAR 14 e CI 107-4, em campo; e LP 91-22, CI 257-1 e CI 107-4, em casa de vegetação;

b) Como suscetíveis, os genótipos ANPAT 8.12, ANLAV 8.28, OURO NEGRO e CARIOCA, em campo; e CARIOCA, MILIONÁRIO, CARIOCA MG, CI 257, CI 128, CI 257-2, CI 164-3, H 4-22 e ANPAT 8.12, em casa de vegetação;

c) Não foi observada diferença significativa entre os genótipos em relação à reação a Xapf;

d) Correlação significativa foi encontrada para reação foliar dos genótipos, entre os ensaios de campo e de casa de vegetação;

e) Correlação não significativa foi encontrada entre reação foliar e de vagem;

f) Foi observada maior ocorrência de infecção em sementes não desinfestadas superficialmente e;

g) Valores de herdabilidade para reação foliar em campo e casa de vegetação foram, respectivamente, de 61,68% e 74,35%, indicando haver variabilidade genética no material testado, podendo levar a ganhos consideráveis pela seleção.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGOUR, A.R.; COYNE, D.P. Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reactions in beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.5, p.828-833, Sept./Oct. 1989.
- AGGOUR, A.R.; COYNE, D.P.; VIDAVER, A.K.; ESKRIDGE, K.M. Transmission of the common blight pathogen in bean seed. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.6, p.1002-1008, Nov./Dec. 1989.
- ALVAREZ-C., E.; VANEGAS-G., G.; VICTORIA-K., J.I. Transmission por semilla de bacterias fitopatógenas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia. **Acta Agronomica**, Palmira, v.29, n.1/4, p.11-20, feb. 1979.
- ARNAUD-SANTANA, E.; COYNE, D.P.; BEAVER, J.S.; ZAITER, H.Z. Effect of photoperiod and temperature on common blight disease of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.66, n.3, p.211-216, Fev. 1993.
- ARNAUD-SANTANA, E.; COYNE, D.P.; ESKRIDGE, K.M.; VIDAVER, A.K. Inheritance; low correlations of leaf, pod, and seed reactions to common blight disease in common beans; and implications for selection. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, n.1, p.116-121, Jan./Feb. 1994.
- ARNAUD-SANTANA, E.; PENA-MATTOS, COYNE, D.P.; VIDAVER, A.K. Longevity of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in naturally infested dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) debris. **Plant Disease**, Washington, v.75, n.9, p.952-953, Sept. 1991.
- ÁVILA, Z.R. de. Comportamento de cultivares e linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à diferentes isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* e sua variante *fuscans*. Lavras: UFLA, 1995. 46p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).

- ÁVILA, Z.R. de.; SOUZA, R.M.; SANTOS, J.B.; SOUZA, P.E.; CASTRO, A.M.S. Reação de cultivares e linhagens de feijoeiro comum a diferentes isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* e sua variante *fuscans*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 23, n.1, p.18-22, mar. 1998.
- AZEVEDO, J.L. Mutantes resistentes a antibióticos em *Xanthomonas campestris* (Fammel) Dowson. *Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'*, Piracicaba, v.20, p.149-162, 1963.
- BASU, P.K.; WALLEN, V.R. Influence of temperature on the viability, virulence and physiologic characteristics of *Xanthomonas campestris phaseoli* var. *fuscans* *in vivo* and *in vitro*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.44, n.9, p.1239-1245, Sept. 1966.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normas climatológicas (Minas Gerais - Espírito Santo - Rio de Janeiro - Guanabara). Rio de Janeiro, 1969. 99p.
- CAFATI, C.R.; SAETTLER, A.W. Transmission of *Xanthomonas phaseoli* in seed of resistant and susceptible *Phaseolus* genotypes. *Phytopathology*, Saint Paul, v.70, n.7, p.638-640, July 1980a.
- COPELAND, L.O.; ADAMS, M.W.; BELL, D.C. An improved programme for maintaining disease-free seed of field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Seed Science & Technology*, New Delhi, v.3, n.3/4, p.719-724, July/Dec. 1975.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. *Phaseolus* germplasm tolerant to common blight bacterium (*Xanthomonas phaseoli*). *Plant Disease Reporter*, Washington, v.57, n.2, p.111-114, Feb. 1973.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. Breeding and genetic studies of tolerance to several bean (*Phaseolus vulgaris*) bacterial pathogens. *Euphytica*, Wageningen, v.23, n.3, p.651-656, Nov. 1974a.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. Differential reaction of pods and foliage of beans (*Phaseolus vulgaris*) to *Xanthomonas phaseoli*. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.58, n.3, p. 278-282, Mar. 1974b.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. Inheritance and linkage relations of reaction to *Xanthomonas phaseoli* (E.F. Smith) Dowson (Common blight), stage of

- plant development and plant habit in *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*, Wageningen, v.23, n.2, p.195-204, June 1974c.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L.; AL-YASIRI, S. Reaction studies of bean species and varieties to common blight and bacterial wilt. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.47, p.534-537, 1963.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L.; HARRIS, L. Inheritance, heritability, and response to selection for common blight (*Xanthomonas phaseoli*) tolerance in *Phaseolus vulgaris* field bean crosses. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Saint Paul, v.86, p.373-379, 1965.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L.; HILL, K. Genetic control of reaction to common blight bacterium in bean (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by plant age and bacterial multiplication. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Saint Paul, v.98, n.1, p.94-99, Jan./Feb. 1973.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L.; SHAUGHNESSY, L. Inheritance of reaction to halo blight and common blight bacteria in a *Phaseolus vulgaris* variety cross. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.50, n.1, p.29-32, Jan. 1966.
- DICKENS, L.E.; OSHIMA, N. Protective sprays inhibit secondary spread of common bacterial blight in snap beans. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.53, p.647, 1969.
- FARIA, J.C.; MELO, P.E. Inoculação do feijoeiro com *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* em condições de campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.8, p.987-990, ago. 1989.
- FINKE, M.L.; COYNE, D.P.; STEADMAN, J.R. The inheritance and association of resistance to rust, common bacterial blight, plant habit and foliar abnormalities in *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*, Wageningen, v.35, n.3, p.969-982, Nov. 1986.
- FERNANDEZ-ISAULA, H. Reações de folhas e vagens de *Phaseolus vulgaris* a *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli* (E.F.smith) Dye e Wilkie. Viçosa: UFV, 1982. 41p. (Tese- Mestrado em Fitopatologia).
- KAISER, W.J.; VALKILI, N.G. Insect transmission of pathogenic Xanthomonads to bean and cowpea in Puerto Rico. *Phytopathology*, Saint Paul, v.68, n.7, p.1057-1063, July 1978.

- KIMATI, H. Doenças do feijoeiro. In: GALLI, F., (ed.) **Manual de fitopatologia**. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1980. Cap.19, v.2, p.297-318.
- MARINGONI, A.C. Efeito de produtos químicos no controle de cretamento bacteriano comum do feijão e transmissibilidade de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* na semente. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.97, ago. 1988. (Abstract)
- MARINGONI, A.C. Controle químico do cretamento bacteriano comum do feijoeiro e seu efeito na transmissão de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*(Smith) Dye pelas sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1151-1156, ago. 1990.
- MARINGONI, A.C.; FREGONESE, L.H.; TÓFOLI, J.G.; KUROZAWA, C. Reação foliar e da vagem de feijoeiro à *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* e transmissão da bactéria pelas sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.412-415, set. 1993.
- MARINGONI, A.C.; KIMATI, H.; KUROZAWA, C. Presença da *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* em sementes de feijoeiro e consequências epidemiológicas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.449-457, set. 1995.
- MELO, L.C.; SANTOS, J.B.; RAMALHO, M.A.P. Choice of parents to obtain common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars tolerant to low temperatures at the adult stage. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.20, n.2, p.283-292, June 1997.
- MENZIES, J.D. Effect of sprinkler irrigation in an arid climate on the spread of bacterial diseases of beans. **Phytopathology**, Saint Paul, v.44, n.10, p.553-556, Oct. 1954.
- MOHAN, S.T. Breeding dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) for common bacterial blight resistance: relation of 'days to flowering' to blight reaction. **Turrialba**, San Jose, v.31, n.2, p.109-112, Apr./June 1981.
- MOHAN, S.T.; MOHAN, S.K. Novas linhagens do feijoeiro resistentes ao cretamento bacteriano comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.10, p.1117-1120, out. 1983.

- NAKAMURA, K.; KIMATI, H. Crestamento fosco do feijoeiro no Estado de São paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia*, Piracicaba, v.1, n.1, p.40-48, 1967.
- NEERGAARD, G.E. *Seed Pathology*. London, MaxMillan, 1979. v. 1. 839p.
- OLEAS-ARIAS, A.R. Correlação entre resistência foliar e infecção de sementes em variedades de feijoeiro inoculadas com *Xanthomonas phaseoli* (E.F.SM) Dye, 1939. Piracicaba: ESALQ, 1982. 81p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- OLIVEIRA, S.H.F.; VALARINI, P.J.; RECCO, C.A.V. Controle químico do crestamento bacteriano comum do feijão. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, n.3, p.295, ago. 1993. (Abstract).
- OLIVEIRA, J.R. de; SOUZA, R.M. de. Feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) controle de doenças causadas por bactérias. In: VALE, F.X.R. do; ZAMBOLIN, L. (Ed.) *Controle de doenças de plantas de grande culturas*. Viçosa, MG, 1997. Cap.7. p.423-435.
- PARK, S.J.; DHANVANTARI, B.N. Transfer of common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) resistance from *Phaseolus coccineus* Lam. to *P. vulgaris* L. through interspecific hybridization. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.67, p.685-695, July 1987.
- POMPEU, A.S.; CROWDER, L.V. Inheritance of resistance of *Phaseolus vulgaris* L. (Dry beans) to *Xanthomonas phaseoli* Dows. (Common blight). *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.24, n.11, p.1055-1063, Nov. 1972.
- POMPEU, A.S.; CROWDER, L.V. Methods of inoculation and bacterial concentration of *Xanthomonas phaseoli* Dows. for the inheritance of disease reaction in *Phaseolus vulgaris* L. crosses (Dry beans), under growth conditions. *Ciência e Cultura*, São paulo, v.25, n.11, p. 1078-1081, Nov. 1973.
- RAVA, C.A. Patogenicidade de isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.4, p.445-448, abr. 1984
- RAVA, C.A. Fontes de resistência, variabilidade do patógeno e hereditariedade da reação à *Xanthomonas campestris* pv.

- phaseoli* (Smith) Dye em *Phaseolus vulgaris* L. Viçosa: UFV, 1985. 145p. (Tese – Doutorado em Fitopatologia)
- RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C.; SARTORATO, A. Obtenção e seleção de linhagens de *Phaseolus vulgaris* resistentes à *Xanthomonas campestris* e a raça alfa-Brasil de *Colletotrichum lindemuthianum*. *Ciencia e Prática*, Lavras, v.16, n.3, p.377-380, jul./set. 1992.
- RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Crestamento bacteriano comum. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (ed.) *Principais doenças do feijoeiro comum e o seu controle*. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1994. p.217-242.
- RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; ROMEIRO, R.S. Avaliação de cultivares de feijoeiro quanto a resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* em condições de campo e de casa de vegetação. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v.16, n.2, p.83-91, abr.-jun. 1990.
- RAVA, C.A.; ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROMEIRO, R. da S. Inheritance of resistance to de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye in *Phaseolus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.10, n.4, p.709-727, Dec. 1987.
- ROBBS, C.F. A bacteriose do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Distrito Federal. *Agronomia*, Monterrey, v.12, p.231-233, 1954.
- SAETTLER, A.W. Breeding dry edible beans (*Phaseolus vulgaris*) for tolerance to *Xanthomonas* bacterial blights. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.2, n.3, p.179-186, Oct. 1977.
- SANTOS, J.B.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Melhoramento do feijão para o inverno de Minas Gerais. In: **REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO**, 5, 1996. Goiânia, Anais... Goiânia: EMBRAPA - CNPAF-APA, 1996. v.1, p.332
- SCHUSTER, M.L. A method for testing resistance of beans to bacterial blights. *Phytopathology*, Saint Paul, v.45, n.9, p.519-520, Sept. 1955.
- SCHUSTER, M.L.; COYNE, D.P.; NULAND, D.S.; SMITH, C.C. Transmission of *Xanthomonas phaseoli* and other bacterial species or varieties in seeds of tolerant bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.63, n.11, p.955-958, Nov. 1979.

- SCHUSTER, M.L.; SAYRE, R.M. A coryneform bacterium induces purplecolored seed and leaf hypertrophy of *Phaseolus vulgaris* and other *Leguminosae*. *Phytopathology*, Saint Paul, v.57, p.1064-1066, 1967.
- SERRACIN, J.; YOUNG, R.A.; ROSAS, J.C.; CÁCERES, J. Daños causados por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su efecto en el rendimiento del frijol común (*Habichuela*, *Phaseolus vulgaris*). *Journal of University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v.75, n.4, p.353-361, 1991.
- SHEPPARD, J.W. Historical perspectives of the production of disease-free seed, control and management of bacterial blights of beans in Canada. *Seed Science & Technology*, New Delhi, v.11, n.3, p.885-891, Sept./Dec. 1983.
- TORRES, J.P.; MARINGONI, A.C. Reação foliar de genótipos de feijoeiro a *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli* e transmissão via sementes. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.546-549, dez. 1997.
- VALARINI, P.J. Métodos para detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* em sementes de feijão. Piracicaba: ESALQ, 1990. 167p. (Tese - Doutorado em Fitopatologia).
- VALARINI, P.J.; GALVÃO, J.A.H.; OLIVEIRA, D.A. *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*: importância do inóculo da semente na epidemiologia do cretamento bacteriano comum do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p.261-267, jun. 1996.
- VALLADARES-SANCHEZ, N.E.; COYNE, D.P.; MUMM, R.F. Inheritance and associations of leaf, external, and internal pod reactions to common blight bacterium in *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Saint Paul, v.108, n.2, p.272-278, Mar/Apr. 1983.
- VALLADARES-SANCHEZ, N.E.; COYNE, DP.; SCHUSTER, M.L. Differential reaction of leaves and pods of *Phaseolus* germplasm to strains of *Xanthomonas phaseoli* and transgressive segregation for tolerance from crosses of susceptible germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Saint Paul, v.104, n.5, p.648-654, Sept./Oct. 1979.
- VAUTERIN, L.; HOSTE, B.; KERSTES, K.; SWINGS, J. Reclassification of *Xanthomonas*. *International Journal Systematic Bacteriology*, v.45, p.472-489, 1995.

- VENETTE, J.R.; JONES, D.A. Control of common bacterial blight on pinto beans. *Fungicide Nematicide Tests*, Carolina, v.37, p.63, 1982.
- VIEIRA, C. *Doenças e pragas do feijoeiro*. Viçosa: UFV, 1983. 231p.
- WALLEN, V.R.; JACKSON, H.R. Model for yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies. *Phytopathology*, Saint Paul, v.65, n.9, p.942-948, Sept. 1975.
- WALLEN, V.R.; GALWAY, D.A. Bacterial blight of field bean: disease progress, yield loss, and cross canopy development in principal cultivars in Ontario. *Canadian Plant Disease Survey*, Ottawa, v.57, n.3/4, p.61-64, July/Dec. 1977.
- WALLEN, V.R.; SUTTON, M.D. *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* (Burkh.) Starr e Burkh. on field bean in Ontario. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.43, p.437-446, 1965.
- WATSON, D.R.W. Bean common blight and fuscous blight in New Zealand. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.54, n.12, p.1068-1072, Dec. 1970
- WEBSTER, D.M.; TEMPLE, S.R.; SCHWARTZ, H.F. Selection for resistance to *Xanthomonas phaseoli* in dry beans. *Crop Science*, Madison, v.20, n.4, p.519-522, July/Aug. 1980.
- WELLER, D.M.; SAETTLER, A.W. Chemical control of common and fuscous bacterial blight in Michigan navy (pea) beans. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.60, n.9, p.793-797, Sept. 1976.
- WELLER, D.M.; SAETTLER, A.W. Evaluation of seedborne *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas campestris* var. *fuscans* as primary inocula in bean blights. *Phytopathology*, Saint Paul, v.70, n.2, p.148-152, Feb. 1980.
- YOSHII, K.; GÁLVEZ-E., G.E.; ÁLVAREZ-A,G. Estimation of yield losses in bean caused by common blight. *Proceedings of the American Phytopathology Society*, Saint Paul, v.3, p.298-299, 1976.
- YOSHII, K.; GÁLVEZ-E., G.E.; ÁLVAREZ-A,G. Screening bean germplasm for tolerance to common blight caused by *Xanthomonas phaseoli* and the

importance of pathogenic variation to varietal improvement. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.62, n.4, p.343-347, Apr. 1978.

ZAUMEYER, W.J.; THOMAS, H.R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. Washington: USDA, 1957. 255p. (Technical Bulletin, 868).

7 ANEXOS

QUADRO 1A. Resumo da análise de variância para reações foliares de genótipos de feijoeiro, inoculados com Xapf em experimento de campo. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetição	2	0.53	7.47**
Bloco dentro repetição	15	0.24	3.33**
Tratamentos Ajustados	36	0.19	2.76**
Tratamentos Regular			
Inter	34	0.18	2.61**
Tratamentos Adicionais	1	1.23	17.33**
Adicionais x Tratamentos	1	0.09	1.31
Erro efetivo	90	0.07	

C.V. = 10.82

Média geral: 2.46

QUADRO 2A. Resumo da análise de variância para reações foliares de genótipos de feijoeiro, inoculados com Xapf em casa de vegetação. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Avaliadores	1	13.31	28.69**
Genótipos	34	1.95	3.91**
Aval. X Genótipos	34	0.12	0.24
Erro	208	0.50	

C.V. = 19.25

Média geral = 3.67

QUADRO 3A. Resumo da análise de variância para reação de vagens de genótipos de feijoeiro, inoculados com Xapf em casa de vegetação. UFLA, Lavras – MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Genótipos	34	0.69	0.89
Erro	53	0.77	

C.V. = 24.67

Média geral = 3.57

QUADRO 4A. Resumo da análise de variância da transmissão de Xapf em sementes provenientes de vagens de diferentes genótipos de feijoeiro inoculados em campo. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Desinfestação	1	7.21	26.70**
Genótipos	34	0.37	1.36
Des. X Genótipos	34	0.15	0.55
Erro	142	0.27	

C.V. = 3.61

Média geral = 2.22

QUADRO 5A. Resumo da análise de variância da transmissão de Xapf em sementes provenientes de diferentes genótipos de feijoeiro inoculados em casa de vegetação. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Genótipos	29	11.64	2.38**
Erro	60	4.90	

C.V. = 16.02

Média geral = 2.74

QUADRO 6A. Resumo da análise de variância de sementes visualmente infestadas, provenientes do experimento de campo. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Genótipos	34	71.12	1.14
Erro	71	62.50	

C.V. = 15.68

Média geral = 50.41

QUADRO 7A. Resumo da análise de variância para a produção de genótipos de feijoeiro, inoculados com Xapf, em campo. UFLA: Lavras - MG, 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Local	1	3.74	119.93**
Repetição(local)	4	0.07	2.37
Bloco (local x Repetição)	30	0.05	1.53
Genótipos	34	0.11	3.59**
Local x Genótipos	32	0.06	2.10**
Erro	150		

C.V. = 18.00

Média geral: 0.98