

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MURCHA-DE-CURTOBACTERIUM DO FEIJOEIRO: OCORRÊNCIA
EM SANTA CATARINA, COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS E
EFEITO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

GUSTAVO DE FARIA THEODORO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU - SP
Novembro de 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MURCHA-DE-CURTOBACTERIUM DO FEJJOEIRO: OCORRÊNCIA
EM SANTA CATARINA, COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS E
EFEITO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

GUSTAVO DE FARIA THEODORO

Orientador: **Prof. Dr. Antonio Carlos Maringoni**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU - SP
Novembro de 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Theodoro, Gustavo de Faria, 1975-
T388m Murcha-de-curtobacterium do feijoeiro: ocorrência em
Santa Catarina, comportamento de genótipos e efeito de
nitrogênio e potássio / Gustavo de Faria Theodoro. --
Botucatu, [s.n.], 2004.
viii, 105 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas.

Orientador: Antonio Carlos Maringoni.

Inclui bibliografia.

1. Feijoeiro - Doenças 2. Nutrição. 3. Nitrogênio.
4. Potássio. 5. Feijão - Resistência a doenças e pragas.
I. Maringoni, Antonio Carlos. II. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu).
Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

CDD 633.372932

Palavras-chave: Feijoeiro; *Phaseolous vulgaris*; Resistência a
doenças e pragas; Bactéria; Murcha-de-Curtobacterium;
Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens*; Potássio;
Nitrogênio.

DEDICO

Primeiramente ao Senhor Jesus, por ter me amado, liberto e reconciliado com Deus, por meio de Seu sacrifício e ressurreição, no primeiro ano do meu curso de doutorado.

“Porque Deus tanto amou o mundo que deu seu Filho Unigênito, para que todo o que nele crer não pereça, mas tenha a vida eterna” – Jo 3:16 (NVI)

À minha amada esposa Josiane, bênção de Deus na minha vida, pelo seu amor, sorriso e paciência que me completam a cada dia.

“Uma mulher exemplar; feliz quem a encontrar! É muito mais valiosa que os rubis.” – Pv 31:10 (NVI)

Aos meus pais, Nerson e Vera, por me amarem, educarem e estarem presentes em todos os momentos de minha vida.

“O cabelo grisalho é uma coroa de esplendor, e se obtém mediante uma vida justa” – Pv. 16:31 (NVI)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela capacitação intelectual, física e emocional no desenvolver deste trabalho;

À minha amada esposa e aos meus pais, pelo amor, paciência e incentivo;

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Maringoni, FCA/UNESP, Botucatu - SP, pela profunda amizade, confiança, orientação e ensinamentos;

Aos demais docentes da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu - SP, pelos ensinamentos compartilhados durante o curso de doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES/MEC), pela concessão de 17 meses de bolsa de estudo;

Aos Diretores da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), ao Gerente Regional e à chefia do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), nas pessoas do M.Sc. Nelson Cortina e M.Sc. Haroldo Tavares Elias, por terem aceitado, incentivado e oportunizado o desenvolver destes experimentos;

Aos pesquisadores da Epagri, em especial ao Ph.D. Roger Delmar Flesch, quando na Coordenação do Projeto de Desenvolvimento Tecnológico das Culturas de Milho e Feijão em Santa Catarina, pelo incentivo e colaboração; ao M.Sc. Ivan T. Baldissera e Dr. Faustino Andreolla, do Laboratório de Análise de Solos (Cepaf/Chapecó), e ao Ph.D. Clori Basso e M.Sc. Atsuo Suzuki, do Laboratório de Análise Foliar (Estação Experimental de Caçador), pelas análises laboratoriais e colaboração; ao M.Sc. Cristiano Nunes Nesi pelo

auxílio nas análises estatísticas; e ao Dr. José Maria Milanez e M.Sc. Luis Antônio Chiaradia, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários da Epagri/Cepaf, em especial às laboratoristas Carmem Cella dos Santos e Zelinda Meneguzzi, pela amizade, colaboração e ensinamentos;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Setor de Defesa Fitossanitária, FCA/UNESP, Botucatu – SP, pela amizade e ensinamentos;

Aos funcionários da Biblioteca da FCA/UNESP e da Epagri, nas pessoas da Sr^a. Zilma Maria Vasco e Sr^a. Cirlei Salete da Silva Warken por oportunizar as buscas bibliográficas e o envio de periódicos;

Aos acadêmicos do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Proteção de Plantas), em especial ao Rafael, César, Juliano, Ricardo, Paulo, Ana Paula, Denise, Deine, Renata, Christiane e Adriana pela amizade e companhia;

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. Resumo	1
2. Summary	3
3. Introdução	5
4. Revisão de Literatura	7
4.1. Aspectos da cultura do feijoeiro	7
4.2. Murcha-de-curtobacterium e medidas de controle	9
4.3. Relação entre nutrição mineral e doenças de plantas	14
4.4. Interação entre nitrogênio e doenças de plantas	15
4.5. Interação entre potássio e doenças de plantas	18
4.6. Interação entre nitrogênio, potássio e doenças bacterianas	20
5. Material e Métodos	24
5.1. Condução dos experimentos	24
5.2. Ocorrência de <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i> em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina	24
5.3. Preservação dos isolados bacterianos	27
5.4. Reação de genótipos de feijoeiro a <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i>	28
5.5. Efeito de doses de nitrogênio na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	29
5.6. Efeito de doses de potássio na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	31

5.7. Análise química e textural do solo	32
5.8. Análise química da parte aérea	33
6. Resultados	34
6.1. Ocorrência de <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i> em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina	34
6.2. Reação de genótipos de feijoeiro a <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i>	38
6.3. Efeito de doses de nitrogênio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	40
6.3.1. Massa da matéria seca e quantidade de nutrientes aos 10 dias após a emergência	40
6.3.2. Severidade e AACPMC	41
6.3.3. Massa da matéria seca aos 25 dias após a inoculação	43
6.3.4. Quantidade de nutrientes em plantas não inoculadas, aos 35 dias após a emergência	45
6.3.5. Quantidade de nutrientes em plantas inoculadas, aos 25 dias após a inoculação	50
6.4. Efeito de doses de potássio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	52
6.4.1. Massa da matéria seca e quantidade de nutrientes aos 10 dias após a emergência	52
6.4.2. Severidade e AACPMC	54
6.4.3. Massa da matéria seca aos 25 dias após a inoculação	56

6.4.4. Quantidade de nutrientes em plantas não inoculadas, aos 35 dias após a emergência	58
6.4.5. Quantidade de nutrientes em plantas inoculadas, aos 25 dias após a inoculação	62
7. Discussão	65
7.1. Ocorrência de <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i> em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina	65
7.2. Reação de genótipos de feijoeiro a <i>C. f. pv. flaccumfaciens</i>	69
7.3. Efeito de doses de nitrogênio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	73
7.4. Efeito de doses de potássio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	78
8. Conclusões	86
9. Referências Bibliográficas	88
10. Apêndice	101
10.1. Apêndice 1 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de N e os conteúdos de elementos (mg.planta ⁻¹) na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, aos 35 dias após a semeadura	102
10.2. Apêndice 2 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de N, a AACPMC e os teores de elementos na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, inoculadas com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , aos 35 dias após a semeadura	103

10.3. Apêndice 3 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de K_2O e os conteúdos de elementos ($mg.planta^{-1}$) na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, aos 35 dias após a semeadura	104
10.4. Apêndice 4 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de K_2O , a AACPMC e os teores de elementos na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, inoculadas com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , aos 35 dias após a semeadura	105

1. RESUMO

Este trabalho visou avaliar a ocorrência da bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em lavouras de feijoeiro localizadas em alguns municípios do Estado de Santa Catarina nas safras 2002/03 e 2003/04; a reação de genótipos de feijoeiro à murcha-de-curtobacterium; e o efeito de doses de nitrogênio (N) e potássio (K) sobre a severidade da doença, peso da matéria seca e o conteúdo de diversos nutrientes na parte aérea das cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 - Guará. Foram coletadas plantas com sintoma de murcha em lavouras de feijoeiro em 12 municípios. Posteriormente, procedeu-se ao isolamento, à purificação e à caracterização da bactéria e aos testes de patogenicidade. Aos 10 dias após a semeadura, plântulas de 24 genótipos de feijoeiro, conduzidas em casa-de-vegetação, foram inoculadas com o isolado FJ 36. A severidade da murcha-de-curtobacterium foi avaliada, a cada cinco dias, até aos 25 dias após a inoculação. Tanto no experimento que avaliou o efeito do N (uréia) quanto do K (cloreto de potássio) na severidade da doença, empregou-se a dose recomendada pela análise de solo e variações de 25 e 50 % abaixo e acima da mesma. Foi coletada a parte aérea das plantas antes e após as adubações, aos 25 DAS, para se aferir o peso da matéria seca e o conteúdo de N, fósforo (P), K, cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Constatou-se que *C. f.* pv. *flaccumfaciens* esteve presente em plantas cultivadas nos municípios de Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuacu, Ponte Serrada e Tigrinhos. Dos genótipos avaliados, somente as cultivares IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã e IAC Carioca Pyatã, considerados como padrões de resistência à

doença, apresentaram-se com as menores notas de severidade média e valores de área abaixo da curva do progresso da murcha-de-curtobacterium (AACPMC). Porém, apesar de terem sido consideradas suscetíveis, as cultivares SCS 202 – Guará e IPR Graúna se mostraram com valores de AACPMC relativamente baixos. O aumento de doses de N elevou os valores de AACPMC em feijoeiros da cultivar IAC Carioca Pyatã, enquanto que o K não influenciou a severidade da doença nas cultivares avaliadas. A adubação com doses crescentes de uréia incrementou o conteúdo de N na parte aérea das plantas das cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 – Guará, mas não afetou o peso da matéria seca, aos 35 dias após a semeadura, de plantas inoculadas ou não. O conteúdo de K na parte aérea aumentou somente em feijoeiros da cultivar SCS 202 – Guará, inoculados ou não, e em função do incremento das doses de cloreto de potássio. As adubações com cloreto de potássio elevaram o peso da matéria seca em plantas não inoculadas da cultivar SCS 202 – Guará. Houve redução no acúmulo de matéria seca das plantas inoculadas, variando em intensidade conforme o genótipo.

BACTERIAL WILT OF BEAN: OCCURRENCE IN SANTA CATARINA, BEHAVIOR OF GENOTYPES AND EFFECT OF NITROGEN AND POTASSIUM. Botucatu, 2004. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: GUSTAVO DE FARIA THEODORO

Adviser: ANTONIO CARLOS MARINGONI

2. SUMMARY

This work aimed evaluate the occurrence of the bacteria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in common bean fields of Santa Catarina State, during the harvest of 2002/03 and 2003/04; the reaction of bean genotypes to the bacterial wilt; and the effect of nitrogen (N) and potassium (K) levels on the severity of the disease, the weight of the dry mass and the content of nutrients in the aerial part of the cultivars IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru and SCS 202 – Guarã cultivars. Plants with symptoms of wilt were collected in bean fields of 12 cities. It was made the isolation, purification and cultural characterization of the bacteria and the procedures to fulfill the Koch's postulates. The inoculation with the strain FJ 36 was done in the 10th day after the sow of 24 common bean genotypes, under greenhouse conditions. The bacterial wilt severity was evaluated, in each five days, until the 25th day after inoculation. It was adopted as treatments the recommended level of N (urea) and K (potassium chloride), by the soil analysis, as well levels 25% and 50% under and below it. The aerial part of the plants was collected before and after the fertilizations, to determine the weight of the dry mass and the content of N, phosphorus (P), K, calcium (Ca) and magnesium (Mg). *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* was detected in plants cultivated in Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuçu, Ponte Serrada and Tigrinhos. Regarding the evaluated genotypes, only the cultivars IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã e IAC Carioca Pyatã, considered as patterns of resistance, had the lower values of average severity and area under the bacterial wilt progress curve (AUBWPC). However, although to have been considered susceptible, the cultivars SCS 202 – Guarã and IPR Graúna showed relatively low values of AUBWPC. The

increase in the N levels turned the AUBWPC higher in the IAC Carioca Pyatã cultivar, while the K did not interfere the disease severity in all cultivars tested. The fertilization with the higher urea levels increased the N content in the aerial part of the IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru and SCS 202 – Guarã cultivars, but it did not affect the dry mass weight of the inoculated or the non-inoculated plants, in the 35 days after sowing. The K content in the aerial part became larger only in the SCS 202 – Guarã cultivar, inoculated or non-inoculated, in function of the increase in the potassium chloride levels. Fertilizations with potassium chloride increased the dry mass weight in the non-inoculated plants of the SCS 202 – Guarã cultivar. It was observed reduction in the accumulation of dry mass of all inoculated plants, and that varied in intensity according to the genotype.

Keywords: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, bacterial wilt; *Phaseolus vulgaris*, survey, disease resistance, potassium, nitrogen, common bean, nutrition, fertilization.

3. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância, pois representa uma fonte de proteína adicional à alimentação humana. O Brasil, maior produtor mundial de feijão, caracteriza-se pela diversidade de cultivo, podendo-se encontrar desde lavouras altamente tecnificadas até aquelas conduzidas em pequenas áreas rurais, com pouco ou nenhum emprego de insumo.

Entretanto, dentro dos fatores que limitam o alcance do potencial produtivo do feijoeiro em qualquer sistema de cultivo, podem-se destacar as doenças de etiologia variada. Em menos de dez anos após sua constatação em lavouras comerciais no Estado de São Paulo, a murcha-de-curtobacterium, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, tem se tornado uma das principais doenças bacterianas desta cultura e foi constatada no Distrito Federal, Goiás, Paraná e Santa Catarina. Atualmente, os métodos recomendados para o controle da murcha-de-curtobacterium tem sido o cultivo de genótipos resistentes, uso de sementes sadias e a rotação de culturas.

Sabe-se da influência que determinados nutrientes, tais como o nitrogênio (N) e o potássio (K), exercem sobre a severidade de doenças em plantas, determinando sua resistência ou suscetibilidade. Teores adequados ou não destes elementos na planta pode gerar modificações anatômicas, bioquímicas, fisiológicas e a síntese de compostos tóxicos que podem influenciar a patogênese, sendo impossível generalizar este efeito para todas as combinações patógeno-hospedeiro.

Tendo-se em vista a importância da murcha-de-curtobacterium para a cultura do feijoeiro comum e a pouca disponibilidade de medidas para o seu manejo, este trabalho teve por objetivos:

- Avaliar a ocorrência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijoeiro localizadas em alguns municípios do Estado de Santa Catarina;
- Determinar a reação de genótipos de feijoeiro, disponíveis na Epagri/Cepaf, à murcha de curtobacterium;
- Estudar o efeito de doses de nitrogênio no patossistema feijoeiro-*C. f. pv. flaccumfaciens*, empregando-se as cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 – Uirapuru, SCS 202 – Guará;
- Estudar o efeito de doses de potássio no patossistema feijoeiro-*C. f. pv. flaccumfaciens*, empregando-se as cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 – Uirapuru, SCS 202 – Guará;
- Avaliar o acúmulo de matéria seca e a concentração de nitrogênio, fósforo (P), potássio, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na parte aérea dos feijoeiros ‘IAC Carioca Pyatã’, ‘IPR 88 – Uirapuru’ e ‘SCS 202 – Guará’, inoculados ou não com *C. f. pv. flaccumfaciens* e cultivados sob diferentes doses de K e N.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Aspectos da cultura do feijoeiro

O feijoeiro possui relevante importância econômica e social, pois se encontra em grande parte das áreas destinadas à agricultura do mundo, é cultivado em diferentes sistemas de produção e é considerado uma importante fonte de proteínas na alimentação humana.

Na safra 2003, os países que se destacaram na produção de grãos de feijão foram o Brasil, Índia, China, México e Mianmar. No Brasil, maior produtor mundial, mais de 4,12 milhões de hectares foram cultivados com feijoeiro, com uma produção de aproximadamente 3,29 milhões de toneladas e produtividade média de 799,5 Kg/ha (FAO, 2004). Os principais Estados brasileiros produtores de feijão foram Paraná (18,3%), Minas Gerais (15,2%), Bahia (12,3%), São Paulo (8,3%), Goiás (7,9%) e Ceará (7,4%). Apesar de possuir um espaço territorial de apenas 95,4 mil Km², o Estado de Santa Catarina ocupou o sétimo lugar e contribuiu com 5,7% do total de grãos produzidos, apresentando-se com uma produção de 186 mil toneladas de grãos, área cultivada de 144 mil hectares e produtividade de 1.291,7 Kg/ha (Instituto CEPA, 2003). Historicamente, o cultivo do feijão sempre foi generalizado por todo o território catarinense e se fez presente na maioria dos pequenos estabelecimentos rurais (Nadal, 1992; Flesch, 2003).

Segundo Tagliari (1998), a produtividade média do feijoeiro em Santa Catarina tem estado abaixo do potencial da planta, principalmente pelo baixo emprego de

sementes de boa qualidade e insumos, pela erosão e perda de fertilidade dos solos, fatores climáticos e a incidência de pragas e doenças. De acordo com Balardin (1992), não há a adoção de práticas de controle de doenças na maior parte das áreas produtoras de feijão e as opções mais adequadas à realidade da cultura no Estado de Santa Catarina, que poderiam contribuir para o aumento da produtividade, seriam a utilização de variedades resistentes, sementes livres de patógenos e a aplicação de agrotóxicos.

O feijoeiro também requer uma nutrição mineral balanceada para alcançar o seu potencial produtivo e as respostas na produção de grãos têm sido mais atingidas pela aplicação de fósforo (60 % de influência absoluta na produção de massa verde), cálcio (50 %), zinco (30 %), nitrogênio (20 %), potássio (10 %) e outros (Oliveira et al., 1996).

De acordo Rosolem (1987), as plantas de feijão respondem positivamente à adubação nitrogenada, principalmente quando cultivadas na safra das águas. Ao ser aplicado de forma parcelada na semeadura ou nos estádios iniciais da cultura, o nitrogênio proporciona um melhor desenvolvimento inicial do feijoeiro e não há diferenças na resposta com relação à fonte nitrogenada do fertilizante. A curva de absorção de N corresponde à curva de acúmulo de matéria seca, com uma maior concentração nas folhas e com a absorção máxima diária no final do florescimento. Com isso, diversos trabalhos mostraram que a aplicação de fertilizantes nitrogenados deve ser realizada até o início do florescimento, visando incrementar o número de vagens por planta (Rosolem, 1996). Aparentemente, havia discordâncias nos resultados de pesquisas que procuravam determinar uma fase exata para se realizar a aplicação de N em cobertura na cultura do feijão, mostrando que, provavelmente, existe influência do sistema de cultivo, da textura do solo, do genótipo empregado e/ou de outro fator. Como exemplo, pode-se encontrar recomendações de aplicação do N total em cobertura até os 15 dias (Soratto et al., 2002), 20 dias (Miyazaka et al., 1963) e 36 dias após a semeadura (Rosolem, 1987), assim como parcelado (Barbosa Filho et al., 2002). Contudo, Carvalho et al. (2003) avaliaram o efeito de doses e a aplicação de N aos 15, 30 e 15 + 30 dias após a emergência de plantas da cultivar IAC Carioca, em sistema convencional de cultivo e observaram que, para a produtividade, a época de aplicação de N não mostrou efeito significativo.

Recomenda-se a aplicação de potássio no sulco de plantio, ao lado e abaixo das sementes de feijoeiro para evitar uma redução no “stand” final da lavoura, não

havendo diferenças de resposta com relação à fonte empregada. A curva de absorção de K indica dois períodos de grande demanda deste elemento, aos 25 e 35 dias, na diferenciação dos botões florais, e a máxima absorção diária aos 45 a 55 dias, no final do florescimento e o início da formação das vagens (Rosolem, 1987). Sendo assim, Rosolem (1996) sugere que doses de K₂O acima de 50 Kg/ha sejam parceladas, aplicando-se metade na semeadura e metade junto com a cobertura nitrogenada, até 20 dias após a emergência das plantas.

4.2. Murcha-de-curtobacterium e medidas de controle

Existem diversas doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro que exigem medidas de controle, pois podem ocasionar consideráveis perdas de produtividade (Hall, 1991). Dentre as doenças de etiologia bacteriana, a murcha-de-curtobacterium, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones, tem se tornado uma ameaça ao cultivo do feijoeiro (Maringoni, 2000). Esta doença foi primeiramente constatada em Dakota do Sul, E.U.A., em 1920, causando morte em cerca de 90% das plantas cultivadas (Hedges, 1922). No território brasileiro, foi inicialmente relatada em lavouras de feijão no Estado de São Paulo (Maringoni & Rosa, 1997) e atualmente pode ser encontrada no Paraná, Santa Catarina, Goiás e Distrito Federal (Leite Jr. et al., 2001; Uesugi et al., 2003).

C. flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* é uma bactéria pertencente ao Reino Procaryotae, à Divisão Firmicutes e à Classe Thallobacteria, caracterizada como bastonetes retos, ligeiramente curvos ou em forma de cunha e curtos (0,3 a 0,6 por 1,0 a 3,0 µm), móvel por um ou mais flagelos polares ou sub-polares, Gram positiva, aeróbia estrita, não forma endósporo, catalase positiva, oxidase negativa, produz ácidos pela oxidação da ribose e utiliza acetato, hidrolisa caseína e aesculina. Em meio de cultura extrato de levedura-glicose-ágar, apresenta colônias ligeiramente convexas, sem viscosidade, semi-fluidas e de coloração amarela, laranja ou rósea, podendo produzir um pigmento solúvel em água de coloração azul a púrpura. Desenvolve-se na presença de 7 a 9 % de NaCl e em temperaturas ótimas de 24 a 27 °C e máximas de 35 a 37 °C (Bradbury, 1986; Davis & Vidaver, 2001). Tegli et al. (2002) sintetizaram seqüências de DNA específicas para a diagnose molecular de *C. f.* pv. *flaccumfaciens* em sementes de feijoeiro mediante a reação de polimerase em cadeia (PCR), incapazes de amplificar o DNA de outras patovares de *C. flaccumfaciens*.

Empregando-se 20 isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* oriundos de diferentes regiões do Brasil, quatro provenientes de coleções da França e E.U.A. e dois isolados de *C. flaccumfaciens* endofíticos de citros (*Citrus* spp.), Souza et al. (2004) constataram que os primers CffFOR2-REV4 foram altamente específicos na detecção de *C. f. pv. flaccumfaciens*.

Com o emprego das técnicas de PCR baseada em seqüências repetitivas de DNA (rep-PCR), eletroforese de campo pulsado (PFGE) e polimorfismo de comprimento de fragmentos amplificados (AFLP), Guimarães et al. (2003) puderam detectar com sucesso a variabilidade existente entre os patovares de *Curtobacterium flaccumfaciens*, indicando sua substituição a testes convencionais de patogenicidade. Maringoni & Kurozawa (2002) avaliaram a produção e a sensibilidade de *C. f. pv. flaccumfaciens* a bacteriocinas e puderam constatar variabilidade entre 17 isolados coletados em lavouras de feijão no Estado de São Paulo. Destes, aproximadamente 53 % foram produtores de bacteriocina e foi possível separá-los em 12 grupos, conforme a sensibilidade à bacteriocina produzida pelos isolados bacteriocinogênicos. A partir de ELISA indireta, foi constatada similaridade entre isolados brasileiros de *C. f. pv. flaccumfaciens* com outros oriundos de coleções internacionais, independentemente da coloração das colônias. Além disso, não foi verificada a produção de pigmentos extracelulares em nenhum dos isolados brasileiros (Maringoni, 2000). McDonald & Wong (2000) verificaram uma grande diversidade genética e sorológica entre isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* preservados em coleções internacionais de culturas, por meio de imunofluorescência e rep-PCR.

Os sintomas da murcha-de-curtobacterium em feijoeiro são o amarelecimento, nanismo, murcha, escurecimento vascular e morte. Pode haver uma descoloração amarela ou púrpura em sementes infectadas (Saettler, 1991). Em condições ambientais favoráveis, as plantas adultas infectadas apresentam-se com um grande número de folhas murchas e, em condições ambientais pouco favoráveis, a murcha ocorre lentamente, podendo completar seu ciclo até a maturação dos grãos e dificultar sua diagnose (Hedges, 1922 e 1926; Rickard & Walker, 1965). Thomas & Graham (1952) notaram a presença de *C. f. pv. flaccumfaciens* patogênico em plantas de feijoeiro aparentemente saudáveis, representando um problema sério no controle desta doença. Verificou-se que este fato provavelmente esteve relacionado com um período de baixas temperaturas, concordando com Rickard & Walker

(1965), que constataram que a melhor temperatura para a expressão de sintomas da murcha-de-curtobacterium em plantas de feijoeiro foi de 28°C.

Chavarro et al. (1985) observaram acúmulo de células bacterianas nos vasos do xilema de feijoeiros infectados por *C. f. pv. flaccumfaciens* e, conseqüentemente, redução do transporte de água e nutrientes para a parte aérea das plantas e menor área foliar e matéria seca. Ainda segundo estes autores, constatou-se uma correlação negativa entre o poder germinativo e a infecção de sementes de feijão. Burkholder (1945) relatou que *C. f. pv. flaccumfaciens* permaneceu viável e patogênico em sementes de feijão, após 24 anos de armazenamento sob condições controladas.

De acordo com Saettler (1991), *C. f. pv. flaccumfaciens* não é capaz de sobreviver por grandes períodos no solo, mas pode se tornar fonte de inóculo para cultivos subseqüentes através de restos de cultura infestados ou sobrevivendo em plantas daninhas hospedeiras. A infecção inicia-se a partir da penetração do patógeno nos tecidos do hospedeiro, deslocando-se ao sistema vascular do feijoeiro.

C. f. pv. flaccumfaciens também causa uma doença na cultura da soja (*Glycine max*), ainda não detectada no Brasil, denominada de “tan spot” (Dunleavy et al., 1983). Visando avaliar o comportamento de 20 cultivares de soja perante um isolado de *C. f. pv. flaccumfaciens* proveniente de feijoeiro, Maringoni & Souza (2003) observaram baixos níveis de severidade da doença, independente do método de inoculação utilizado. Segundo Behlau & Leite Jr. (2002), *C. f. pv. flaccumfaciens* também pode infectar plantas de feijão vagem (*Phaseolus sp.*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e feijão mungo (*Vigna radiata*).

Avaliando a relação entre a infecção de raízes de feijoeiro por nematóides e a irrigação na incidência e disseminação da murcha-de-curtobacterium, Schuster (1959) notou que, somente em condições de casa-de-vegetação, *C. f. pv. flaccumfaciens* foi disseminada através da água de irrigação em uma distância de aproximadamente sete metros. A maior porcentagem de plantas murchas esteve positivamente relacionada com os tratamentos em que houve a combinação de ovos de *Meloidogyne incognita* com a suspensão bacteriana.

Rickard & Walker (1965) inocularam *C. f. pv. flaccumfaciens*, através de diferentes métodos, em plantas de feijão aos 12 (folha primária) e 26 dias de idade (terceira folha trifoliada totalmente expandida). Foi possível concluir que o método de inoculação

através da inserção de uma agulha imersa em colônias bacterianas com 48 h de idade, no nó cotiledonar, foi o mais efetivo, aproximando-se da infecção natural decorrente de sementes infectadas. As inoculações através de ferimento no pecíolo, folha e raízes foram menos efetivas e os sintomas desenvolveram-se mais lentamente quando foram empregadas plantas mais velhas. Avaliando o efeito da concentração de inóculo e da idade de plantas de feijão cv. Carioca no desenvolvimento da murcha-de-curtobacterium, Behlau & Leite Jr. (2001) concluíram que as plantas inoculadas aos sete dias de idade apresentaram maior severidade da doença, independente da concentração de inóculo empregada. Foi possível observar que todas as plantas se apresentaram doentes quando inoculadas aos 7, 14 e 21 dias de idade com a concentração de inóculo de 10^8 ufc/mL.

O controle recomendado da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro está baseado somente no uso de sementes sadias, rotação de culturas e cultivares com algum nível de resistência genética (Hall, 1991).

Buscando o controle de *C. f. pv. flaccumfaciens* através da indução de resistência, Soares & Maringoni (2002) verificaram que a aplicação de diferentes doses de acibenzolar-S-methyl, através do tratamento de sementes (25, 50 e 75 g i.a. 100 Kg^{-1}) e de pulverização foliar (50, 100 e 250 μg i.a. mL^{-1}), não contribuiu de forma significativa na inibição dos sintomas em feijoeiro cultivar IAC-Carioca. A ineficiência da indução de resistência à murcha-de-curtobacterium foi atribuída à rápida taxa de multiplicação bacteriana e à menor sensibilidade que bactérias fitopatogênicas costumam ter a reações oxidativas. Por meio da pulverização foliar de acibenzolar-S-methyl ($100 \mu\text{g}$ i.a. mL^{-1}) nas cultivares IAC Carioca, IAC Carioca Akytã e IAC Carioca Pyatã, Soares et al. (2004) também evidenciaram a ineficiência deste produto em induzir resistência a murcha-de-curtobacterium, mesmo na cultivar resistente.

Além da conscientização de pequenos agricultores por meio da extensão rural e da condução de pesquisas participativas, Nelson et al. (2001) relataram que o controle satisfatório de doenças de plantas em sistemas de produção agrícola com baixa ou nula utilização de insumos também pode ser obtido por meio de práticas culturais adequadas e o cultivo de variedades com resistência genética. Dentre os principais objetivos dos programas de melhoramento do feijoeiro no Brasil, está a procura por fontes de resistência múltiplas e confiáveis às principais doenças, como a murcha-de-curtobacterium (Carbonell, 2001).

Em estudos pioneiros, Coyne et al. (1965) verificaram, com cruzamentos entre parentais de feijoeiro suscetíveis e tolerantes à *C. f. pv. flaccumfaciens*, que a suscetibilidade à murcha-de-curtobacterium foi determinada por dois genes dominantes e complementares e, na ausência destes, houve reação de tolerância. Em condições de casa-de-vegetação, com média de temperatura ao redor de 21°C, Coyne et al. (1966) concluíram que as linhagens PI 165078 e PI 136725 foram resistentes à murcha-de-curtobacterium. Em condições de campo, quando houve temperaturas demasiadamente elevadas (33-38°C) na fase de formação de vagens, somente a linhagem PI 136725 se tornou suscetível. Após cortes histológicos, não foi verificada relação entre a tolerância à bactéria e o tamanho dos vasos do xilema. Entretanto, notou-se uma grande população bacteriana nos vasos xilemáticos da cultivar suscetível GN 1140, enquanto que na linhagem resistente PI 165078 somente alguns vasos estavam ocupados por células bacterianas, concordando com os resultados observados por Maringoni (2002), através de microscopia eletrônica de varredura. Schuster et al. (1982) inocularam, por meio de atomização, um isolado mutante de *C. f. pv. flaccumfaciens* com resistência à estreptomicina em quatro genótipos de feijoeiro com diferentes níveis de resistência a murcha-de-curtobacterium. Após avaliarem periodicamente a habilidade epífita do isolado na superfície de folhas trifolioladas, foi demonstrado que as cultivares resistentes Emerson e PI 165078, ao contrário das suscetíveis, desfavoreceram a taxa de multiplicação bacteriana aos três e sete dias após a inoculação. Sugeriu-se que, quando se empregam genótipos resistentes, pode-se descartar a adoção de medidas de controle adicionais para esta doença e obter plantas que produzam sementes livres de *C. f. pv. flaccumfaciens*.

Dentre as cultivares e linhagens resistentes encontradas na literatura, não era possível encontrar materiais recomendados para o cultivo no Brasil até poucos anos atrás. Maringoni (2002) avaliou o comportamento de 40 cultivares brasileiros de feijoeiro a dois isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens*, sob condições de casa-de-vegetação. Observou-se que as cultivares IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã e IAC Carioca Pyatã mostraram-se resistentes e com menor redução da matéria seca da parte aérea em comparação com as suscetíveis. Aventou-se a hipótese de que os genes que conferem resistência ao crestamento bacteriano comum, causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, são diferentes dos que condicionam resistência à *C. f. pv. flaccumfaciens*, pois as variedades IAPAR 14, IAPAR 16 e IAPAR 31 foram suscetíveis à doença. Porém, avaliando a reação de 22 genótipos de feijoeiro

de importância econômica e linhagens promissoras perante a *murcha-de-curtobacterium*, Leite Jr & Behlau (2001) verificaram que os genótipos IAPAR 14, IAPAR 31 e IAC Tybatã apresentaram um certo nível de resistência, e que a cultivar IAPAR MD 841 mostrou-se tolerante a *C. f. pv. flaccumfaciens*. Rava & Costa (2003) inocularam 61 genótipos de feijoeiro com um isolado de *C. f. pv. flaccumfaciens* e notaram que as variedades Ouro Branco e IPA 9 foram resistentes e que IAPAR 31, IAC Carioca Pyatã e IAC Carioca Aruã tiveram reação de resistência moderada. Rava et al. (2002) avaliaram 74 cultivares locais de feijão, coletadas na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e, como estes materiais se caracterizaram por misturas de genótipos, foram obtidas algumas plantas com reação de resistência em 22 materiais, que foram coletados e avaliados para serem incorporadas ao Programa de Resistência Genética do Feijoeiro Comum a Doenças, da Embrapa Arroz e Feijão (GO). Rava et al. (2003) constaram que as cultivares locais de feijoeiro ‘CF 800375’, ‘Coquinho Enxofre’, ‘Feijão Baetão’, ‘Mulatinho MG’ e ‘Vermelho 1 Epamig’ foram resistentes ao isolado Cff CNF 04, de *C. f. pv. flaccumfaciens*. Também com o objetivo de buscar fontes de resistência à *murcha-de-curtobacterium* do feijoeiro, Souza et al. (2004) avaliaram 333 genótipos pertencentes ao banco de germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas (SP). Destes, foi possível classificar os materiais em altamente resistentes (29 genótipos), resistentes (13), moderadamente resistentes (18) e suscetíveis (273).

4.3. Relação entre nutrição mineral e doenças de plantas

A aplicação de fertilizantes é uma prática usual no processo de produção agrícola, sendo que os macro e micro elementos estão intimamente ligados ao desenvolvimento, à produtividade e mudanças na fisiologia do vegetal (Engelhard, 1990). Conseqüentemente, os nutrientes minerais podem exercer um efeito secundário nas plantas, como aumentar ou diminuir a resistência ou a tolerância a patógenos (Zambolim & Ventura, 1993).

Segundo Marschner (1995), a resistência de plantas a determinados patógenos engloba mecanismos controlados geneticamente e são influenciadas por fatores ambientais. Desta forma, o estado nutricional das plantas se torna um destes fatores e pode ser manipulado visando a otimização do controle de doenças.

Todos os elementos minerais essenciais podem ser considerados importantes em relação à incidência ou severidade de doenças de plantas. Segundo Huber (1990), o papel dos nutrientes sobre as doenças pode ser determinado pelo efeito da fertilização mineral na severidade da doença, pela comparação da concentração dos elementos minerais nos tecidos de cultivares resistentes e suscetíveis, pela correlação entre condições que influenciam a disponibilidade de minerais com a incidência ou severidade de doenças ou a pela combinação destes métodos.

A condição nutricional da cultura também pode propiciar ou não a sobrevivência epífita de patógenos, com importantes implicações epidemiológicas, além de induzir diferentes manifestações de sintomas. McGuire et al. (1991) constataram que adubações com elevadas doses de nitrato de amônio (NH_4NO_3) e cloreto de potássio (KCl) reduziram a população de *Xanthomonas vesicatoria* em folhas de tomateiro, resultando numa menor severidade da doença. Paiva et al. (1996) verificaram que de acordo com a dose da adubação potássica e nitrogenada, houve alteração dos sintomas causados por *Erwinia* spp. em plantas de batata. Com o incremento das doses de N, independentemente das adubações potássicas, houve uma redução do número de plantas com canela preta e um aumento na podridão das hastes.

Contudo, o efeito de cada elemento mineral na incidência ou na severidade de doenças em plantas não deve ser generalizado e pode haver diferentes reações de acordo com o patossistema avaliado.

4.4. Interação entre nitrogênio e doenças de plantas

O nitrogênio é um elemento extremamente importante para os vegetais, pois se combina em cadeias orgânicas, se encontra em mais de uma centena de aminoácidos e, conseqüentemente, participa da constituição da clorofila e de proteínas com ação enzimática, com atuação em processos metabólicos (Raij, 1991). De acordo com Engels & Marschner (1995), o excesso de N absorvido pela planta reduz os teores de fósforo e potássio nas plantas, induz alterações em sua morfologia e ocasiona um desvio na rota bioquímica dos produtos da fotossíntese com alterações químicas no tecido vegetal, favorecendo a incidência de doenças.

Existem diversos relatos sobre a influência do N sobre a incidência e severidade de doenças de plantas, pela alteração de seus constituintes físicos e bioquímicos. A adubação nitrogenada de plantas também pode influenciar os teores dos nutrientes encontrados em suas sementes e, com isso, sua sanidade. Tanaka et al. (2000) avaliaram o efeito da adubação, com diferentes doses de N, na qualidade sanitária de sementes de trigo. Foi observado o aumento na incidência de diversos patógenos nas sementes de acordo com o uso de doses crescentes de N, principalmente *Bipolaris sorokiniana*, na cultivar IAC-24.

A adubação em diferentes estádios de desenvolvimento de uma cultura pode acarretar diferentes reações desta a patógenos (Huber, 1990). Avaliando o efeito de três doses de uréia e o momento da adubação nitrogenada em oito variedades de arroz, com diferentes níveis de resistência a *Pyricularia grisea*, Long et al. (2000) observaram que a aplicação da dose 1,5 maior que a recomendada aumentou de forma significativa a incidência e o tamanho de lesões foliares de brusone, independentemente do genótipo empregado. A incidência e a severidade desta doença também foram superiores quando a adubação nitrogenada foi realizada em uma única aplicação antes da inundação, em variedades suscetíveis e muito suscetíveis.

Apesar da adubação nitrogenada não ser uma prática recomendada para a cultura do amendoim na Carolina do Norte, E.U.A., Pataky et al. (1984) constataram que a aplicação de 168 Kg/ha de N, na forma de NH_4NO_3 , reduziu a incidência da podridão negra, causada por *Cylindrocladium crotalariae*. Os autores verificaram que altas doses de N reduziram a nodulação das plantas e, conseqüentemente, os sítios de infecção de *C. crotalariae*. Entretanto, o efeito do controle da doença foi anulado pela baixa produtividade dos amendoizeiros, decorrente da falta de simbiose com as bactérias nitrificantes.

A severidade de doenças em plantas pode ser influenciada pela forma nítrica ou amoniacal do N, decorrente de alterações na resistência, no desenvolvimento, em constituintes químicos e nos exudatos do hospedeiro, nas interações microbiológicas, na acidez e na rizosfera do solo ou através de um efeito direto no patógeno. Doenças vasculares de etiologia bacteriana são grandemente afetadas pela forma em que o N se encontra disponível para a planta, relacionada com a preferência do patógeno por fontes orgânicas ou inorgânicas (Huber & Watson, 1974). Elmer (1997) verificou que aplicações de nitrato de cálcio proporcionaram uma maior redução da podridão de raízes em beterraba, causada por

Rhizoctonia solani, quando comparadas com o uso de sulfato de amônio[(NH₄)₂SO₄]. A combinação destes adubos nitrogenados com cloreto de sódio aumentou a concentração de manganês (Mn) na planta, havendo evidências da ação do íon cloro na supressividade de *Rhizoctonia solani*. Avaliando o controle de *Magnaporthe poae* em gramados, através do uso de diferentes adubos, Thompson et al. (1995) constataram uma queda de 75% na severidade da doença por meio do uso de sulfato de amônio, quando comparado com nitrato de cálcio. Notou-se uma leve diminuição da acidez do solo na região da rizosfera das plantas e a ausência da influência do cloro na ocorrência da doença, através da adubação com KCl. Woltz e Engelhard (1975) observaram uma maior redução na severidade da murcha-de-fusarium em crisântemo, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *tracheiphilum*, através do uso exclusivo de adubos nítricos em comparação com o tratamento que recebeu N nítrico e amoniacal.

O morangueiro pode ser afetado por um complexo de doenças radiculares, denominado de podridão negra de raízes, causado pela associação da infecção de *Rhizoctonia fragariae*, *Pratylenchus penetrans*, *Pythium* spp., *Iridella* spp., *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp. e de bactérias Gram negativas. Elmer & LaMondia (1999) avaliaram a rotação de culturas com gramíneas e a nutrição mineral na supressão da podridão negra de raízes em morangueiro. A adubação com sulfato de amônio diminuiu a severidade da doença, possivelmente por ter reduzido o pH do solo próximo a rizosfera, alterado a flora microbiana nesta região e elevado o teor de Mn, N, K e zinco (Zn) nas folhas das plantas de morango, quando comparado com a adubação com nitrato de cálcio.

Festuca arundinaceae é uma grama muito cultivada no sudeste dos E.U.A., pois possui grande tolerância ao sombreamento, facilidade de instalação e ausência de dormência no inverno. Entretanto, Burpee (1995) verificou que a adubação com 48,8 Kg/ha de N, aplicado na forma de uréia, aumentou grandemente a severidade de *Rhizoctonia solani* nesta gramínea, quando comparada com o tratamento em que se aplicou metade desta dose. Gibbs et al. (1973) avaliaram o comportamento de 20 linhagens de uma poacea (*Poa pratensis*) a *Helminthosporium dictyoides* e *H. sorokinianum*, sob a influência de tratamentos culturais, tais como a altura de corte e adubação nitrogenada com nitrato de amônio. Foi constatado maior severidade nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada e maior altura de corte, não havendo correlação com os teores de açúcares analisados nas folhas.

Estudando a influência de práticas culturais na severidade de um complexo de doenças foliares de trigo, em decorrência da conversão de áreas de grande risco de erosão para o cultivo de cereais, Krupinsky & Tanaka (2001) observaram que a aplicação de N amoniacal reduziu a severidade de *Drechslera tritici-repentis*, *Stagonospora nodorum*, *S. avenae*, *Bipolaris sorokiniana* e *Septoria tritici*. Notou-se que o cultivo anterior com leguminosas não forneceu N suficiente para o trigo no inverno, havendo maior incidência destes patógenos.

4.5. Interação entre potássio e doenças de plantas

Segundo Malavolta & Crocomo (1982), o K participa diretamente ou indiretamente de diversos processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração, atuando como ativador de um grande número de enzimas encontradas na célula vegetal. Além disso, acredita-se que o K esteja envolvido com mecanismos de abertura e fechamento estomatal e que, ao apresentarem deficiência deste elemento, os vegetais passam a absorver mais ativamente N, Mg e Ca, com acúmulo de compostos nitrogenados livres. Huber & Arny (1985) relataram que o K possui grande relação com a redução da ocorrência e da severidade de doenças em plantas, agindo na redução do potencial de inóculo e elevando o acúmulo de fitoalexinas e fenóis ao redor dos sítios de infecção.

Hillocks & Chinodya (1989) observaram a maior ocorrência de *Alternaria macrospora* em plantas de algodoeiro demonstrando sintomas de deficiência de K. A diferença na suscetibilidade das cultivares Albar G 501 e HA-1 esteve diretamente relacionada à intensidade da deficiência de K e, após a adubação com fertilizante potássico, houve redução da severidade da doença e dos sintomas de deficiência.

Por consequência do aumento das doses de K, Sij et al. (1985) verificaram a redução na severidade da antracnose e da podridão de sementes de soja, causadas por *Colletotrichum dematium* e *Phomopsis* spp., respectivamente. Estes resultados concordaram com os obtidos por Ito et al. (1994), que notaram uma maior incidência de *Phomopsis* spp. em sementes obtidas de plantas de soja cultivadas em solo que não recebeu

adubação potássica, havendo uma menor incidência quando os teores foliares de K variaram de 1,56 a 1,67 %.

Ito et al. (1993) avaliaram a incidência da queima foliar, causada por *Cercospora kikuchii*, em soja cultivada sob o efeito residual de quatro doses de K. A adubação potássica aumentou significativamente a concentração de K nas folhas, estando correlacionada negativamente com a incidência da doença e, positivamente, a produtividade.

Em Bento Quirino, SP, ocorreram chuvas pesadas na fase de maturação da soja cultivar Santa Rosa e, posteriormente, constatou-se grande incidência de *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* em hastes, vagens e sementes. Entretanto, Mascarenhas et al. (1976) relataram que plantas de soja, cultivadas em tratamentos que receberam adubação potássica, não apresentaram a doença. Através de análises foliares, não foi possível correlacionar o teor de K e a intensidade da doença.

Mascarenhas et al. (1997) avaliaram diferentes concentrações de inóculo de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, cinco doses de K e épocas de avaliação na severidade do cancro da haste da soja, em condições de casa-de-vegetação. Foi possível verificar que o K atrasou a evolução da doença, que as maiores concentrações de inóculo não permitiram evidenciar o efeito do K sobre a doença e que a maior dose empregada (400 ppm) causou o desequilíbrio de cátions com, conseqüentemente, aumento da severidade. A partir destes resultados, foi indicado o uso de doses adequadas de K como uma forma de controle do cancro da haste da soja. Mascarenhas et al. (1998) constataram uma grande redução na severidade do cancro da haste da soja no tratamento com uma dosagem intermediária de K₂O (120 Kg/ha) e índice de saturação de bases (V %) de 40 %, alcançado por meio da calagem. Em condições de solo mais alcalino, com V % de 60 e 80 %, os níveis de K não afetaram significativamente o desenvolvimento do patógeno.

Durante quatro anos, Pacumbaba et al. (1997) estudaram o efeito de diferentes formulações e doses de fertilizantes sobre a incidência de doenças na cultura da soja em Alabama, EUA. Foi observado que as plantas adubadas somente com K apresentaram as maiores incidências de *Phytophthora megasperma* (PRR) e do Vírus do Mosaico da Soja (SMV), pouca incidência de *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* e as menores produtividades. Entretanto, as adubações com a formulação completa (N:20-P₂O₅:20-K₂O:20)

foram as recomendadas por resultarem em menores incidências de PRR e SMV e alcançarem as maiores produtividades.

Através do cultivo de mudas de cafeeiro em solução nutritiva circulante, Pozza et al. (2001) verificaram aumento da severidade de *Cercospora coffeicola* de acordo com a elevação das doses de K e a redução da área abaixo da curva de progresso do número de lesões por folha, através do incremento da adubação nitrogenada. As doses de N e K avaliadas não interferiram significativamente na incidência da mancha-de-olho-pardo. Estes resultados concordaram com aqueles obtidos por Pozza et al. (2000).

Com o objetivo de avaliarem o efeito de aplicações foliares *in vivo* de N e K sobre manchas foliares causadas por *Alternaria solani*, em tomate e batata e *A. macrospora* em algodão, Blachinski et al. (1996) empregaram uréia, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl, K_2SO_4 e KH_2PO_4 . Em condições de laboratório, concluiu-se que estes sais não inibiram a germinação nem o crescimento micelial dos patógenos. Folhas destacadas de tomateiro, pulverizadas com KNO_3 , apresentaram menores diâmetros de lesões de *A. solani* e somente o tratamento com uréia, em folhas de algodão, foi capaz de apresentar menor severidade de *A. macrospora*. Contudo, em condições de campo não foram verificadas a redução da severidade nem a indução de resistência em algodoeiros e tomateiros, através da aplicação foliar de uréia ou KNO_3 , às manchas foliares causadas por *Alternaria* sp.

Copes & Hendrix (1996) estudaram a relação da taxa de NO_3/NH_4 e os teores de N e K com a severidade da podridão radicular do amor-perfeito (*Viola x wittrockiana*), causada por *Thielaviopsis basicola*, procurando-se obter informações para viabilizar seu controle através de práticas culturais, como alternativa ao controle químico. Concluiu-se que a taxa NO_3/NH_4 de 1:3 foi o fator nutricional mais importante, pois a forma amoniacal do N induziu a redução de 56 % na ocorrência do patógeno com relação à taxa de 1:0. Quanto ao K, sua aplicação reduziu os sintomas de toxicidade de NH_4 e aumentou levemente a incidência da doença.

4.6. Interação entre nitrogênio, potássio e doenças bacterianas

O efeito de diferentes doses e formas de fertilizantes, em plantas de *Chrysanthemum morifolium* inoculadas com *Erwinia chrysanthemi*, foi avaliada por

McGovern et al. (1985). Observaram-se que doses elevadas de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e de 20-10-20 proporcionaram as maiores extensões de necrose na medula das plantas e que a maior suscetibilidade, em plantas adubadas com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e NH_4NO_3 , foi verificada nas doses intermediárias. Concentrações elevadas de N nos tecidos vasculares, na forma nítrica não reduzida, geraram condições não favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, pela alteração da acidez, da pressão osmótica ou pela produção e acúmulo de aminoácidos ou compostos inibitórios à bactéria. Haygood et al. (1982) pesquisaram a influência de diferentes doses de NH_4NO_3 e K_2SO_4 na severidade de *E. chrysanthemi* em folhas de *Philodendron selloum* e verificaram que doses elevadas de N induziram uma menor severidade da doença e um menor desenvolvimento vegetal e que, somente em baixos níveis de N, as doses crescentes de K favoreceram o aumento da taxa de desenvolvimento da doença.

Köseoglu et al. (1996) avaliaram o teor de macro e micro elementos em folhas e ramos de plantas de pereira, cultivar Santa Maria, infectadas naturalmente com *E. amylovora*. Foi possível estabelecer uma correlação negativa entre altos teores de K e a incidência da doença, e positiva de acordo com o incremento da relação N/K nos tecidos avaliados, indicando que o K exerceu grande influência na penetração e colonização de *E. amylovora* nos tecidos das árvores.

Fornecendo diferentes doses de KNO_3 e CaNO_3 a plantas de pimentão, através de fertirrigação, Carballo et al. (1994) constataram o apodrecimento de 100% de frutos, após inoculação com *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, devido a uma pequena influência da nutrição mineral no progresso da doença. Bartz et al. (1979) verificaram que houve o aumento da suscetibilidade de frutos de tomate, a *E. c.* subsp. *carotovora*, de acordo com a elevação da relação N/K na nutrição mineral empregada. Através de infecção artificial de tubérculos de batata, Gomez et al. (1989) notaram que aqueles gerados de plantas adubadas com menores doses de N e K foram mais suscetíveis a *E. c.* subsp. *carotovora*.

Empregando-se o fertilizante 19-6-12 em *Schefflera arboricola*, Chase & Jones (1986) concluíram que a aplicação de doses de até seis vezes acima da recomendada reduziu o tamanho e o número de lesões de *Pseudomonas cichorii* por folha. Visando determinar o efeito da adubação nitrogenada sobre a podridão bacteriana do brócolis, causada por *P. marginalis*, Canaday & Wyatt (1992) verificaram que a incidência e a severidade desta doença aumentaram com o incremento da quantidade de N aplicada em uma

cultivar suscetível, não havendo correlação entre dose e doença quando foi empregada uma cultivar resistente.

Silva Jr. (1986) avaliou a influência da adubação mineral e orgânica na resistência de plantas de repolho a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, agente causal da podridão negra das crucíferas. Concluiu-se que plantas adubadas com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, na ausência de KCl e de esterco de curral, apresentaram 41 e 62% de incidência da doença, respectivamente, e que aquelas adubadas com esterco de curral apresentaram uma incidência de 60% da doença. O incremento da doença no tratamento que recebeu adubação orgânica ocorreu pelo maior desenvolvimento vegetativo das plantas e, conseqüentemente, o aumento da umidade relativa em torno da superfície foliar.

Visando obter o controle de *X. c.* pv. *syngonii* através da nutrição mineral em *Syngonium podophyllum*, Chase (1989) constatou que doses intermediárias ou elevadas de N, combinadas com altas doses de K, resultou na menor severidade da doença e que estes elementos, isoladamente, apresentaram uma maior interferência na expressão dos sintomas do que a relação entre N/K. Chase & Poole (1987) observaram que aplicações do fertilizante 19:6:12 acima do recomendado reduziram a severidade de *X. c.* pv. *hederae* nas folhas das plantas ornamentais *Brassaia actinophylla* e *Schefflera arboricola*.

Mediante o cultivo de plantas de algodoeiro em soluções nutritivas com diferentes concentrações de elementos minerais, Salgado & Balmer (1975) relacionaram a redução do tamanho das lesões foliares com as doses decrescentes de N, em cultivares suscetíveis a *X. c.* pv. *malvacearum*. Estes resultados concordaram com aqueles obtidos por Salgado et al. (1984), que ainda correlacionaram positivamente o tamanho de lesões causadas por *X. c.* pv. *malvacearum* e o maior teor de N nas folhas inferiores de algodoeiro.

Porém, são escassas as informações que demonstram a interação entre doses de fertilizantes nitrogenados e potássicos e a severidade de doenças de etiologia bacteriana que ocorrem no feijoeiro. Avaliando a interferência de fatores ambientais, como a temperatura e a condição nutricional, no desenvolvimento do crestamento de halo e do crestamento bacteriano comum, Patel & Walker (1963) notaram que níveis muito altos e baixos de N e K retardaram a severidade destas doenças em folhas de feijoeiro da cultivar Red Kidney (suscetível). Biazon et al. (2000 e 2004) empregaram o cultivo de feijoeiros 'IAC-Carioca' e 'IAPAR 14' em solução nutritiva e avaliaram a influência de diferentes

concentrações de N na severidade do crestamento bacteriano comum, causado por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* e verificaram a tendência do nitrogênio em reduzir os sintomas desta doença. Mediante a condução de plantas de feijão em vasos e em condições de casa-de-vegetação, Biazon (2003) não verificou efeito significativo da adubação com uréia, nitrato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de potássio e de sulfato de amônio e nem de diferentes doses de cloreto de potássio e sulfato de potássio, na suscetibilidade das cultivares IAC Carioca (suscetível) e IAPAR 31 (moderadamente resistente) ao crestamento bacteriano comum.

Em um trabalho pioneiro, Rickard & Walker (1965) estudaram a influência de diferentes condições nutricionais de plantas de feijoeiro à murcha-de-curtobacterium. Não foi possível estabelecer uma relação entre a severidade de *C. f.* pv. *flaccumfaciens* e as concentrações de N e K, possivelmente existindo uma interação dos sintomas da doença mais relacionado com os compostos elaborados pelas plantas do que com os teores de minerais inorgânicos. Entretanto, Maringoni (2003) avaliou os teores de N, P, K, cálcio, magnésio e enxofre na massa de matéria seca da parte aérea de plantas de feijoeiro das cultivares IAC Carioca Aruã, IAC Carioca Pyatã, IAC Carioca Akytã, Pérola e IAC Carioca, inoculadas ou não com um isolado de *C. f.* pv. *flaccumfaciens*. Foi possível concluir que na parte aérea de plantas de feijoeiro infectadas houve reduções de macronutrientes, principalmente nos teores de N, P, K, Ca e Mg, sendo mais acentuada nas cultivares suscetíveis que nas resistentes à murcha-de-curtobacterium.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e no Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), Chapecó, SC. A quantidade de nutrientes da parte aérea das plantas de feijão foi avaliada no Laboratório de Análise Foliar da Epagri, Estação Experimental de Caçador, Caçador, SC.

5.2. Ocorrência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina

Plantas de feijão com sintoma típico de murcha foram amostradas mediante visitas a lavouras comerciais e experimentais e por meio do encaminhamento de plantas de feijão, por agricultores e técnicos ligados à agropecuária, ao Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf para fins de diagnose de doenças. A metodologia de coleta de plantas a campo foi semelhante àquelas descritas por Maringoni & Komori (1989), que procuraram verificar a distribuição de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* em lavouras de feijoeiro no Estado do Paraná e por Coelho Netto et al. (2004), que realizaram o levantamento da murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, em plantios de hortaliças e bananais no Estado do Amazonas. Caminhou-se em

zigue-zague por toda a lavoura, indicada por técnicos de cooperativas e pesquisadores e extensionistas rurais da Epagri. Desta forma, não foi estabelecido um número exato de lavouras de feijão por municípios e o critério de escolha foi buscar aquelas que pudessem representar os feijoais do município.

Após o acondicionamento de plantas inteiras com sintomas de murcha em sacos de papel e o envio ao laboratório, realizaram-se os procedimentos necessários para o isolamento de bactérias da região do colo e/ou da base de pecíolos, segundo a metodologia descrita por Maringoni (1995) e Mariano & Silveira (2000).

Fragmentos de tecidos, retirados da área de transição entre o tecido sadio e o doente do colo e/ou da base do pecíolo de plantas com sintomas de murcha, foram desinfestados superficialmente com álcool 70% por 30 segundos e, posteriormente, com hipoclorito de sódio a 2% por um minuto. Estes fragmentos foram lavados com água destilada esterilizada e triturados com o auxílio de um bastão de vidro previamente flambado, de forma a extravasar o conteúdo celular. Semeou-se a suspensão obtida em meio de cultura nutriente-sacarose-ágar (NSA), constituído de peptona - 5,0 g, extrato de carne - 3,0 g, sacarose - 5,0 g, ágar - 15 g e água destilada - 1000 mL, e procedeu-se à incubação a 28°C por 48 h.

Após o desenvolvimento de colônias bacterianas, foi realizada a purificação de *C. f. pv. flaccumfaciens*, a partir da transferência de colônias típicas e isoladas para tubos de ensaio contendo água destilada esterilizada. Após agitação, foram repicadas alíquotas em NSA e incubadas a 28°C por 48 h.

Realizou-se a reação diferencial de Gram após o cultivo dos isolados purificados, a fim de verificar se estavam em concordância com a descrição de *C. f. pv. flaccumfaciens* (Davis & Vidaver, 2001). A reação diferencial de Gram foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Maringoni (1995): fixação, em lâmina de vidro, de uma suspensão bacteriana obtida da trituração do tecido vegetal doente; deposição de solução de cristal violeta na superfície da lâmina por 1 minuto, seguido de escorrimento e lavagem em água corrente; deposição de solução de lugol na superfície da lâmina por 1 minuto seguido de escorrimento e lavagem em água corrente; lavagem da lâmina com álcool acetinado (70 mL de álcool + 30 mL de acetona); lavagem em água corrente; deposição de solução de safranina na superfície da lâmina por 30 segundos, seguido de escorrimento e lavagem em água corrente; secagem da lâmina com ar quente ou papel de filtro; visualização ao microscópio, em

aumento de 1000 x com óleo de imersão. Procedeu-se ainda ao teste de solubilidade em hidróxido de potássio (KOH), de forma a complementar e confirmar os resultados da coloração diferencial de Gram, conforme sugerido por Ryu (1940). Para tanto, depositou-se uma gota de KOH numa lâmina de microscopia e transferiram-se pequenas alíquotas de suspensão bacteriana, com a homogeneização por 10 segundos com uma alça em aro. Quando não houve a formação de um fio viscoso, quando se levantou a alça de platina, considerou-se a bactéria como Gram positiva.

Os isolados foram inoculados em plantas de feijoeiro cv. Pérola para avaliar a patogenicidade. Três plantas úteis de feijão foram cultivadas em sacos plásticos, preenchidos com 2 L de solo de mata. Aos dez dias após a emergência, as plantas foram inoculadas mediante duas punções no epicótilo com uma alça reta previamente umedecida em colônias bacterianas, cultivadas por 96 h a 28°C em placa de Petri contendo meio de cultura N.S.A., de acordo com a metodologia empregada por Maringoni (2002). Foram empregadas plantas de feijoeiro contidas em três sacos plásticos por isolado e o tratamento testemunha foi representado pela punção com água destilada. As plantas foram mantidas sob condições de casa-de-vegetação e foi realizado o re-isolamento, em meio de cultura NSA, da bactéria presente em plantas sintomáticas, entre 15-30 dias após a inoculação.

Os isolados patogênicos foram cultivados em meio de cultura nutriente líquido (peptona - 5,0 g, extrato de carne - 3,0 g e água destilada - 1000 mL) com 7 % de NaCl, com o objetivo de se verificar a presença ou ausência da tolerância típica de *C. f. pv. flaccumfaciens* a esta concentração salina (Bradbury, 1986).

Posteriormente, procederam-se testes de exigências nutricionais com os isolados bacterianos, de acordo com a metodologia empregada por Maringoni et al. (2003). Estes, provavelmente de *C. f. pv. flaccumfaciens*, foram cultivados por duas vezes consecutivas em meio de cultura universal de crescimento da Biolog® (BUG), durante 24 h, a 30 °C. Colônias bacterianas desenvolvidas na superfície do meio BUG foram transferidas e homogeneizada em fluído inoculante e a suspensão resultante padronizada por colorimetria, a 20% de transmitância, no comprimento de onda de 600 nm. Cento e cinquenta microlitros da suspensão bacteriana foram depositados em cada um dos poços da microplaca (GP2 MicroPlate™), que continha 95 diferentes fontes de carbono. As microplacas foram incubadas em câmara úmida, a 30 °C, durante 24 h. Seguido o período de incubação, foi realizada a

leitura de cada um dos poços contendo as diferentes fontes de carbono atribuindo-se os sinais + (reação positiva), - (reação negativa) e \pm (reação variável). As reações obtidas da utilização das diferentes fontes de carbono foram plotadas e analisadas no programa MicroLog2™ System, para identificação de bactérias. Os resultados obtidos foram expressos em índice de similaridade do isolado que estava sendo analisado com um espécime bacteriano identificado existente no banco de dados do programa.

Os locais amostrados, nos quais a bactéria estava presente, foram plotados em um mapa do Estado de Santa Catarina.

5.3. Preservação dos isolados bacterianos

Isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens*, obtidos nas lavouras de feijão do Estado de Santa Catarina, foram preservados através do método da tira de papel (Takatsu, 1980) e da conservação em óleo mineral (Stead, 1990).

No primeiro caso, os isolados foram cultivados em meio NSA e incubados por 48 h a 28 °C. Posteriormente, retirou-se uma alçada da colônia bacteriana, que foi transferida para 4 mL de uma solução esterilizada de sacarose a 10 % adicionada de 1 mL de solução esterilizada de peptona a 10 %. Alíquotas de 10 μ L desta mistura foram colocadas em tiras de papel de filtro (0,5 x 3,0 cm) previamente esterilizadas e mantidas em placas de Petri contendo sílica-gel. As placas foram envolvidas em filme plástico e incubadas a 4 °C para que as tiras de papel perdessem umidade (4-5 dias). Assim que as tiras de papel apresentaram-se secas, as mesmas foram enroladas em papel alumínio, previamente esterilizado, e conservadas em geladeira (4 °C), em frascos hermeticamente fechados contendo sílica gel desidratada.

Para a preservação em óleo mineral, os isolados foram cultivados em meio inclinado de NSA e incubados a 28 °C por 48 h. Posteriormente, foi adicionado óleo mineral esterilizado até cobrir a superfície do meio de cultura e os tubos de ensaio foram lacrados com filme plástico e conservados em geladeira (4°C).

5.4. Reação de genótipos de feijoeiro a *C. f. pv. flaccumfaciens*

Avaliou-se o comportamento dos seguintes genótipos de feijão, do grupo carioca, perante o isolado FJ 36, de *C. f. pv. flaccumfaciens*: Carioca, CHC 97-29, TPS Bonito, TPS Magnífico, IPR Juriti, LP 9728, Pérola, SCS 202 - Guará, IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã e IAC Carioca Pyatã. Do grupo preto, foram avaliados os genótipos BRS Valente, CHP 97-26, CNPF 8104, Diamante Negro, Empasc 201 – Chapecó, TPS Bionobre, TPS Nobre, TPS Soberano, IAPAR 44, IPR Graúna, IPR 88 - Uirapuru, Sel. CP 9310635 e Xamego.

A metodologia de inoculação e condução das plantas foi aquela descrita no item 5.2. As características químicas do solo utilizado foram: Argila (%) = 57; pH (água 1:1) = 4,2; índice SMP = 4,3; P (mg.L⁻¹) = 5,6; K (mg.L⁻¹) = 94; M.O. (%) = 4,8; Al (cmolc.L⁻¹) = 3,7; Ca (cmolc.L⁻¹) = 2,9 e Mg (cmolc.L⁻¹) = 0,4. Foram empregados 21 t.ha⁻¹ (10,5 g.L⁻¹ de terra) de calcário dolomítico um mês antes da instalação do ensaio e, antes da distribuição do solo nos vasos, empregou-se 35 kg N.ha⁻¹ (17,5 mg.L⁻¹ de terra), 50 kg P₂O₅.ha⁻¹ (25,0 mg.L⁻¹ de terra) e 50 kg de K₂O.ha⁻¹ (25 mg.L⁻¹ de terra), conforme as recomendações de adubação e calagem para o Estado de Santa Catarina (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1994). Procurou-se distribuir os adubos de forma homogênea ao solo com o auxílio de uma betoneira.

O tratamento testemunha foi representado pelo uso de água destilada, ao invés de inóculo, nas punções em plantas da cultivar Pérola. As plantas permaneceram em condições de casa-de-vegetação.

Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco repetições, onde cada parcela experimental foi representada por um vaso contendo três plantas. A avaliação dos sintomas ocorreu aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a inoculação, empregando-se a escala descritiva adaptada por Maringoni (2002): 0 = sem sintomas de doença; 1 = sintoma de mosaico nas folhas; 2 = poucas folhas murchas (1 a 3 folhas, menos de 10% das folhas das plantas); 5 = aproximadamente 25% de folhas apresentando murcha e amarelecimento; 7 = aproximadamente 50% de folhas murchas, amarelecimento e necrose de folíolos, plantas com nanismo; 9 = aproximadamente 75% ou mais de folhas com murcha e/ou necrose, queda prematura de folhas, nanismo severo e ou morte da planta. As reações de

resistência e de suscetibilidade foram consideradas para notas médias de severidade até 2 e superiores a 2,1, respectivamente.

A partir dos valores de severidade obtidos, foi estimada a área abaixo da curva de progresso da murcha-de-curtobacterium em cada genótipo, de acordo com a fórmula: $AACPMC = \sum \{[(Y_1+Y_2)/2]*\Delta t\}$, onde Y_1 e Y_2 corresponderam aos valores de severidade para duas avaliações sucessivas dentro do mesmo bloco e Δt , o intervalo de tempo entre elas. Os valores de AACPMC foram submetidos à análise de comparação entre médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O controle das pragas que ocorreram durante o ensaio foi feito através de pulverizações com produtos registrados para a cultura.

5.5. Efeito de doses de nitrogênio na severidade da murcha-de-curtobacterium em feijoeiro

Foi avaliado o efeito de diferentes doses de nitrogênio na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro, empregando-se as cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202-Guará. Foram conduzidos três ensaios simultâneos para cada cultivar. No primeiro, retirou-se a parte aérea das plantas aos 10 DAS, que foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, e aferido o peso da matéria seca. Posteriormente, foram coletadas amostras compostas por 15 plantas de feijoeiro, distribuídas em cinco vasos, e enviadas para o Laboratório de Análise Foliar, Estação Experimental de Caçador, Epagri, para ser realizada análise química. No segundo ensaio, as plantas foram feridas no epicótilo aos 10 DAS com água destilada esterilizada, representando o tratamento testemunha e conduzidas por mais 25 dias. Neste momento, realizou-se a avaliação da severidade da murcha-de-curtobacterium e a parte aérea das plantas foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, pesada e destinada para análise química. Já no terceiro ensaio, as plantas foram inoculadas com o isolado FJ 36 e a avaliação da severidade da doença foi realizada conforme descrito no item 5.4. A condução deste ensaio ocorreu até os 25 dias após a inoculação e, após a última avaliação da severidade da doença, foi retirada a parte aérea e procederam-se a aferição da matéria seca e o encaminhamento das amostras para análise química.

O solo empregado foi coletado em barranco localizado em uma área não cultivada anteriormente, peneirado e protegido com lona plástica. Obteve-se uma amostra composta para se realizar a análise química e granulométrica, através da coleta de várias sub-amostras em vários pontos e profundidades. Posteriormente, retirou-se uma amostra de aproximadamente 500 g, que foi misturada e encaminhada para análise no Laboratório de Solos do Cepaf/Epagri. A análise química do solo empregado neste ensaio apresentou as seguintes características: argila (%) = 61; pH (água 1:1) = 6,9; índice SMP = 7; P (mg.L⁻¹) = 5,2; K (mg.L⁻¹) = 36; M.O. (%) = 1,0; Al (cmolc.L⁻¹) = 0,0; Ca (cmolc.L⁻¹) = 3,9 e Mg (cmolc.L⁻¹) = 2,4. A análise granulométrica mostrou a presença de 62,4 % de argila, 34,2 % de silte e 3 % de areia fina. Baseando-se nas recomendações de adubação e calagem para o Estado de Santa Catarina (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1994), foi incorporado ao solo o proporcional a 1,4 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico dois meses antes da instalação deste ensaio, permanecendo coberto com uma lona plástica em condições ambientais. A adubação básica foi utilizada no momento anterior à distribuição do solo nos vasos, empregando-se o proporcional a 75 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (37,5 mg.L⁻¹ de terra), na forma de superfosfato triplo. Procurou-se distribuir este adubo de forma homogênea no solo com o auxílio de uma betoneira. A quantidade de K₂O foi parcelada e aplicada em cobertura no momento das adubações, empregando-se 90 kg de K₂O.ha⁻¹ (45 mg.L⁻¹ de terra) na forma de cloreto de potássio, metade aos 10 dias após a semeadura (DAS) e o restante aos 17 DAS. Os tratamentos foram: + 50% da dose recomendada de N (150 kg.ha⁻¹ ou 75,0 mg.L⁻¹ de terra); + 25% da dose recomendada de N (125 kg.ha⁻¹ ou 62,5 mg.L⁻¹ de terra); dose recomendada de N (100 kg.ha⁻¹ ou 50,0 mg.L⁻¹ de terra); - 25% da dose recomendada de N (75 kg.ha⁻¹ ou 37,5 mg.L⁻¹ de terra) e - 50% da dose recomendada de N (50 kg.ha⁻¹ ou 25,0 mg.L⁻¹ de terra), na forma de uréia e aplicados na superfície do solo. Procurou-se manter o teor de umidade no solo próximo a capacidade de campo durante toda a condução do ensaio, por meio de irrigações periódicas. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições, sendo que cada parcela foi representada por um vaso contendo três plantas de feijoeiro.

As sementes das cultivares foram imersas em solução contendo benomyl a 0,25 g/L, durante 5 minutos e colocadas para pré-germinar, a 25 °C, em papel toalha umedecido, até a emissão da radícula. As sementes pré-germinadas foram transplantadas para os sacos plásticos, contendo 5 L de terra de barranco corrigida e adubada.

Os tratamentos com adubação nitrogenada foram parcelados e aplicados em duas vezes, aos 10 e aos 17 dias após a semeadura (DAS), diretamente na superfície do solo úmido, seguido de rega. Procurou-se manter o solo sempre com uma umidade próxima a capacidade de campo do mesmo, durante toda a condução do experimento.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão polinomial. Também foi realizada a análise de correlação linear de Pearson, buscando relacionar as variáveis entre si.

5.6. Efeito de doses de potássio na severidade da murcha-de-curtobacterium em feijoeiro

Este experimento foi conduzido de forma semelhante ao descrito no item 5.6, alterando-se somente o volume dos sacos plásticos para 8 L. O resultado da análise química do solo empregado neste ensaio apresentou as seguintes características: argila (%) = 62; pH (água 1:1) = 5,5; índice SMP = 6,4; P (mg.L^{-1}) = 2,2; K (mg.L^{-1}) = 31; M.O. (%) = 0,9; Al (cmolc.L^{-1}) = 0,0; Ca (cmolc.L^{-1}) = 2,1 e Mg (cmolc.L^{-1}) = 1,3. A análise granulométrica mostrou a presença de 62,4% de argila, 34,2% de silte e 3% de areia fina. Baseando-se nas recomendações de adubação e calagem para o Estado de Santa Catarina (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1994), foi incorporado ao solo o proporcional a $1,4 \text{ t.ha}^{-1}$ de calcário dolomítico dois meses antes da instalação deste ensaio, permanecendo coberto com uma lona plástica em condições ambientais. A adubação básica foi utilizada no momento anterior à distribuição do solo nos sacos plásticos, empregando-se o proporcional a 75 kg.ha^{-1} ($37,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra) de P_2O_5 , na forma de superfosfato triplo. Toda a quantidade de N foi aplicado em cobertura no momento das adubações com K_2O , empregando-se $100 \text{ Kg de N.ha}^{-1}$ (50 mg.L^{-1} de terra) na forma de uréia, metade aos 10 dias após a semeadura (DAS) e o restante aos 17 DAS. Os tratamentos foram: + 50% da dose recomendada de K_2O ($135,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $67,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra); + 25% da dose recomendada de K_2O ($112,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $56,2 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra); dose recomendada de K_2O ($90,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $45,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra); - 25% da dose recomendada de K_2O ($67,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $33,7 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra) e - 50% da dose recomendada de K_2O ($45,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ ou $22,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de terra), na forma de cloreto de potássio e aplicados na superfície do solo. Embora Rosolem (1996) tenha afirmado que não tem sido observada

influência da disponibilidade de água na resposta do feijoeiro à adubação com K, procurou-se manter o teor de umidade no solo próximo a capacidade de campo durante toda a condução do ensaio, por meio de irrigações periódicas.

5.7. Análise química e textural do solo

As análises química e granulométrica foram realizadas conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) e adotada pelos laboratórios integrantes da ROLAS (Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina). A amostra foi protocolada e submetida à estufa de circulação forçada a 40-45°C, por 48 horas, com a finalidade de perder água. Depois de seca, a amostra foi moída em moinho de martelo e peneirada em peneira com alvéolo de 2 mm.

A acidez potencial do solo foi avaliada pela mudança de pH de uma solução tamponada, obtendo-se o índice SMP, que apresenta alta correlação com o valor de H+Al. Este índice foi correlacionado com a quantidade de calcário necessária para atingir valores de pH adequados à cultura do feijoeiro. Os teores de fósforo e potássio foram obtidos por meio do método do extrator duplo ácido (Mehlich-1), que solubilizou parte do fósforo adsorvido pelos constituintes do solo e deslocou a maior parte do potássio trocável e “disponível”. Os teores de cálcio e magnésio foram obtidos após a extração do solo com cloreto de potássio (1 M) a pH pré-fixado, obtendo-se os teores “trocáveis”, enquanto o alumínio foi determinado por titulação do Al^{+3} por NaOH com indicador de azul de bromotimol. O teor de argila do solo, necessário para a interpretação da análise de fósforo “disponível” e separar os solos em cinco classes, foi determinado por densímetro, após dispersão do solo com solução de hidróxido de sódio e agitação. A matéria orgânica foi determinada empregando-se o método de oxidação por solução sulfocrômica com calor externo e determinação espectrofotométrica do Cr^{+3} .

A determinação da granulometria foi realizada mediante a separação das partículas individuais do solo em frações distintas, com propriedades físico-químicas diferenciadas, desde os colóides (< 0,002 mm) até calhaus (> 20 mm). A separação das partículas foi feita por agentes dispersantes (hidróxido de sódio) e ação mecânica (agitação). A determinação do teor de argila foi realizada pelo densímetro, ajustando-se o tempo de

sedimentação do silte conforme a temperatura da solução. Determinou-se também o peso da fração areia após 40 segundos de sedimentação e calculou-se o teor de silte por diferença.

8. Análise química da parte aérea

As análises químicas da parte aérea foram realizadas segundo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) modificada. As amostras foram obtidas por meio de cinco repetições, contendo três plantas cada. Foi coletada toda a parte aérea das plantas saudáveis, na época de inoculação, com nove dias e aos 25 dias e inoculadas, na última avaliação dos sintomas da murcha-de-curtobacterium (25 dias). Estas foram lavadas em água de torneira e, posteriormente, em água destilada em bandejas de plástico por duas vezes consecutivas, para que fossem eliminadas partículas de solo e resíduos que pudessem interferir nos resultados. Após o acondicionamento das amostras em sacos de papel, estas foram destinadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 60 °C. A preparação da amostra foi obtida por dupla moagem, triturando-se inicialmente o material seco em moinhos de facas até passar em malha de 2-3 mm de diâmetro e passagem da amostra em moinho tipo 'Wilie' (orifícios de 0,5 mm de diâmetro).

Foram realizadas análises dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg. O N foi analisado mediante extração por meio de digestão sulfúrica e determinado pelo método semi-micro Kjeldahl, utilizando-se catalizadores e alta temperatura (350-375°C). Na determinação do P total, a digestão da amostra foi realizada por meio do método nítrico-perclórico e a determinação em espectrofotometria, com uso de redutor vanadato/molibdato. Os elementos K, Ca e Mg foram determinados com espectrofotômetro de absorção atômica.

6. RESULTADOS

6.1. Ocorrência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina

Os resultados referentes à ocorrência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina encontram-se na Figura 1. Na Tabela 1 estão relacionados os municípios e os dados concernentes às lavouras visitadas durante a condução deste ensaio, tais como informações sobre as cultivares, ano e época de plantio, o estágio fenológico no momento da amostragem e o número de amostras obtidas e de isolados identificados como *C. f. pv. flaccumfaciens*. Foi possível encontrar focos de murcha-de-curtobacterium, representados por pelo menos uma planta de feijão com os sintomas típicos da doença, tanto em lavouras comerciais quanto em experimentais. Constatou-se a doença nos municípios de Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuacu, Ponte Serrada e Tigrinhos (Figura 1; Tabela 1).

As características culturais dos oito isolados demonstraram variabilidade na coloração das colônias bacterianas em meio N.S.A., após incubação a 28 °C, por 72 h (Tabela 2).

Tabela 1 – Amostras de feijoeiros, com sintoma de murcha, coletadas em municípios catarinenses e número de isolados de *C. f. pv. flaccumifaciens* (Cff) obtidos.

Município	Cultivar	Safra	Época de Semeadura	Estádio fenológico	Nº de amostras	Nº de isolados de Cff
Águas de Chapecó	Ligeirinha ¹	2003/04	Safra ³	R ₈	1	0
	SCS 202 Guará	2003/04	Safra	R ₈	2	0
Caibi	Carioca	2002/03	Safra	R ₇	2	0
Campos Novos	FC 2036 ¹	2002/03	Safra	R ₈	1	0
	Preto achatado ¹	2002/03	Safra	R ₈	1	0
	Preto brilhoso arredondado ¹	2002/03	Safra	R ₈	1	1
	FC 2041 ¹	2002/03	Safra	R ₈	1	0
	Cultivar local ²	2002/03	Safra	R ₈	1	0
	Cultivar local ²	2002/03	Safra	V ₃	2	0
Chapecó	Manteigão rajado vermelho e marrom	2002/03	Safra	V ₃	1	0
	Ligeirinha ¹	2002/03	Safra	V ₃	5	0
	Ligeirinha ¹	2003/04	Safra	R ₅	4	0
	Azulão ¹	2003/04	Safrinha ⁴	V ₃	1	0
	Juriti	2003/04	Safra	R ₅	1	0
	SCS 202 - Guará	2003/04	Safra	R ₅	1	0
	Pérola	2003/04	Safra	R ₅	5	3
Faxinal dos Guedes	Ligeirinha ¹	2003/04	Safra	V ₄	2	1
Guatambu	Pérola	2003/04	Safra	R ₈	1	1
Ouro Verde	Pérola	2003/04	Safra	R ₇	1	0
Palmitos	Cultivar local ²	2002/03	Safra	R ₈	4	0
	Carioca	2002/03	Safra	R ₈	1	0
	Ligeirinha ¹	2002/03	Safra	R ₈	1	0

¹Cultivares locais coletadas no Estado de Santa Catarina; ²Cultivares não identificadas; ³Safra, primeira safra ou safra das águas; ⁴Safrinha, segunda safra ou safra da seca.

Continua

Tabela 1 - Continuação da Tabela 1.

Município	Cultivar	Safra	Época de semeadura	Estádio fenológico	Nº de amostras	Nº de isolados de Cff
Ponte Serrada	(TPS Nobre x Diamante Negro) Ligeirinha ¹	2002/03	Safra ³	R ₈	1	1
		2003/04	Safra	R ₈	1	0
São Carlos	Cultivar local ² SCS 202 - Guará	2002/03	Safra	R ₇	2	0
		2002/03	Safra	R ₇	1	0
Tigrinhos	SCS 202 - Guará	2003/04	Safra	R ₈	1	1
Total					46	8

¹Cultivares locais coletadas no Estado de Santa Catarina; ² Cultivares não identificadas; ³ Safra, primeira safra ou safra das águas.

Tabela 2 – Características dos isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* obtidos em lavouras de feijão do Estado de Santa Catarina.

Isolado	Município	Genótipo	Coloração diferencial de Gram	Tolerância a 7% de NaCl	Coloração da colônia ²	Patogenicidade ³	Índice de similaridade Biolog ⁴
FJ 33	Ponte Serrada	(TPS Nobre x Diamante Negro)	+	+	Creme	+	0,720
FJ 36	Campos Novos	Preto brilhoso arredondado ¹	+	+	Creme	+	0,681
FJ 71	Guatambu	Ligeirinha ¹	+	+	Laranja	+	0,698
FJ 72	Faxinal dos Guedes	Pérola	+	+	Salmão	+	0,791
FJ 73	Faxinal dos Guedes	Pérola	+	+	Creme	+	0,736
FJ 74	Faxinal dos Guedes	Pérola	+	+	Salmão	+	0,698
FJ 75	Tigrinhos	SCS 202 - Guará	+	+	Creme	+	0,698
FJ 81	Ipuaçú	Pérola	+	+	Creme	+	0,720

¹Cultivar local

²Meio de cultura nutriente-sacarose-ágar.

³Inoculação em plantas de feijoeiro cv. Pérola.

⁴ *Curtobacterium flaccumfaciens* (Sistema MicroLog2™ System)

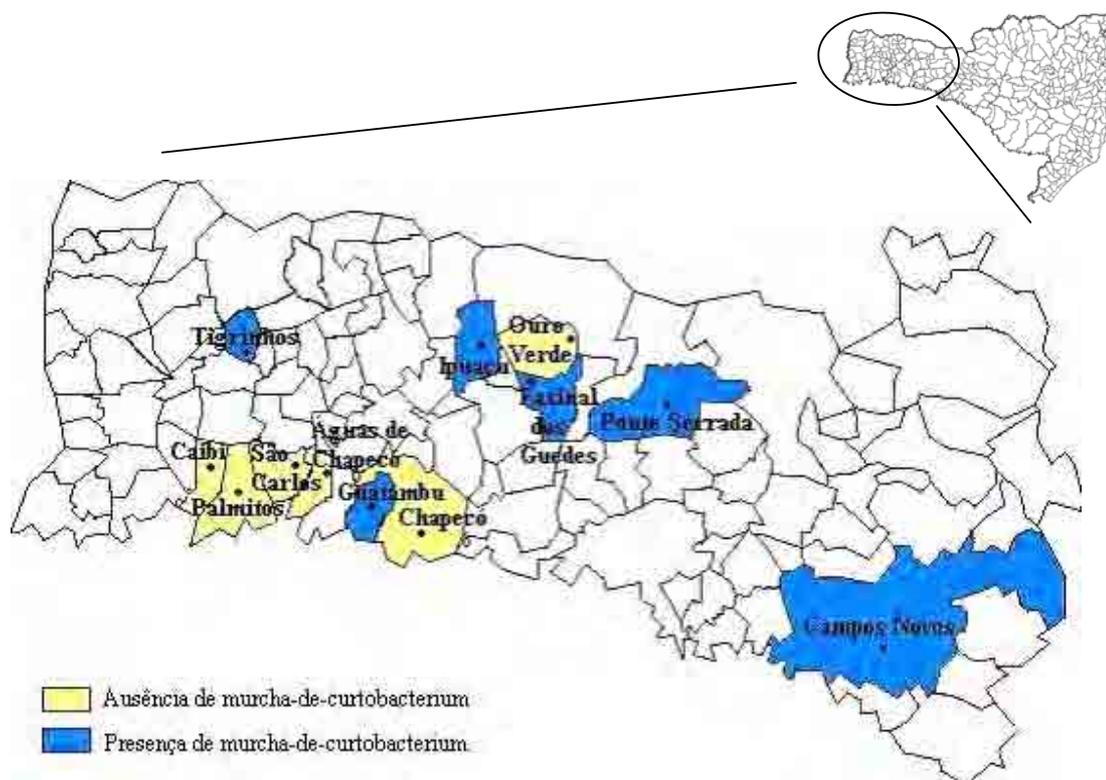


Figura 1 – Ocorrência de murcha-de-curtobacterium em lavouras de feijão em localidades do Estado de Santa Catarina.

6.2. Reação de genótipos de feijoeiro a *C. f. pv. flaccumfaciens*

Os resultados referentes à reação de 25 genótipos de feijoeiro ao isolado FJ 36, de *C. f. pv. flaccumfaciens*, encontram-se na Tabela 3. Notaram-se que somente as cultivares IAC Aruã, IAC Akytã e IAC Carioca Pyatã apresentaram-se com notas médias de severidade inferiores a dois, em todas as avaliações. Estas cultivares também se mostraram com os menores valores de AACPMC.

Dentre os genótipos suscetíveis, as cultivares SCS 202 – Guará e IPR Juriti foram as que tiveram as menores notas de severidade média até os 10 DAI. O tratamento testemunha não apresentou sintomas da doença até os 25 DAI.

Tabela 3 – Severidade da murcha-de-curtobacterium em genótipos de feijoeiro.

Genótipos	Severidade					Reação ³	AACPMC ⁴
	5 DAI ¹	10 DAI	15 DAI	20 DAI	25 DAI		
TPS Nobre	5,20 ²	8,20	9,00	9,00	9,00	S	166,50 a ⁵
Empasc 201 - Chapecó	3,73	8,60	9,00	9,00	9,00	S	164,84 ab
IPR 88 - Uirapuru	3,80	7,13	9,00	9,00	9,00	S	157,67 abc
LP 9728	1,40	7,93	8,86	9,00	9,00	S	154,97 abcd
Diamante Negro	1,73	7,33	8,72	8,87	9,00	S	151,42 abcd
TPS Soberano	3,90	5,93	6,80	8,60	9,00	S	138,91 abcde
TPS Magnífico	1,07	4,73	8,33	9,00	9,00	S	135,48 abcde
CHC 97-29	1,20	4,60	8,32	9,00	9,00	S	135,01 abcde
BRS Valente	1,93	5,53	7,67	8,20	8,73	S	133,67 abcde
Sel. CP 9310635	0,80	5,80	7,67	8,33	8,73	S	132,82 abcdef
Carioca	1,53	3,94	8,20	8,87	9,00	S	131,33 abcdef
TPS Bionobre	1,13	4,07	8,20	8,87	9,00	S	129,49 bcdef
TPS Bonito	1,87	3,53	7,73	8,73	8,87	S	126,84 cdef
Pérola	0,80	3,93	7,80	8,73	8,87	S	126,50 cdef
IAPAR 44	0,40	3,07	8,07	8,87	9,00	S	124,49 cdef
CHP 97-26	0,93	3,73	7,06	8,47	9,00	S	121,13 def
Xamego	2,13	4,00	6,47	7,13	7,67	S	112,51 ef
IPR Juriti	0,53	2,00	7,00	8,73	8,87	S	112,15 ef
CNFP 8104	0,80	3,40	6,60	7,73	8,40	S	111,67 ef
SCS 202 – Guará	0,40	1,60	6,47	8,73	9,00	S	107,49 ef
IPR Graúna	0,53	2,40	5,87	7,13	7,53	S	96,83 ef
IAC Carioca Aruã	0,73	0,87	1,00	1,00	1,33	R	19,50 g
IAC Carioca Akytã	0,00	0,87	0,93	1,00	1,20	R	17,01 g
IAC Carioca Pyatã	0,13	0,53	0,93	1,00	1,20	R	15,68 g
Pérola (Testemunha)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00 ⁶
CV (%)							12,9

¹Dias após a inoculação;²Média de severidade de cinco repetições;³Aos 25 DAI; S = Suscetível, R = Resistente;⁴Valor médio da área abaixo da curva de progresso da murcha-de-curtobacterium, média de cinco repetições;⁵ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;⁶Valor não incluído na análise estatística.

6.3. Efeito de doses de nitrogênio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro

6.3.1. Massa da matéria seca e quantidade de nutrientes aos 10 dias após a emergência

Os resultados do peso da matéria seca das plântulas de feijoeiro das cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 – Guará, aos 10 DAS, encontram-se na Tabela 4. Na Tabela 5 está a quantidade de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plântulas, também avaliados aos 10 DAS. Não foi verificada influência significativa ($P > 0,05$) do substrato, antes da aplicação das doses de uréia, no acúmulo de matéria seca nas plântulas e na quantidade de N, P, K, Ca e Mg das três cultivares avaliadas.

Tabela 4 – Matéria seca da parte aérea (g) de plantas de feijoeiro das cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guará, aos 10 dias após a semeadura, sob cinco tratamentos variando a dose de nitrogênio.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	IAC Carioca Pyatã (g)*	IPR 88 - Uirapuru (g)*	SCS 202 - Guará (g)*
50	0,74 n.s.	0,77 n.s.	0,89 n.s.
75	0,71	0,77	0,92
100	0,63	0,74	0,86
125	0,70	0,79	0,90
150	0,74	0,75	0,96
C.V. (%)	10,90	9,84	10,13

* Amostra composta por 15 plantas de feijoeiro, distribuídas em cinco vasos com 8 L de solo.

ns = teste F não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 5 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guará, aos 10 dias após a semeadura, sob cinco tratamentos variando a dose de nitrogênio.

Quantidade de elementos (mg.planta⁻¹)*					
Doses de N (kg.ha⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
50	28,5	2,4	11,4	11,0	4,1
75	29,9	2,3	11,9	11,5	4,1
100	28,1	2,3	12,4	9,5	3,7
125	29,2	2,4	11,5	10,3	3,9
150	32,8	2,5	11,8	11,2	4,2
IPR 88 - Uirapuru					
50	31,1	1,7	13,4	12,1	4,0
75	32,0	1,9	14,4	13,9	4,2
100	30,9	1,8	13,2	11,8	3,9
125	33,0	2,0	15,0	11,7	4,4
150	27,5	1,6	13,3	12,0	3,7
SCS 202 Guará					
50	38,4	3,1	12,0	13,0	5,0
75	36,6	3,3	13,4	14,0	5,3
100	35,7	2,8	12,5	14,4	5,2
125	39,0	3,0	13,6	14,4	5,6
150	39,2	3,3	14,5	16,3	6,0

* Amostra composta por 15 plantas de feijoeiro, distribuídas em cinco vasos com 5 L de solo.

6.3.2. Severidade e AACPMC

O progresso da murcha-de-curtobacterium foi influenciado significativamente, pelas diferentes doses de uréia, somente no ensaio em que foi empregada a cultivar IAC Carioca Pyatã (Tabela 6). Verificou-se incremento na AACPMC conforme o aumento das doses de N e foi adequada uma equação linear aos resultados obtidos, conforme pode ser observado na Figura 2. Os valores de severidade mostraram que a doença se

manifestou em todas as cultivares, independentemente dos tratamentos adotados, e que as condições ambientais foram favoráveis durante a condução dos ensaios.

Tabela 6 – Severidade e AACPMC nas cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR Uirapuru e SCS 202 - Guará, em função de diferentes doses de N.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Severidade					Reação ²	AACPMC ³
	5 DAI ¹	10 DAI	15 DAI	20 DAI	25 DAI		
IAC Carioca Pyatã							
50	0,00	1,07	1,00	1,00	1,80	R	19,84*
75	0,00	1,07	1,00	1,00	1,80	R	19,84
100	0,00	1,00	1,00	1,00	1,87	R	19,67
125	0,00	1,20	1,00	1,00	1,87	R	20,66
150	0,00	1,53	1,00	1,00	1,93	R	22,50
CV (%)							7,32
IPR 88 - Uirapuru							
50	1,87	9,00	9,00	9,00	9,00	S	162,17 n.s.
75	2,87	9,00	9,00	9,00	9,00	S	164,67
100	1,86	8,86	9,00	9,00	9,00	S	161,46
125	1,13	9,00	9,00	9,00	9,00	S	160,33
150	1,93	9,00	9,00	9,00	9,00	S	162,34
CV (%)							2,10
SCS 202 – Guará							
50	0,80	6,19	9,00	8,87	8,73	S	144,10 n.s.
75	0,80	3,53	8,20	9,00	8,26	S	126,31
100	0,13	2,77	7,93	8,87	7,58	S	117,12
125	0,27	5,00	8,60	9,00	7,99	S	133,65
150	0,13	4,40	8,73	8,73	7,99	S	129,64
CV (%)							11,14

¹Dias após a inoculação;

²Aos 25 DAI; R=Resistente; S = Suscetível;

³Área abaixo da curva da murcha-de-curtobacterium;

⁴Média de cinco repetições;

*Teste F significativo a 5% de probabilidade;

ns = teste F não significativo a 5% de probabilidade.

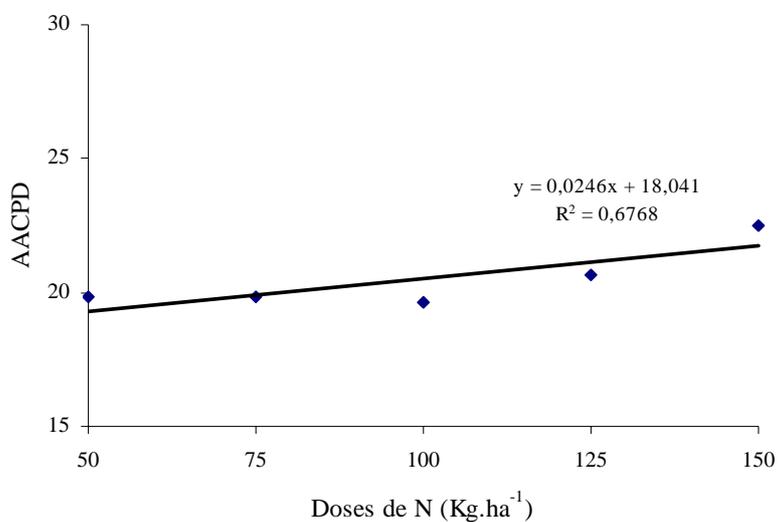


Figura 2 – Influência de doses de N na área abaixo da curva do progresso da murcha-decurtobacterium (AACPMC), em feijoeiro cultivar IAC Carioca Pyatã inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*.

6.3.3. Massa da matéria seca aos 25 dias após a inoculação

Aos 25 DAI, notou-se que o acúmulo de matéria seca nas plantas inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens* foi menor em relação às testemunhas (Tabela 7). Porém, as doses de N não influenciaram significativamente no peso da matéria seca das plantas de nenhuma das cultivares avaliadas.

Tabela 7 – Massa da matéria seca (g) das cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guarã em função de doses de N, aos 35 dias após a semeadura.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	IPR 88 - Uirapuru*			IAC Carioca Pyatã*			SCS 202 – Guarã*		
	T ¹	I ²	Redução (%)	T	I	Redução (%)	T	I	Redução (%)
50	5,55 n.s.	1,17	78,95	5,50 n.s.	1,78 n.s.	67,54	4,44 n.s.	1,48 n.s.	66,68
75	6,91	1,34	80,59	5,86	1,96	66,58	5,46	1,57	71,16
100	6,94	1,24	82,06	5,00	2,12	57,71	5,25	1,58	70,00
125	6,20	1,33	78,51	5,16	1,80	65,09	5,72	1,51	73,65
150	6,37	1,26	80,29	5,06	1,77	65,03	5,89	1,53	74,04
C.V. (%)	15,14	12,17		17,56	13,80		15,03	17,77	

* Média de cinco repetições;

¹Testemunha;

²Inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*;

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade.

6.3.4. Quantidade de nutrientes em plantas não inoculadas, aos 35 dias após a emergência

As doses crescentes de uréia aumentaram a quantidade de N na parte aérea dos feijoeiros de todas as cultivares avaliadas (Tabela 8), ajustando-se curvas lineares (Figuras 3 e 4) e quadrática (Figura 5) aos resultados obtidos. Foi verificada alteração na quantidade de P, K, Ca e Mg somente nas plantas da cultivar SCS 202 – Guará (Tabela 8 e Figuras 6 a 9).

Tabela 8 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará, em função de doses de N, aos 35 dias após a semeadura.

Quantidade de elementos (mg.planta⁻¹)					
Doses de N (kg.ha⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
50	165,2*	7,4 n.s.	100,6 n.s.	99,2 n.s.	29,4 n.s.
75	222,6	8,7	112,8	109,3	33,5
100	241,6	8,1	106,4	95,2	29,5
125	274,2	7,7	106,9	101,8	32,1
150	287,5	7,1	96,1	100,5	32,0
CV (%)	10,01	25,08	21,03	20,37	17,27
IPR 88 - Uirapuru					
50	203,3*	11,6 n.s	135,4 n.s	143,8 n.s	36,8 n.s
75	263,6	16,0	169,9	171,1	47,3
100	314,6	17,6	181,8	174,1	48,4
125	292,8	13,7	155,2	147,7	41,8
150	361,4	16,2	158,8	150,4	43,9
	7,17	18,79	16,35	16,34	15,35
SCS 202 Guará					
50	142,9**	5,62*	93,0*	90,6*	30,1**
75	206,3	8,50	115,0	118,3	39,0
100	240,3	7,39	111,0	117,0	38,8
125	290,6	8,69	124,9	132,0	41,9
150	309,5	8,80	123,0	131,8	43,2
CV (%)	7,18	18,79	13,73	11,93	9,66

¹Média de cinco repetições;

* Teste F significativo a 1% de probabilidade.

** Teste F significativo a 5% de probabilidade.

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

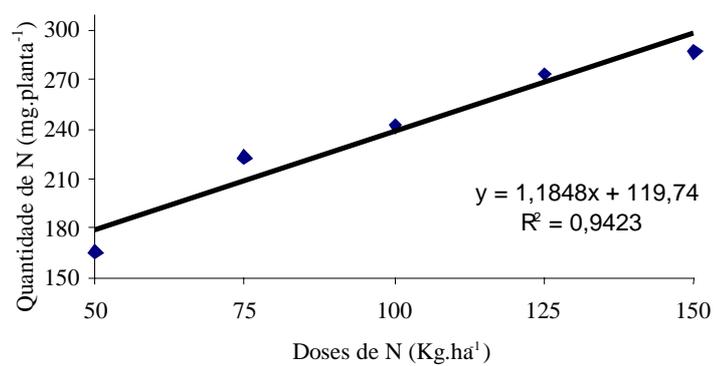


Figura 3 – Quantidade de N na parte aérea de feijoeiro cv. Pyatã não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

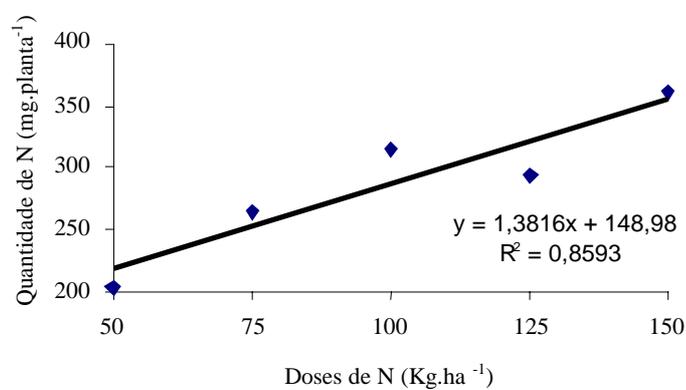


Figura 4 – Quantidade de N na parte aérea de feijoeiro cv. IPR 88 - Uirapuru não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

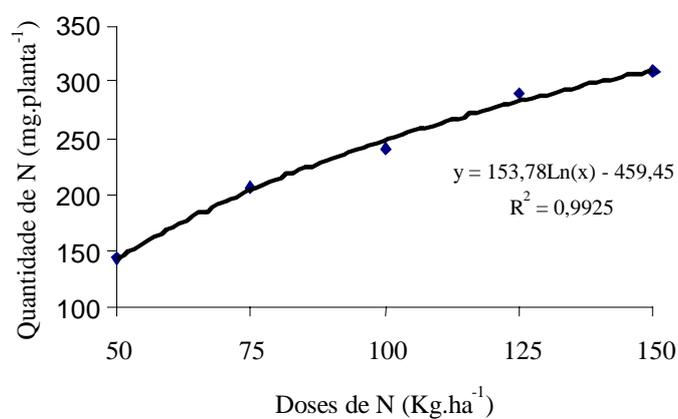


Figura 5 – Quantidade de N na parte aérea de feijoeiro cv. SCS 202 - Guará não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

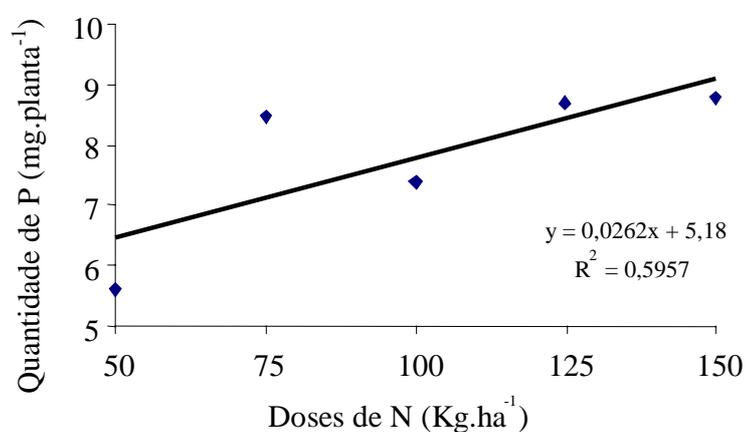


Figura 6 – Quantidade de P na parte aérea de feijoeiro cv. SCS 202 - Guará não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

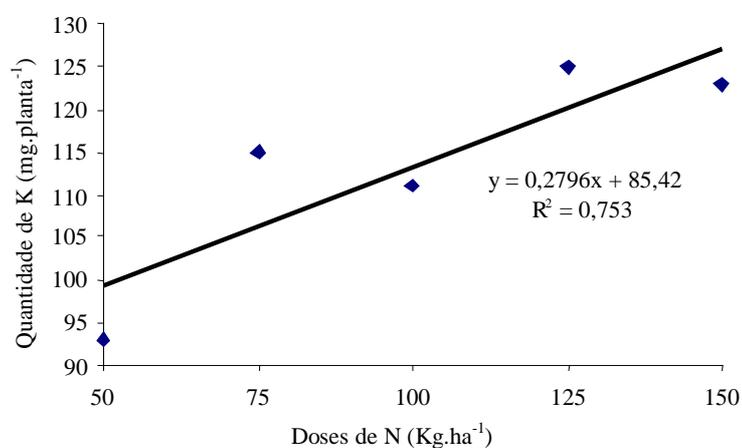


Figura 7 – Quantidade de K na parte aérea de feijoeiro cv. SCS 202 - Guará não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

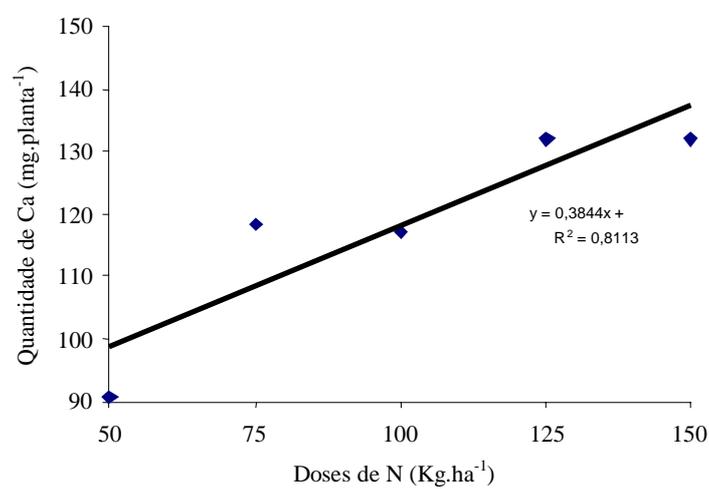


Figura 8 – Quantidade de Ca na parte aérea de feijoeiro cv. SCS 202 - Guará não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

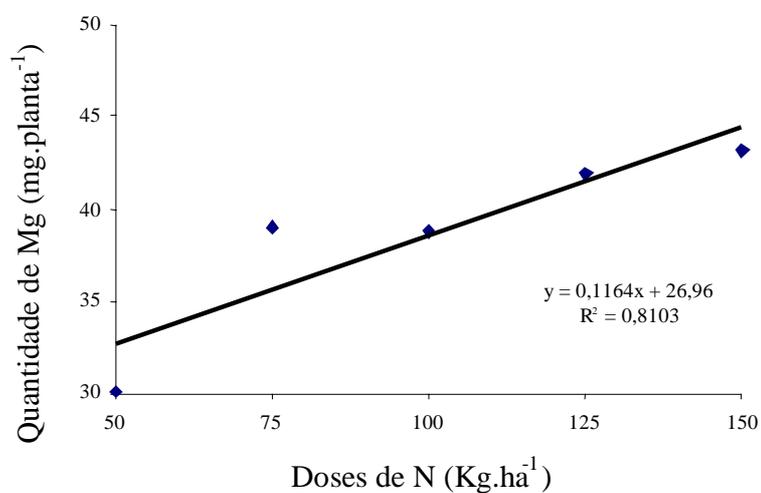


Figura 9 – Quantidade de Mg na parte aérea de feijoeiro cv. SCS 202 - Guará não inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

6.3.5. Quantidade de nutrientes em plantas inoculadas, aos 25 dias após a inoculação

Notou-se alteração na quantidade de N na parte aérea de plantas da cultivar IPR 88 - Uirapuru, inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de diferentes doses de uréia (Tabela 9; Figura 10).

Tabela 9 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará, em função de doses de N, aos 25 dias após a inoculação com *C. f. pv. flaccumfaciens*.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Quantidade de elementos (mg.planta ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
50	96,1 n.s.	5,4 n.s.	37,5 n.s.	49,9 n.s.	14,9 n.s.
75	110,0	6,5	41,1	54,3	16,0
100	119,8	6,9	41,6	55,4	17,5
125	101,5	5,9	37,3	47,4	14,8
150	95,8	5,7	30,9	45,7	14,2
CV (%)	13,83	16,58	17,17	17,00	14,60
IPR 88 - Uirapuru					
50	54,6*	2,7 n.s.	22,5 n.s.	30,9 n.s.	8,4 n.s.
75	66,6	3,2	24,1	35,1	10,1
100	62,3	2,8	21,4	31,1	9,1
125	71,6	3,0	23,0	31,9	9,3
150	69,3	2,8	22,2	29,9	8,8
CV (%)	12,66	20,37	17,05	13,60	12,78
SCS 202 Guará					
50	65,3 n.s.	4,4 n.s.	27,6 n.s.	34,4 n.s.	11,2 n.s.
75	79,0	4,8	29,5	39,0	13,3
100	81,2	4,6	26,4	37,5	12,8
125	82,2	4,6	26,5	33,0	11,7
150	80,5	4,0	25,2	34,3	12,8
CV (%)	22,07	22,68	19,28	18,21	17,43

¹Média de cinco repetições;

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

* Teste F significativo a 5% de probabilidade.

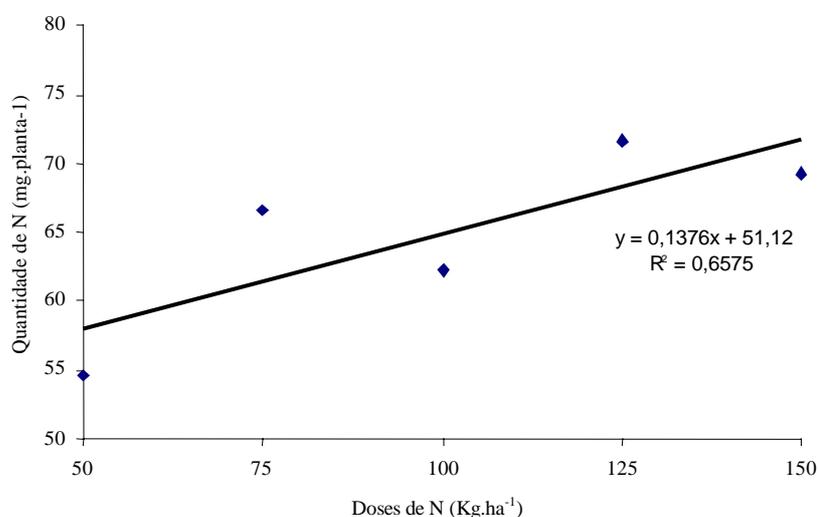


Figura 10 – Quantidade de N na parte aérea de feijoeiro cv. IPR 88 - Uirapuru inoculado com *C. f. pv. flaccumfaciens*, em função de doses de N, aos 35 dias após a inoculação.

6.4. Efeito de doses de potássio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro

6.4.1. Massa da matéria seca e quantidade de nutrientes aos 10 dias após a emergência

No experimento que procurou avaliar a influência do substrato no acúmulo de matéria seca em plântulas das três cultivares de feijão, foi observado que não houve diferença significativa entre os tratamentos antes de serem aplicadas as diferentes doses de K₂O (Tabela 10). No outro ensaio, não foi empregada análise de variância entre a quantidade de nutrientes na parte aérea das plântulas porque foi obtida somente uma amostra composta por 15 plântulas de feijoeiro por tratamento, distribuídos uniformemente em cinco vasos com 8 L de solo. aparentemente não foram contatadas diferenças na quantidade de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plântulas das cultivares avaliadas, aos 10 DAI (Tabela 11).

Tabela 10 – Matéria seca da parte aérea (g) de plantas de feijoeiro das cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guará, aos 10 dias após a semeadura, sob cinco tratamentos variando a dose de potássio.

Doses de K₂O (kg.ha⁻¹)	IAC Carioca Pyatã (g)*	IPR 88 - Uirapuru (g)*	SCS 202 - Guará (g)*
45	0,46 n.s.	0,29 n.s.	0,57 n.s.
67,5	0,42	0,32	0,64
90	0,45	0,31	0,71
112,5	0,47	0,30	0,65
135	0,42	0,31	0,66
C.V. (%)	10,47	11,7	12,63

* Amostra composta por 15 plantas de feijoeiro, distribuídas em cinco vasos com 8 L de solo.

ns = teste F não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 11 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guará, aos 10 dias após a semeadura, sob cinco tratamentos variando a dose de potássio.

Quantidade de elementos (mg.planta⁻¹)*					
Doses de K₂O (kg.ha⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
45,0	25,1	1,7	13,6	6,9	2,6
67,5	22,1	1,6	12,7	5,4	2,1
90,0	22,7	1,5	13,2	6,6	2,4
112,5	24,3	1,6	14,2	6,0	2,4
135,0	20,5	1,3	12,5	6,4	2,4
IPR 88 - Uirapuru					
45,0	13,8	0,7	6,5	5,1	1,7
67,5	15,4	0,7	6,9	5,5	1,8
90,0	15,3	0,7	7,1	5,7	1,8
112,5	14,7	0,6	6,7	3,8	1,5
135,0	13,9	0,6	6,7	5,6	1,7
SCS 202 Guará					
45,0	40,0	2,9	17,0	7,6	3,5
67,5	40,8	3,0	17,3	8,5	3,8
90,0	32,5	2,9	16,8	9,4	4,3
112,5	41,9	2,9	17,6	9,9	4,2
135,0	41,1	2,6	18,1	9,3	4,0

* Amostra composta por 15 plantas de feijoeiro, distribuídas em cinco vasos com 8 L de solo.

6.4.2. Severidade e AACPMC

Apesar de ter havido uma correlação negativa entre os tratamentos e a AACPMC (Apêndice 4), não foi notada influência significativa das diferentes doses de K₂O na severidade da doença (Tabela 6).

Tabela 13 – Severidade e AACPMC nas cultivares IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 - Guará, em função de diferentes doses de K₂O.

Severidade							
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	5 DAI ¹	10 DAI	15 DAI	20 DAI	25 DAI	Reação ²	AACPMC ³
IAC Carioca Pyatã							
45	0,00 ⁴	0,87	1,00	1,00	1,00	R	16,83 n.s.
67,5	0,00	0,67	1,00	1,00	1,00	R	15,83
90	0,00	0,73	1,00	1,00	0,87	R	15,84
112,5	0,00	0,47	1,00	1,00	0,93	R	14,67
135	0,00	0,53	1,00	1,00	1,00	R	15,17
CV (%)							6,84
IPR 88 - Uirapuru							
45	2,80	8,33	8,87	9,00	9,00	S	160,49 n.s.
67,5	2,33	7,20	8,20	9,00	9,00	S	150,31
90	1,53	7,13	8,87	9,00	9,00	S	151,33
112,5	2,07	7,20	8,47	9,00	9,00	S	150,99
135	0,87	6,07	8,20	8,87	9,00	S	140,34
CV (%)	36,92						9,28
SCS 202 - Guará							
45	1,20	4,00	7,60	8,60	8,60	S	125,49 n.s.
67,5	1,20	5,07	7,40	8,47	8,13	S	128,00
90	0,53	2,80	6,60	8,47	8,20	S	111,16
112,5	0,00	1,47	4,73	7,27	6,20	S	82,83
135	0,00	3,20	7,13	7,93	7,67	S	110,50
CV (%)							21,84

¹Dias após a inoculação;

²Aos 25 DAI; R = Resistente; S = Suscetível;

³Área abaixo da curva da murcha-de-curtobacterium;

⁴Média de cinco repetições;

ns = Teste F não significativo a 5% de probabilidade.

6.4.3. Massa da matéria seca aos 25 dias após a inoculação

Não foi observada influência das doses de K_2O na massa da matéria seca das cultivares IAC Carioca Pyatã e IPR 88 - Uirapuru, independentemente se foram inoculadas ou não (Tabela 7). Porém, foi ajustada uma equação linear (Figura 2) aos dados obtidos nas plantas da cultivar SCS 202 - Guará que foram feridas por meio de punções com agulha entomológica molhada em água destilada esterilizada. Conforme houve o incremento na dose de K_2O , as plantas desenvolveram mais a parte aérea, expresso na equação $y = 0,0248x + 1,2796$ e com coeficiente de determinação de 87,81%.

Tabela 14 – Massa da matéria seca (g) das cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guarã em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	IPR 88 - Uirapuru*			IAC Carioca Pyatã*			SCS 202 – Guarã*		
	T ¹	I ²	Redução (%)	T	I	Redução (%)	T	I	Redução (%)
45,0	4,85 n.s.	0,83 n.s.	82,98	5,60 n.s.	3,06 n.s.	45,37	2,13 ^{**}	1,29 n.s.	39,49
67,5	4,26	0,90	78,79	4,59	3,43	25,28	3,24	1,23	62,00
90,0	4,49	0,84	81,37	4,43	3,55	19,74	3,41	1,38	59,54
112,5	4,72	0,76	83,95	4,60	3,38	26,40	4,48	1,60	64,34
135,0	3,97	0,84	78,78	3,89	3,37	13,36	4,31	1,49	65,35
C.V. (%)	17,35	20,50		23,59	17,84		24,34	19,36	

¹Testemunha;

²Inoculado;

* Média de cinco repetições;

**Teste F significativo a 5% de probabilidade;

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade.

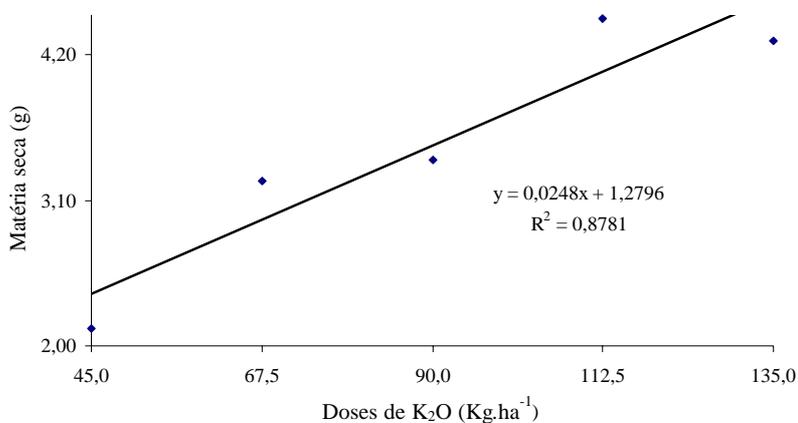


Figura 11 – Matéria seca em plantas de feijão não inoculadas, cv. SCS 202 – Guará, em função de doses de K₂O, aos 25 DAI.

6.4.4. Quantidade de nutrientes em plantas não inoculadas, aos 35 dias após a emergência

Na Tabela 8 encontram-se relacionados a quantidade de nutrientes nas plantas não inoculadas, aos 32 DAE. O acúmulo de N, P, K e Ca não foi significativo para a variedade IPR 88 - Uirapuru, observando-se influência das doses de cloreto de potássio apenas para a quantidade de Mg (Tabela 4). Houve um acúmulo significativo e crescente de P (Figura 3), K (Figura 4) e Ca (Figura 5) em função dos tratamentos, nas plantas da cultivar SCS 202 – Guará, enquanto que na ‘IAC Carioca Pyatã’ somente pode ser notado uma tendência significativa na redução da quantidade de Ca na parte aérea das plantas. O elemento Mg apresentou-se de forma variável nas três cultivares avaliadas.

Tabela 15 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

Quantidade de elementos (mg.planta⁻¹)					
Doses de K₂O (kg.ha⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
45,0	252,6 n.s.	9,4 n.s.	78,9 n.s.	102,5**	32,8*
67,5	208,4	6,7	60,7	75,4	24,2
90,0	205,0	6,6	60,0	72,7	24,0
112,5	225,1	7,8	69,6	73,7	24,7
135,0	194,3 ¹	5,2	56,5	61,4	20,2
CV (%)	15,64	33,43	30,74	21,56	18,55
IPR 88 - Uirapuru					
45,0	207,1 n.s.	9,5 n.s.	92,1 n.s.	101,1 n.s.	5,6*
67,5	191,8	8,4	86,0	87,1	27,7
90,0	201,7	8,3	95,5	85,1	26,0
112,5	172,1	9,7	103,7	93,4	29,6
135,0	175,1	8,66	77,8	91,4	25,8
CV (%)	19,34	17,81	21,96	19,25	19,07
SCS 202 Guará					
45,0	159,6 n.s.	6,3**	45,9**	38,2*	15,7**
67,5	187,6	9,3	71,1	57,2	22,8
90,0	192,9	11,5	76,6	65,5	24,9
112,5	240,8	12,4	102,6	90,6	32,2
135,0	231,2	13,1	100,2	80,7	30,3
CV (%)	22,31	29,51	30,32	31,36	28,94

¹Média de cinco repetições;

* Teste F significativo a 1% de probabilidade.

** Teste F significativo a 5% de probabilidade.

ns: Teste F não significativo a 5% de probabilidade

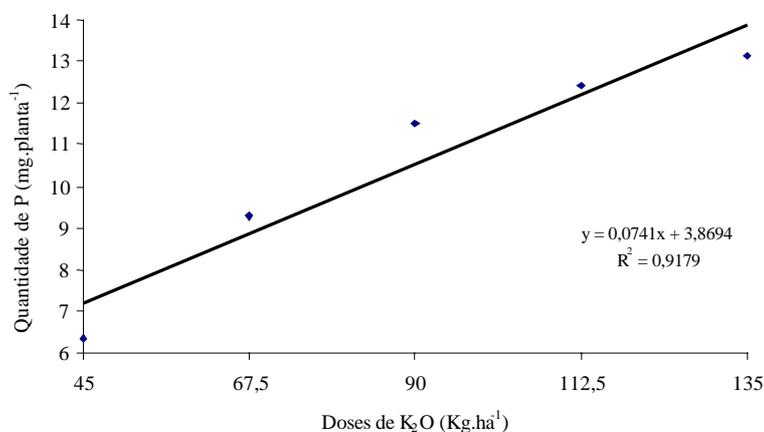


Figura 12 – Quantidade de P em plantas de feijão não inoculadas, cv. SCS 202 – Guará, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

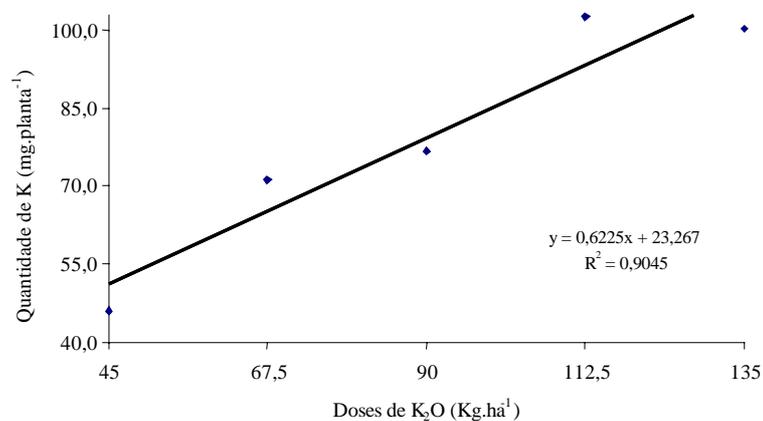


Figura 13 – Quantidade de K em plantas de feijão não inoculadas, cv. SCS 202 – Guará, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

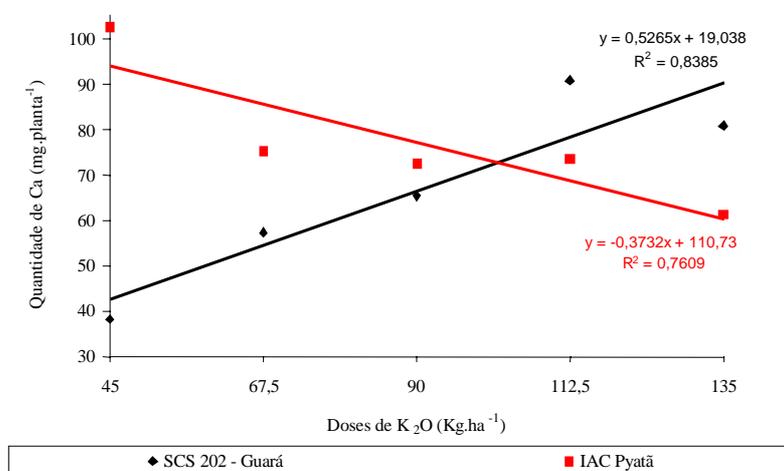


Figura 14 – Quantidade de Ca em plantas de feijão não inoculadas, cv. IAC Carioca Pyatã e SCS 202 - Guará, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

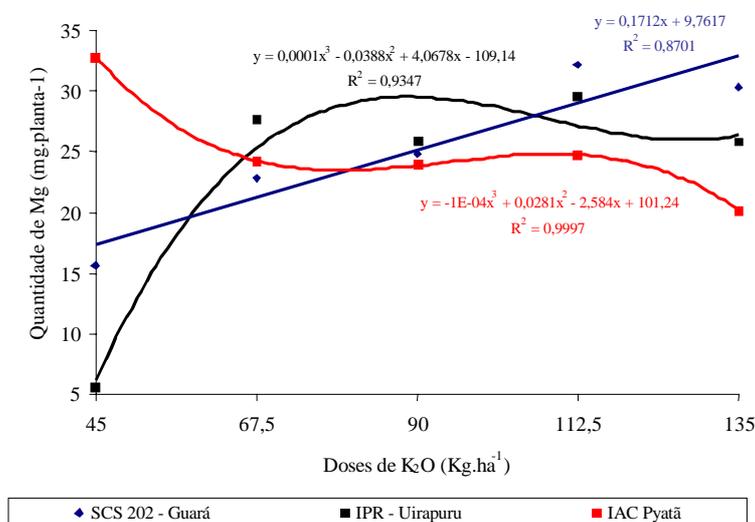


Figura 15 – Quantidade de Mg em plantas de feijão não inoculadas, cv. IAC Carioca Pyatã, IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 - Guará, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

6.4.5. Quantidade de nutrientes em plantas inoculadas, aos 25 dias após a inoculação

Somente foi constatada influência significativa das doses de K_2O na quantidade de P e K da cultivar SCS 202 – Guará, aos 25 dias após a inoculação com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Tabela 9). Ajustaram-se uma equação quadrática (Figura 7) e outra cúbica (Figura 8) aos resultados de acúmulo de P e K, respectivamente.

Tabela 16 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará, em função de doses de K₂O, aos 25 dias após a inoculação com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

Quantidade de elementos (mg.planta ⁻¹)					
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
45,0	157,7 n.s.	8,9 n.s.	59,2 n.s.	77,3 n.s.	22,4 n.s.
67,5	171,5	9,4	70,3	77,7	23,1
90,0	167,0	8,9	67,7	83,5	24,9
112,5	174,7	9,4	71,9	75,1	22,8
135,0	169,6 ¹	9,1	72,5	76,4	22,5
CV (%)	15,44	21,90	19,46	18,73	20,07
IPR 88 - Uirapuru					
45,0	46,5 n.s.	3,2 n.s.	12,9 n.s.	17,4 n.s.	5,6 n.s.
67,5	42,4	3,4	15,3	21,0	6,3
90,0	43,1	3,0	12,8	19,7	5,8
112,5	42,8	2,9	12,8	16,6	5,2
135,0	53,2	3,3	14,2	17,9	5,6
CV (%)	20,22	17,14	21,13	25,08	20,41
SCS 202 Guará					
45,0	76,7 n.s.	4,4*	20,3*	30,6 n.s.	10,6 n.s.
67,5	64,4	3,5	19,2	28,2	9,5
90,0	74,3	4,1	21,4	33,9	11,7
112,5	84,4	4,8	30,7	37,5	12,8
135,0	86,7	5,4	26,6	34,2	11,2
CV (%)	17,72	18,32	23,47	24,37	21,41

¹Média de cinco repetições;

* teste F significativo a 5% de probabilidade.

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

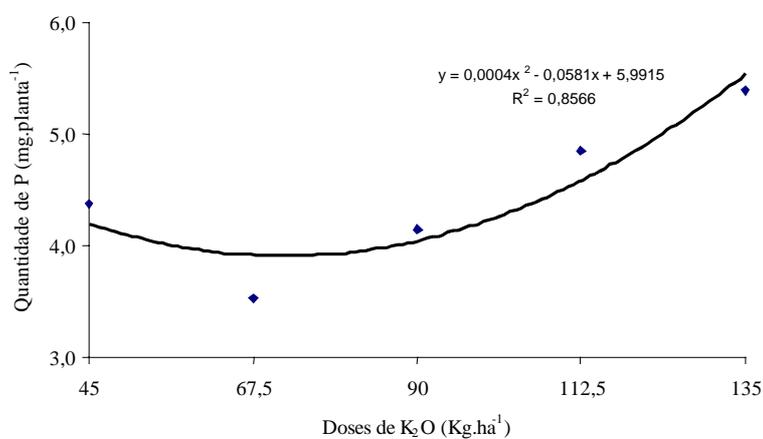


Figura 16 – Quantidade de P em plantas de feijão, SCS 202 - Guará, inoculadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

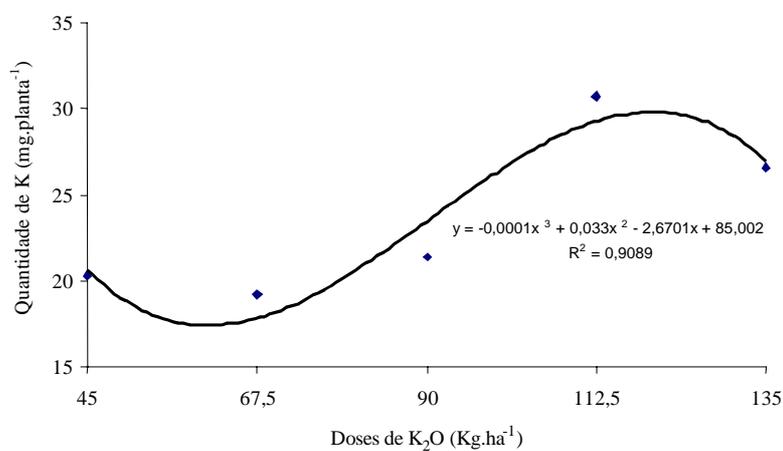


Figura 17 – Quantidade de K em plantas de feijão, SCS 202 - Guará, inoculadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, em função de doses de K₂O, aos 35 dias após a semeadura.

7. DISCUSSÃO

7.1. Ocorrência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijão no Estado de Santa Catarina

Foram obtidas 46 amostras, representadas por plantas de feijão com sintoma de murcha, oriundas dos municípios de Águas de Chapecó, Caibi, Campos Novos, Chapecó, Palmitos, Ponte Serrada e São Carlos, durante a safra das águas (“safra”) de 2002/2003, e dos municípios de Águas de Chapecó, Chapecó, Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuacu, Tigrinhos, Ouro Verde e Ponte Serrada, na safra das águas e da seca (“safrinha”) de 2003/04 (Tabela 1). Porém, neste segundo ano houve a prevalência de coletas durante a primeira safra (águas) por representar a maior parte da área cultivada com feijoeiro no Estado de Santa Catarina. De acordo com dados do Instituto Cepa (2003), a área cultivada com feijão na safra da seca representou 26,4% e 27,8% em 2002 e 2003, respectivamente.

O Estado de Santa Catarina, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se nos climas do grupo mesotérmico (C) e tipo úmido (f), sem estação seca definida. Dentro deste tipo, somente dois sub-tipos ocorrem no território catarinense: Clima Subtropical Úmido (Cfa), caracterizado por possuir a temperatura média do mês mais quente acima de 22°C e a temperatura média do mês mais frio entre 10 e 15 °C e o Clima Temperado Úmido (Cfb), que apresenta a temperatura média do mês mais quente abaixo de 22 °C e a temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18 °C. Os municípios amostrados enquadram-se dentro

destes dois sub-tipos de climáticos, sendo que Águas de Chapecó, Caibi, Guatambu, Chapecó, Palmitos e São Carlos pertencem ao sub-tipo Cfa e Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Ipuçu, Ponte Serrada, Ouro Verde e Tigrinhos pertencem ao sub-tipo Cfb (Pandolfo et al., 2002).

Do total das amostras avaliadas, cinco não foram obtidas por meio de coleta em campo, mas encaminhadas por técnicos e produtores rurais ao Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf para fins de diagnose. As cultivares encontradas nas lavouras foram predominantemente locais, tradicionais ou crioulas (55,17%), que se caracterizam por serem adaptadas regionalmente, estarem presentes na maioria das pequenas propriedades rurais que empregam mão-de-obra de origem familiar, apresentarem grande variabilidade genética e até mesmo genes de resistência a doenças (Rodrigues et al., 2002; Rava et al., 2003; Theodoro, 2004). Verificou-se que a maioria dos municípios amostrados pertence às regiões centro-oeste e oeste do Estado de Santa Catarina, responsáveis pela maior parte da produção estadual de feijão (Instituto CEPA, 2003).

Procurou-se visitar lavouras com feijoeiros em diversas etapas de desenvolvimento e foram coletadas plantas com a primeira (V3) e a terceira folha trifoliada (V4), com botões florais (R5) e no início da formação (R7) e enchimento das vagens (R8). As plantas doentes geralmente se apresentaram isoladas e somente em uma lavoura de feijão cv. Pérola, localizada no município de Faxinal dos Guedes, foi verificada a ocorrência de um grande número de agregação de plantas murchas e mortas.

Os resultados mostraram que a *murcha-de-curtobacterium* esteve presente nos municípios de Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuçu, Ponte Serrada e Tigrinhos e mostrou-se presente na região oeste do Estado de Santa Catarina (Figura 1). Apesar de ter ocorrido em municípios com os dois tipos climáticos que existem no Estado, estes resultados mostraram que a doença ocorreu de forma predominante nos municípios caracterizados com o clima tipo Cfb e confirmaram o relato de Leite Jr. et al. (2001), que fizeram a primeira constatação da doença em Campos Novos. Conforme Saettler (1991), a *murcha-de-curtobacterium* é favorecida por temperaturas acima de 32 °C e o maior desenvolvimento da doença é a 37 °C. Com isso, aventa-se a hipótese que a maior frequência de *C. f. pv. flaccumfaciens* em municípios encontrados nas condições de clima Cfb também seja causada por outros fatores que podem ter contribuído na incidência da *murcha-de-*

curtobacterium, como altas precipitações pluviométricas, o uso de sementes infectadas, populações de nematóides e/ou outra praga que tenha causado ferimentos nas raízes das plantas, plantas daninhas hospedeiras, dentre outros. Schuster (1959) alertou sobre a complexidade do sistema *C. f. pv. flaccumfaciens* - feijoeiro – solo, além de demonstrar que a água de irrigação e a presença de ferimentos causados nas raízes por *Meloidogyne incognita* favoreceram a disseminação da doença, em condições de casa-de-vegetação. Além disso, deve-se relatar que o sistema de cultivo da maioria das lavouras comerciais visitadas nos municípios de clima Cfb foi o extensivo, em grandes áreas, com o uso de tecnologias e/ou o emprego de sementes oriundas do sistema cooperativo, aparentemente de boa procedência. Já nos municípios sob o clima Cfa, a maioria dos estabelecimentos caracterizou-se pela presença da agricultura de subsistência, em pequenas áreas e com o emprego de mão de obra familiar. Em um diagnóstico da produção de sementes de feijão em Santa Catarina, Balardin et al. (1992) constataram que a origem da produção apresentou reflexos diretos na qualidade sanitária de sementes de feijão, pois logo após as sementes básicas, as sementes originadas nos estabelecimentos rurais foram as que apresentaram as menores percentagens de ocorrência de patógenos de campo. Possivelmente, por haver a seleção e o uso das sementes produzidas no próprio estabelecimento por um longo período, sementes infectadas por *C. f. pv. flaccumfaciens* ainda não foram introduzidas e utilizadas nas lavouras amostradas e localizadas nos municípios de clima Cfa.

Por meio dos testes adotados neste ensaio, foram obtidos oito isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* (Tabela 2) e todos estes foram patogênicos às plantas de feijão, porém com agressividade variada. Os isolados FJ 36 e FJ 81 destacaram-se por terem produzido a maior severidade, enquanto que o isolado FJ 74 mostrou sintomas brandos da doença, como poucas folhas murchas e amarelecimento. As plantas de feijão feridas mediante punções somente com água destilada esterilizada, ao invés de inóculo bacteriano, não manifestaram sintomas de murcha. Mesmo havendo a prevalência de isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* com coloração creme, notou-se que 25,0 % mostraram-se com coloração salmão e 12,5 % alaranjada. Variabilidade na coloração das colônias em isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens* oriundos de lavouras de feijão do Estado de São Paulo também foi verificada por Maringoni (2000) e colônias de coloração alaranjada foram obtidas por Schuster & Christiansen (1957), por meio da análise de lotes de sementes de feijão.

Foi possível coletar apenas uma planta no estágio vegetativo com *C. f. pv. flaccumfaciens* (Tabela 1), provavelmente pela menor manifestação dos sintomas da doença e pela maior incidência de outros patógenos que incitam sintomas similares. Em uma lavoura com plantas de feijão cv. Ligeirinha em pleno florescimento, localizado no município de Chapecó, foram obtidos quatro isolados bacterianos com características culturais semelhantes à *C. f. pv. flaccumfaciens* de plantas que haviam estado com folhas murchas até o estágio V₄. Contudo, estes não foram considerados como pertencentes à espécie em questão porque não se apresentaram patogênicos às plantas da cv. Pérola até os 30 dias após a inoculação. Assume-se que estes isolados poderiam pertencer ao grupo de espécies bacterianas com habilidades endofíticas, uma vez que existe o relato da presença destes microrganismos em plantas (Mariano et al., 1997) e sementes de feijão (Mello et al., 1998). Outra possibilidade é o fato de ter havido a prevalência de cepas de *C. f. pv. flaccumfaciens* não patogênicas nos vasos do xilema destas plantas, possivelmente com ação bacteriocinogênica. A produção de bacteriocinas foi confirmada para esta espécie por Maringoni & Kurozawa (2002), mediante o emprego de isolados brasileiros e outros provenientes de coleções internacionais.

Apesar dos resultados sobre a caracterização da bactéria terem sido baseados em poucos testes laboratoriais, reconhece-se a necessidade da adoção de técnicas não empregadas neste trabalho para se obter a identificação de espécies bacterianas com maior precisão, como os testes de caracterização bioquímica e fisiológica (Maringoni & Rosa, 1997), molecular (McDonald & Wong, 2000; Guimarães et al., 2003) e sorológica (Maringoni, 2000). Porém, a murcha-de-curtobacterium particulariza-se por ser incitada pela única espécie bacteriana Gram positiva que ocorre na cultura do feijoeiro (Hall, 1991) e isto sugere que os procedimentos empregados neste ensaio tenham sido relativamente seguros. Além disso, o índice de similaridade entre os isolados obtidos em lavouras de feijoeiro do Estado de Santa Catarina e o espécime bacteriano identificado como *Curtobacterium flaccumfaciens*, existente no banco de dados do programa Biolog (Sistema MicroLog2TM System), foram relativamente altos e variaram de 0,681 a 0,720 (Tabela 2).

No momento da coleta, procurou-se observar a região interna do colo da maioria das plantas mediante um corte longitudinal. De um modo geral, verificou-se que nem sempre o sistema vascular das plantas com murcha-de-curtobacterium se apresentou semelhante ao das plantas saudáveis e que o escurecimento foi mais frequente em plantas adultas

e infectadas por *Fusarium* spp., identificado por meio da coloração do crescimento micelial em N.S.A. e a morfologia dos conídios, em microscópio ótico. Em caso de infecção mista, como aquela observada na cv. Ligeirinha coletada em Guatambu, o sistema vascular das plantas também encontrou-se escurecido. Esta informação corroborou com a descrição dos sintomas da murcha-de-fusarium (Zambolim et al., 1997) e com a hipótese enunciada por Maringoni & Rosa (1997), que aventou a possibilidade de ter havido confusão entre os sintomas causados por *C. f. pv. flaccumfaciens* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* no Brasil.

Foi verificada a predominância de feijoeiros com sintoma de murcha que provavelmente estavam infectados por *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, pois a grande parte dos isolamentos realizados por meio da trituração de fragmentos da região do colo e/ou pecíolo resultou no desenvolvimento de colônias bacterianas convexas, mucóides, Gram negativas, de coloração amarelada e algumas produziram um pigmento escuro em meio de cultura (Schaad et al., 2001). Conforme Rava & Sartorato (1994), pode haver murcha em plantas de feijoeiro quando *X. axonopodis* pv. *phaseoli* passa a colonizar o seu sistema vascular.

Leite Jr & Behlau (2001) constataram a murcha-de-curtobacterium em lavouras de Castro, Wenceslau Braz e Pato Branco e sugeriram a presença de *C. f. pv. flaccumfaciens* em outros municípios paranaenses produtores de feijão. Aventa-se esta mesma hipótese para os feijoads catarinenses, uma vez que *C. f. pv. flaccumfaciens* esteve presente em 50 % dos municípios amostrados, indicando a adaptabilidade do patógeno ao hospedeiro e aos dois sub-tipos climáticos de Köppen (Cfa e Cfb) presentes no Estado de Santa Catarina.

Estes resultados mostraram a elevada importância da murcha-de-curtobacterium para o Estado de Santa Catarina e a necessidade da adoção de medidas para o seu controle.

7.2. Reação de genótipos de feijoeiro a *C. f. pv. flaccumfaciens*

Durante o período de condução deste ensaio, a temperatura se manteve elevada dentro da casa-de-vegetação, havendo a necessidade de irrigações periódicas para que não houvesse estresse hídrico nas plantas. Foi verificada a expressão de sintomas em todos os genótipos avaliados e reação de suscetibilidade nas cultivares TPS Nobre, Empasc 201-Chaçecó, IPR 88 - Uirapuru, TPS Soberano e Xamego na primeira avaliação dos

sintomas, aos cinco dias após a inoculação (DAI). Outros trabalhos também constataram reação de suscetibilidade nas cultivares TPS Nobre (Leite Jr & Behlau, 2001; Maringoni, 2002) e Xamego (Maringoni, 2002), mas nenhum deles procurou avaliar os sintomas da murcha-de-curtobacterium precocemente. A cultivar Empasc 201-Chapecó foi originada no Instituto Colombiano Agropecuário (ICA), proveniente do cruzamento entre ICA Tuí x S219 N-1 e foi recomendada para Santa Catarina em 1983 (Flesch, 1992). Porém, devido à sua alta suscetibilidade a *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, foi retirada da lista de recomendação de cultivares de feijão na safra de 2002/03 (Balardin et al., 1990; Hemp et al., 2002). Já a cultivar IPR 88 - Uirapuru foi originada do cruzamento entre (IAPAR BAC 29 x PR 1711) x [NEP 2 x (Puebla 173 x Icapijao)] e apresenta resistência ao vírus do mosaico comum, à ferrugem e ao oídio (Moda-Cirino et al., 2001). Foi lançada e recomendada recentemente para o Estado do Paraná e tem se destacado, juntamente com a 'IPR Graúna' e 'CNP 8104', entre os genótipos de feijão preto mais produtivos em diversos ambientes de Santa Catarina, tanto na primeira quanto na segunda época de cultivo (Hemp et al., 2003a). O mesmo potencial produtivo foi atribuído aos materiais LP 9728, IPR Juriti, CHC 97-29 e SCS 202 - Guará (Hemp et al., 2003b), do grupo carioca, que também se mostraram suscetíveis à murcha-de-curtobacterium.

Aos 10 DAI, observou-se que as cultivares IPR Juriti, SCS 202-Guará, IAC Aruã, IAC Akytã e IAC Carioca Pyatã se apresentaram com nota média de severidade igual ou menor que dois. As cultivares lançadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas permaneceram com uma baixa nota de severidade até a última avaliação dos sintomas, e a maioria das plantas esteve com sintomas de mosaico nas folhas. Schuster et al. (1964) verificaram que genótipos tolerantes, como PI 165078 e Terapy Buff (*P. acutifolius*), se mostraram com amarelecimento mas sem a presença de tecidos flácidos. Porém, a partir dos 15 DAI, todas as cultivares, com exceção daquelas lançadas pelo IAC, se mostraram suscetíveis à murcha-de-curtobacterium. Este comportamento indicou que a presença de algum nível de resistência nas cultivares IPR Juriti e SCS 202-Guará pode ter aumentado o período de incubação da doença. Segundo Bergamin Filho et al. (1984), apesar do período de incubação não ser considerado um componente da resistência, por não afetar diretamente a taxa reprodutiva do patógeno, inúmeros autores o tem usado este parâmetro por existir correlação entre ele e a resistência da planta. O mecanismo de resistência que causou o atraso e/ou dificultou a colonização de *C. f. pv. flaccumfaciens* em genótipos de feijão resistentes foi

relacionado por Schuster et al. (1964) com menor quantidade desta bactéria no xilema das plantas, sendo governado por um ou poucos pares de genes (Coyne et al., 1965; Coyne et al., 1966). Maringoni (2000) concordou com esta observação e supôs que, pelo fato das cultivares IAC Akytã, IAC Aruã e IAC Carioca Pyatã apresentarem baixa severidade à murcha-de-curtobacterium, a natureza da resistência fosse oligogênica, semelhante à descrita para a murcha-de-fusarium.

Estes dados corroboraram com aqueles descritos por Maringoni (2002), que sugeriu que as cultivares IAC Aruã, IAC Carioca Pyatã e IAC Akytã tenham ao menos um de seus progenitores com resistência a *C. f. pv. flaccumfaciens*. Entretanto, Rava & Costa (2003) agruparam as cultivares IAC Carioca Pyatã, IAC Aruã e IAPAR 31 como medianamente resistentes e atribuíram à maior virulência do isolado utilizado esta discordância com os resultados obtidos por Maringoni (2002). Todavia, esta observação pode não ser consistente, uma vez que Maringoni (2002) também verificou que a cultivar IAPAR 31 foi suscetível a dois isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens*. Leite Jr. & Behlau (2001) relataram que as cultivares IAPAR 14, IAPAR 16 e IAPAR 31 mostraram-se resistentes a um isolado de *C. f. pv. flaccumfaciens* obtido de lavouras no Estado do Paraná. Aparentemente, existe variabilidade patogênica entre isolados de *C. f. pv. flaccumfaciens*, mostrando a necessidade de estudos complementares e a seleção de linhagens e cultivares empregando-se isolados obtidos de lavouras da região onde estes materiais sejam recomendados para plantio. Outra explicação pode ser atribuída à diferença metodológica entre estes trabalhos, uma vez que as avaliações ocorreram aos 12 DAI (Rava & Costa, 2003), 25 DAI (Maringoni, 2002) e aos 21, 35 e 49 DAI (Leite Jr. & Behlau, 2001). Mediante os resultados aqui observados, conclui-se que avaliações precoces podem mascarar o comportamento de genótipos perante *C. f. pv. flaccumfaciens*, havendo a necessidade de conduzir as avaliações dos sintomas pelo menos até os 20 DAI. Esta observação está de acordo com Coyne et al. (1965), que observaram que algumas plantas de feijão, classificadas como resistentes à murcha-de-curtobacterium durante a fase de plântula ou pré-florescimento, se tornaram suscetíveis na ocasião do florescimento. Além disto, Leite & Behlau (2001) ainda inocularam as plantas somente aos 21 dias após a semeadura e empregaram uma escala para a avaliação dos sintomas com três notas. Sabe-se que existe variação na suscetibilidade à murcha-de-curtobacterium conforme a idade de plantas de feijão, podendo-se observar maior severidade

em plantas jovens (Rickard & Walker, 1965; Behlau & Leite Jr., 2001). As condições ambientais também podem ter influenciado as diferenças observadas nestes trabalhos, uma vez que Coyne et al. (1966) verificaram que, em condições de temperatura média ao redor de 21°C, as linhagens PI 165,078 e PI 136,725 se mostraram resistentes à *murcha-de-curtobacterium*, enquanto que em condições de campo, com temperaturas ao redor de 33 a 38°C na fase de formação de vagens, a linhagem PI 136,725 foi suscetível. Temperaturas elevadas influenciaram a expressão precoce dos sintomas da *murcha-de-curtobacterium* em linhagens de feijoeiros inoculadas, em Nebraska, U.S.A. (Coyne et al., 1965).

Observando-se os valores médios da AACPMC, foi verificado que houve diferença significativa entre os genótipos avaliados. Os valores de AACPMC variaram de 15,68 a 166,50 e os genótipos TPS Nobre, Empasc 201 – Chapecó, IPR 88 - Uirapuru, LP 9728, Diamante Negro, TPS Soberano, TPS Magnífico, CHC 97-29 e BRS Valente foram as que apresentaram as maiores áreas, indicando maior suscetibilidade à doença. Estes valores de AACPMC foram correspondentes às notas de severidade, pois todas estas cultivares, com exceção da ‘Diamante Negro’, ‘TPS Soberano’ e ‘BRS Valente’, apresentaram-se com a nota máxima logo aos 20 DAI.

Pode-se afirmar que os genótipos Sel. CP 9310635, Carioca, TPS Bionobre, TPS Bonito, Pérola, IAPAR 44, CHP 97-26, Xamego, IPR Juriti, CNFP 8104, SCS 202 - Guará e IPR Graúna foram aqueles que, apesar de terem sido suscetíveis ao isolado FJ 36, possuíram valores de AACPMC relativamente baixos. A cultivar SCS 202 - Guará se destacou dentro dos genótipos que obtiveram nota máxima de severidade no final das avaliações por apresentar o menor valor médio da AACPMC, proporcionado pela baixa severidade da doença até os 10 DAI. A cultivar SCS 202-Guará foi originada pela hibridação da cultivar Carioca versus a linhagem TPS 87-77 e obteve recentemente sua recomendação para cultivo em todas as regiões produtoras de feijão em Santa Catarina, principalmente por se mostrar altamente produtiva em relação às demais cultivares do grupo carioca e com resistência às raças 7, 73, 89 e 95 de *Colletotrichum lindemuthianum* (Elias et al., 2003). Acredita-se que a linhagem TPS 87-77 possua algum nível de resistência à *murcha-de-curtobacterium*, uma vez que a ‘Carioca’ foi suscetível à doença neste e em outros trabalhos encontrados na literatura (Rava & Costa, 2001; Leite Jr. & Behlau, 2001; Maringoni, 2002).

As três cultivares resistentes à murcha-de-curtobacterium foram as que se mostraram com as menores AACPMC (Tabela 3).

Houve reação de suscetibilidade em 87,5% das cultivares avaliadas e, dentre as suscetíveis, destacaram-se as que provavelmente possuíram um nível de resistência horizontal capaz de atrasar a colonização dos vasos do xilema. Os resultados aqui obtidos indicaram que a murcha-de-curtobacterium, sob condições ambientais favoráveis, pode representar uma séria ameaça às lavouras de feijão de Santa Catarina, uma vez que nenhuma das cultivares recomendadas atualmente (Hemp et al., 2004) foi resistente a *C. f. pv. flaccumfaciens*.

7.3. Efeito de doses de nitrogênio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro

Os resultados indicaram que o solo empregado neste ensaio não influenciou significativamente no acúmulo de matéria seca até o momento em que os diferentes tratamentos foram empregados, conforme consta na Tabela 4. Porém, a média da matéria seca acumulada, em todos os tratamentos e nas plantas da cultivar SCS 202 – Guará, foi 18,2 % e 30,0 % acima daquelas obtidas pelas cultivares IPR 88 - Uirapuru e IAC Carioca Pyatã, respectivamente. Pode ser que estas diferenças estejam relacionadas com o porte (IPR 88 - Uirapuru = ereto; IAC Pyatã = semi-ereto a ereto e SCS 202-Guará = semi-ereto) ou o hábito de crescimento (IPR 88 - Uirapuru = indeterminado arbustivo; SCS 202-Guará = indeterminado arbustivo/prostrado; IAC Carioca Pyatã = indeterminado, de guia curta a longa) das cultivares avaliadas (Pompeu, 1997; Moda-Cirino et al., 2001; Elias et al., 2003). Porém, aventa-se a hipótese que a diferença de desenvolvimento entre as cultivares foi causada pelas diferentes marchas de absorção de nutrientes ainda na fase de plântula, uma vez que a quantidade de nutrientes das amostras foi maior nos tecidos das cultivares SCS 202-Guará, seguidos pela IAC Carioca Pyatã e IPR 88 - Uirapuru (Tabela 5). Esta hipótese corrobora com Rosolem (1987), que afirmou a possibilidade de haver diferença na marcha de absorção de nutrientes entre genótipos de feijão e a necessidade deste tipo de estudo em cultivares recém-lançadas. O mesmo foi observado por Yamazaki et al. (1996), que observaram diferenças na absorção de nutrientes em plântulas de 23 cultivares de tomateiro, com variados graus de

resistência e suscetibilidade a *Ralstonia solanacearum*. De acordo com Haag et al. (1967), a acumulação da matéria seca em plantas de feijoeiro cv. Chumbinho Opaco ocorreu de forma crescente a partir dos 10 dias após a emergência do feijoeiro, atingido um valor máximo durante o florescimento. Aos 10 dias após a sementeira, percebeu-se que as plântulas ainda se apresentavam com cotilédones enrugados aderidos ao caule e suas raízes provavelmente absorviam os nutrientes do solo em pequenas quantidades. Contudo, ao avaliar a Tabela 5, pode-se afirmar que o N mineral e/ou orgânico contido no solo, aparentemente não influenciou no acúmulo de N na parte aérea das plantas aos 10 DAS, antes das adubações em cobertura com uréia. Não foi realizada análise de variância nem de regressão para se detectar qualquer influência do substrato na quantidade de N, antes das adubações em cobertura, porque foi utilizada uma amostra composta pela parte aérea de 15 plântulas, distribuídas uniformemente em cinco vasos com 5 L de solo, para que fosse obtido o peso necessário para se proceder as análises químicas. Sabe-se que as plântulas de feijoeiro digerem os produtos de reserva armazenados e que a exaustão destes e o início da absorção efetiva de nutrientes se caracteriza pelo enrugamento dos cotilédones (Vieira, 2000).

Verificou-se que os sintomas da murcha-de-curtobacterium manifestaram-se em todas as plantas inoculadas, independentemente da cultivar, mostrando que houve condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença (Tabela 6). Apesar de não ter sido realizado um monitoramento diário das condições climáticas no interior da casa-de-vegetação, por limitações físicas, foram observadas temperaturas entre 35 e 40 °C durante a condução deste ensaio. Houve influência significativa das doses de uréia na AACPMC somente no ensaio com a cultivar IAC Carioca Pyatã, havendo o ajuste da equação linear $y = 0,0246x + 18,041$ ($R^2 = 0,6768$) aos valores obtidos (Figura 2). Assim, infere-se que a cada quilo de N em cobertura aplicado na cultivar IAC Carioca Pyatã, houve um aumento correspondente a 18,06 unidades de AACPMC, indicando que doses crescentes de nitrogênio favoreceram o progresso da murcha-de-curtobacterium no tempo. Nas outras cultivares avaliadas, a murcha-de-curtobacterium não foi influenciada pelas doses de N aplicadas em cobertura. Aventa-se a hipótese que apenas o genótipo exerceu influência nestes resultados, uma vez que o baixo teor de matéria orgânica no solo (1,0 %) empregado neste ensaio e a pouca nodulação observada nas raízes das cultivares, na última avaliação dos sintomas, não interferiram na resposta das plantas ao N mineral aplicado (Vieira et al., 1999; Lima et al.,

2001). Avaliando-se as notas médias de severidade aos 5 DAI, pode-se verificar que apenas as plantas da cultivar IPR 88 - Uirapuru, adubadas com 75 kg.ha⁻¹ de N, apresentaram-se suscetíveis a *C. f. pv. flaccumfaciens*. Aos 10 DAI, as plantas da cultivar SCS 202 – Guará que foram submetidas à dose recomendada de N (100 kg.ha⁻¹) apresentaram-se com a menor nota média de severidade. Nesta data de avaliação e nas subseqüentes, as cultivares SCS 202 – Guará e IPR 88 - Uirapuru mostraram-se com notas de severidade elevadas, enquanto que somente as plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã foram resistentes. A redução da severidade da murcha-de-curtobacterium, observada nas plantas da ‘IAC Carioca Pyatã’ entre as avaliações realizadas aos 15 e 20 DAI, foi em decorrência da emissão de folhas novas. Numericamente, observou-se maior severidade nas plantas desta cultivar submetidas à maior dose de N. De uma forma geral, a influência da adubação na severidade de doenças de plantas pode ser mascarada por reações de extrema resistência ou suscetibilidade (Zambolim & Ventura, 1993). Contudo, os resultados obtidos neste trabalho mostraram que somente nas plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã, resistente à murcha-de-curtobacterium (Maringoni, 2002), foi possível verificar que a AACPMC foi alterada conforme as doses de N. Estes resultados concordaram, em parte, com aqueles obtidos por Long et al. (2000), que verificou o efeito da adubação nitrogenada no progresso da brusone do arroz em uma cultivar de arroz altamente resistente, quatro moderadamente resistentes e três suscetíveis em Arkansas, E.U.A.

Foi constatado que a aplicação de doses de N acima do recomendado aumentou a incidência e a severidade da doença na maioria das cultivares, exceto na Kaybonnet, altamente resistente. Em contraste com o que foi encontrado neste ensaio, Canaday & Wyatt (1992) avaliaram o efeito de doses de N na podridão bacteriana do brócolis, causada por *Pseudomonas marginalis*, nas cultivares Premium Crop. (suscetível) e Shogum (resistente). Observou-se que doses crescentes de nitrogênio incrementaram a incidência e a severidade da doença somente na cultivar suscetível e foi sugerido um estudo complementar para confirmar se a tendência observada poderia ser adotada para todas as cultivares de brócolis, suscetíveis ou resistentes.

Em recentes experimentos com a cultura do feijoeiro, foi verificado que os sintomas do crestamento bacteriano comum tenderam a diminuir em função do aumento do N em solução nutritiva tanto na cultivar IAC Carioca, suscetível, quanto na IAPAR 14, resistente a *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (Biazon et al., 2000 e 2004). Assim, este

ensaio indicou que não se pode generalizar o comportamento de doenças de plantas em função da nutrição mineral. O aumento da severidade de doenças de plantas em decorrência de doses elevadas de N também foi observado em outros patossistemas (Gibbs et al., 1973; Bartz et al., 1979; Tanaka et al., 2000; Tanaka et al., 2002; Rodrigues et al., 2002; Slaton et al., 2004). Empregando-se a cultivar de feijoeiro Higrade, cultivada em solução nutritiva, Rickard & Walker (1965) relataram que não houve consistência nos resultados obtidos mediante a avaliação da influência de duas doses de N nos sintomas da murcha-de-curtobacterium. Somente no primeiro experimento conduzido por estes autores, com o uso de inoculação no pecíolo da folha, houve tendência em aumentar a percentagem de folhas doentes conforme o emprego da maior dose de N. Porém, ao ser repetido, a resposta foi oposta, concordando quando a inoculação foi por ferimento no nó cotiledonar.

Os resultados demonstrados no presente trabalho indicaram que a severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro, na cultivar IAC Carioca Pyatã, tendeu a se elevar à medida em que houve o uso de doses acima do recomendado para a cultura do feijoeiro. Embora a fraca correlação existente entre estas variáveis (Apêndice 2) e pelo fato da maior dose de N empregada não ter alterado a reação desta cultivar de resistência para suscetibilidade, este resultado sugere estudos com outros genótipos resistentes, para confirmar o observado. Além disso, indicou que o uso de doses abaixo da recomendada, o que geralmente ocorre em sistemas de produção com baixo ou nenhum emprego de insumos, pode diminuir a importância da murcha-de-curtobacterium. Esta hipótese é reforçada pelos resultados do ensaio que buscou avaliar a distribuição de *C. f. pv. flaccumfaciens* em lavouras de feijoeiro no Estado de Santa Catarina (item 6.1.), o qual demonstrou que esta doença esteve em menor frequência em pequenas propriedades rurais. Contudo, não se preconiza a aplicação de doses de N, por meio de adubos minerais e/ou orgânicos, abaixo do recomendado pela análise de solo, uma vez que este elemento está intimamente relacionado com a concentração de clorofila e a produtividade da cultura (Silveira & Damasceno, 1993; Scherer & Hemp, 1998; Barbosa Filho & Silva, 2000; Carvalho et al., 2003).

Ao contrário do observado por Lima et al. (2001), as diferentes doses de N não influenciaram significativamente no acúmulo de matéria seca em nenhuma das cultivares avaliadas (Tabela 7). Porém, as plantas inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens* apresentaram redução na matéria seca de 57,71 a 67,54 % (IAC Carioca Pyatã), 66,68 a 74,04

% (SCS 202 – Guar) e 78,51 a 82,06% (IPR 88 - Uirapuru), em função da dose de N aplicada. O mesmo tipo de resposta foi observado por Maringoni (2003) para a cultivar IAC Carioca Pyat (48,53 %), aos 40 dias após a semeadura. Este menor desenvolvimento das plantas acarretaram menor concentração de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea, independentemente da quantidade de N aplicada (Tabelas 8 e 9). A quantidade de N na parte aérea das plantas foi significativamente influenciada pelas doses de uréia, nas plantas das três cultivares não inoculadas, aos 35 dias após a semeadura (Tabela 8). Foram ajustadas as equações lineares (IAC Carioca Pyat e IPR 88 - Uirapuru) e quadráticas (SCS 202 - Guar) aos valores deste nutriente na parte aérea dos feijoeiros, havendo forte correlação entre eles e as doses de N (Figuras 3, 4 e 5; Apêndice 1). O aumento das doses de N interferiram na quantidade dos nutrientes P, K, Ca e Mg apenas na parte aérea da cultivar SCS 202 - Guar, provavelmente pela maior capacidade de resposta da mesma  adubação. Observaram-se que as correlações entre a quantidade de N, P, K, Ca e Mg variaram de acordo com a cultivar empregada (Apêndice 1). Silveira & Damasceno (1993) também verificaram efeito significativo de doses de N aplicado ao solo sobre a quantidade de N em feijoeiros da cultivar Carioca, em condições de campo, no Estado de Goiás. Estes atribuirm o ocorrido  quantidade de mteria seca, pois  medida que o peso da mteria seca aumentou, o mesmo ocorreu com a quantidade do nutriente na planta.

Em condições de casa-de-vegetação, Biazon et al. (2000 e 2004) verificaram acúmulo de N em folhas das cultivares IAC Carioca e IAPAR 14 em função do aumento das doses deste elemento na solução nutritiva. Todavia, constataram que a quantidade de P, K e Mg variou nos dois experimentos conduzidos com a ‘IAC Carioca’ e que, nos folíolos da ‘IAPAR 14’, houve aumento da quantidade de K e redução de P, Ca e Mg. Os resultados encontrados no presente trabalho mostraram aumento na quantidade de todos os elementos avaliados na parte aérea dos feijoeiros. De todos os macronutrientes, Lima et al. (2001) apenas verificaram aumento na quantidade de P na parte aérea de plantas de feijão cultivar Pérola, em função do incremento de doses de uréia. Segundo estes autores, o N potencializou a absorção de P pelo feijoeiro. Infere-se que as diferenças observadas nestes trabalhos, a respeito da quantidade de elementos químicos em plantas de feijoeiro, em função de doses de N, possam ser atribuídas às características de cada genótipo, com diferentes marchas de absorção de nutrientes e às condições de cultivo e condução das plantas. No ensaio

em que as plantas foram inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens*, somente foi observada interferência das doses de uréia na concentração de N da parte aérea na cultivar IPR 88 - Uirapuru, ajustando-se uma equação linear aos dados obtidos (Figura 10). Possivelmente, a murcha-de-curtobacterium afetou a absorção de água e, conseqüentemente, de nutrientes nos genótipos inoculados. Conforme Rosolem (1996), a condição fitossanitária interfere na resposta do feijoeiro ao nitrogênio, além da região de cultivo e do clima. Houve correlações positivas entre alguns dos elementos, para todas as cultivares avaliadas (Apêndice 2).

Com base nos ensaios conduzidos neste trabalho, demonstrou-se que a quantidade de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas inoculadas foi inferior àquela encontrado nas plantas não inoculadas. Tanto a maior quanto a menor dose de uréia empregada não interferiram na menor quantidade de N dos feijoeiros infectados. Na cultivar IAC Carioca Pyatã, houve uma redução de 41,8 (50 kg.ha⁻¹) a 66,7 % (150 kg.ha⁻¹), na IPR 88 - Uirapuru foi de 73,1 a 80,8 % e na SCS 202 – Guará de 54,3 a 74,0 % na quantidade de N. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Maringoni (2003), que afirmou que as reduções dos macronutrientes são mais acentuadas nas cultivares suscetíveis do que nas resistentes à murcha-de-curtobacterium.

7.4. Efeito de doses de potássio na massa seca de plantas, na quantidade de nutrientes e na severidade da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro

Foi observado que, aos 10 DAS, não houve diferença significativa na massa seca da parte aérea das plântulas das cultivares IPR 88 - Uirapuru, IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará em função das doses de K₂O (Tabela 10). Assim como no ensaio que verificou o efeito de doses de N na severidade da murcha-de-curtobacterium, os valores obtidos indicaram que as plântulas da cultivar SCS 202 – Guará mostraram maior desenvolvimento da parte aérea do que as demais, pois a média dos tratamentos mostrou que a matéria seca acumulada foi de 53,8% e 32,3% acima daquelas apresentadas pela ‘IPR 88 - Uirapuru’ e ‘IAC Carioca Pyatã’, respectivamente. Verificou-se que, aos 10 DAS, não houve incremento na quantidade de K nos tecidos vegetais em função de doses de K₂O e a quantidade de K presente na parte aérea das plantas nesta fase de desenvolvimento indicaram que, aparentemente, não houve diferença na quantidade de K na parte aérea das plântulas até o

momento da adubação (Tabela 11). Pela mesma razão que aquela apresentada no item 6.3., aqui também não foi realizada análise de variância para se detectar qualquer influência do substrato na quantidade de K, antes das adubações em cobertura. Cobra Neto et al. (1961), citado por Rosolem (1987), demonstraram que o acúmulo de K em folhas de feijoeiro cv. Roxinho iniciou-se logo no início do desenvolvimento das plantas e que existiram dois picos de grande demanda de K pela cultura, na diferenciação dos botões florais e no início da formação das vagens.

Notou-se manifestação de sintomas nas plantas submetidas a todos os tratamentos e que as condições ambientais favoreceram o progresso da *murcha-de-curtobacterium* no tempo (Tabela 12), ocorrendo picos de temperatura em torno de 40°C durante o período de condução deste ensaio. Houve correlações negativas e significativas entre as doses de K₂O e a AACPMC em todas as cultivares avaliadas, demonstrando ter havido uma certa tendência em reduzir a severidade da doença de acordo com o aumento das doses de K₂O (Apêndice 4). Todavia, as menores AACPMC que ocorreram na maioria dos tratamentos foram causadas pela menor severidade da doença no início do período de condução dos ensaios. Apesar desta tendência, o teste F de Snedecor demonstrou que não houve diferença significativa entre estas variáveis (Tabela 12). No quinto dia após a inoculação com o isolado FJ 36, as plantas haviam recebido apenas a metade da dose de N e K₂O de cada tratamento. Nesta ocasião, evidenciou-se que somente as plantas da cultivar IPR 88 - Uirapuru, que haviam sido submetidas a 135 e 90 kg.ha⁻¹ de K₂O, estiveram com a nota média de severidade de 0,87 e 1,53, respectivamente. No caso da cultivar SCS 202 – Guará, todas as plantas se apresentaram resistentes a *C. f. pv. flaccumfaciens* na primeira avaliação dos sintomas da doença. Porém, aos 10 DAI, somente as plantas desta cultivar que receberam 25% de K₂O a mais do que o indicado pela análise de solo se mostraram como resistentes à *murcha-de-curtobacterium*. As plantas da ‘IPR 88 - Uirapuru’, que haviam apresentado as menores notas médias de severidade na primeira avaliação dos sintomas, mostraram-se suscetíveis a *C. f. pv. flaccumfaciens* no décimo dia após a inoculação e nas avaliações seguintes. Todas as plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã apresentaram-se com nanismo e mosaico foliar logo aos 15 DAI, permanecendo resistentes independentemente da dosagem de potássio utilizada e durante toda a condução do experimento.

Os efeitos de fatores ambientais, como a nutrição mineral, na severidade de doenças de plantas são pequenos em cultivares com elevada resistência ou suscetibilidade, mas bastante grandes naquelas moderadamente suscetíveis ou parcialmente resistentes (Zambolim & Ventura, 1993). Os resultados observados neste ensaio concordaram em parte com esta observação, uma vez que se adotou a cultivar IAC Carioca Pyatã como resistente e as cultivares IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 – Guará como suscetíveis.

Outra explicação para a falta de significância entre as doses de K_2O e a severidade da murcha-de-curtobacterium pode ser atribuída ao fato que as plantas foram inoculadas no mesmo dia em que receberam a primeira aplicação de K em cobertura e sete dias antes da segunda, havendo pouco tempo para que as cultivares pudessem absorver e metabolizar este elemento de maneira eficiente e, assim, permitir ou não que exercesse influência na expressão dos sintomas da doença até a última avaliação dos sintomas, aos 35 DAS. Apesar de haver a recomendação do parcelamento da adubação em cobertura com K no sulco de plantio e em cobertura, até os 20 dias após a emergência, para doses acima dos 50 $kg \cdot ha^{-1}$ de K_2O , o K é exigido pela cultura do feijoeiro em quantidades elevadas e quase a sua totalidade é absorvido até os 40 ou 50 dias após a emergência das plantas (Rosolem, 1996). Diante do exposto, provavelmente não houve o tempo necessário para que as plantas utilizassem o K até a manifestação dos sintomas iniciais da doença, que progrediu rapidamente e causou sérios danos às plantas das cultivares ‘IPR 88 - Uirapuru’ e ‘SCS 202 Guará’, devido à agressividade do isolado empregado e às condições ambientais favoráveis. A doença manifestou-se com alta severidade nestas cultivares justamente no período compreendido entre as adubações de cobertura (Tabela 12). Entretanto, Rickard & Walker (1965) inocularam plantas de feijão da cultivar Higrade, mantidas em soluções nutritivas, com *C. f. pv. flaccumfaciens*, quando estas apresentaram-se com a terceira folha trifoliolada. Mesmo assim, não foi possível verificar o efeito de altas e nem de baixas concentrações de K no desenvolvimento da murcha-de-curtobacterium, principalmente quando a inoculação foi realizada por meio de ferimentos no nó cotiledonar das plantas. Estes autores sugeriram que a severidade de *C. f. pv. flaccumfaciens* foi mais influenciada pelas substâncias elaboradas no hospedeiro do que pelos minerais inorgânicos fornecidos pelas soluções nutritivas. Com os resultados obtidos no presente trabalho, assume-se que a adubação com K exerceu pouca ou nenhuma influência no progresso da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro havendo,

possivelmente, maior importância da resistência genética, do local de penetração de *C. f. pv. flaccumfaciens* no tecido do hospedeiro e de condições ambientais favoráveis.

Apesar do K ser frequentemente associado à redução da incidência e severidade de doenças de plantas, este efeito não pode ser generalizado pois pode variar em função da sua disponibilidade no solo e interação com outros nutrientes, das condições ambientais, da suscetibilidade da planta e do patógeno envolvido (Huber & Arny, 1985). Salgado et al. (1984) concluíram que não houve relação entre a quantidade de K e as dimensões de manchas causadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* em folhas superiores, medianas e inferiores de algodoeiros cultivados em solução nutritiva. Em Honduras, uma das recomendações de controle de *Stenocarpella maydis* e *Fusarium moniliforme* na cultura do milho estava sendo evitar doses elevadas de N, com níveis baixos de K. Porém, ao contrário do que se esperava, Rio (1990) não constatou influência de diferentes doses de K₂O na incidência da podridão de espigas na variedade Guayape Blanco 102. A ação de formulações e doses de fertilizantes foram investigados sobre doenças na cultura da soja, na região norte de Alabama, E.U.A. e não foi verificada influência do único fertilizante potássico empregado, o ‘muriato de potássio’ (60% de K₂O), na incidência de *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* em folhas da cultivar Bragg (Pacumbaba et al., 1997). Biazon (2003) não constatou diferenças na severidade do crestamento bacteriano comum do feijoeiro em folhas da cultivar IAC Carioca, independentemente das doses de KCl e K₂SO₄ utilizadas. A ineficiência do K em reduzir a severidade de doenças, em determinados patossistemas, também pode ocorrer quando se exclui a interferência do solo e se emprega fertilizações foliares. Buscando o controle de *Alternaria solani* e *A. macrospora* em folhas de batata e algodão, respectivamente, Blachinski et al. (1996) somente constataram redução na severidade das doenças quando houve a pulverização foliar de KNO₃ em mistura com fungicidas sistêmicos. Outro aspecto é que, segundo Marschner (1995), o efeito do K na redução de doenças ocorre em plantas com deficiência deste nutriente, podendo não ser notado em plantas suficientemente nutridas com K, mesmo com o incremento da adubação. Avaliando o efeito de doses crescentes de N e K₂O sobre a antracnose do morangueiro, causada por *Colletotrichum acutatum*, Tanaka et al. (2002) constataram que o potássio não afetou significativamente a severidade de sintomas, sugerindo que o teor médio de K nativo no

solo não proporcionou a devida resposta das plantas ou que o potássio foi incapaz de influenciar a severidade da doença.

Houve redução na massa seca da parte aérea de todas as plantas inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens*, aos 35 DAS, conforme apresentado na Tabela 13. As maiores reduções ocorreram na cultivar IPR 88 - Uirapuru, havendo uma perda média de 83,95% nas plantas submetidas a 112,5 kg.ha⁻¹ de K₂O. As menores reduções foram observadas nas plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã, com apenas 19,74% quando submetidas à dose recomendada de K₂O (90 kg.ha⁻¹), uma vez que esta cultivar se mostrou resistente independentemente do tratamento empregado. O mesmo foi relatado por Maringoni (2002), que observou que as cultivares de feijão resistentes à murcha-de-curtobacterium, após serem inoculadas, apresentaram melhor desenvolvimento da parte aérea do que as cultivares suscetíveis. Porém, apesar de ter havido maior redução da matéria seca das plantas desta cultivar na menor dose de K₂O, a interação entre os tratamentos e o peso da matéria seca das plantas não foi significativa. O mesmo comportamento foi observado para a maioria das cultivares, com ou sem inoculação. Todavia, nas plantas da SCS 202 – Guará que não foram inoculadas, a análise de variância foi significativa e se observou um aumento da matéria seca em função das doses crescentes de K₂O, com o ajuste de um modelo linear aos dados observados (Figura 11). Todas as plantas das cultivares IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 – Guará se mostraram com elevadas notas de severidade da doença e AACPMC aos 25 DAI, o que provavelmente ocasionou uma menor absorção de água e nutrientes com o decorrer do tempo e implicou na redução do desenvolvimento da parte aérea das mesmas. Schuster et al. (1964) descreveram que a curva de crescimento de plantas das cultivares de feijoeiro Tepary Buff e Great Northern 1140 não inoculadas foi gradualmente crescente, sem a interrupção observada no desenvolvimento daquelas inoculadas com *C. f. pv. flaccumfaciens*. Estes autores relataram uma correlação negativa entre a massa verde de plantas inoculadas e a população bacteriana em cultivares de feijão.

A quantidade dos nutrientes avaliados na parte aérea das plantas de feijoeiro foi variável, havendo uma tendência em decrescer a quantidade de N, P, K, Ca e Mg nas plantas inoculadas das cultivares IPR 88 - Uirapuru e SCS 202 – Guará em relação àquelas feridas com agulha entomológica embebida em água destilada esterilizada (Tabelas 14 e 15; Figuras 12 a 17). Porém, notou-se que somente houve redução na quantidade do N na cultivar

IAC Carioca Pyatã, discordando dos resultados de de Maringoni (2003) que, além do N, verificou redução da quantidade de P, K, Ca, Mg e S em plantas desta cultivar infectadas por *C. f. pv. flaccumfaciens*. Esta discordância provavelmente possa ser atribuída a diferenças na agressividade dos isolados utilizados, nas características climáticas e edáficas e no fornecimento de nutrientes e fontes de adubos.

Não houve efeito das doses de K_2O na quantidade de N, P e K na parte aérea das plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã, feridas com alça reta embebida em água destilada esterilizada (Tabela 14). As análises de variância da quantidade de Ca e Mg nesta cultivar foram significativas, havendo o ajuste das equações lineares e cúbicas, respectivamente (Figuras 14 e 15). Nas plantas da cultivar IPR 88 - Uirapuru não inoculadas, somente a quantidade de Mg foi influenciada significativamente pelas doses de K_2O , se ajustando à função cúbica $y = 0,0001 x^3 - 0,0388 x^2 + 4,0678 x - 109,14$ (Tabela 14; Figura 15). No entanto, de todas as plantas inoculadas e não inoculadas, aquelas da cultivar SCS 202 – Guará foram as únicas que se apresentaram com a quantidade de K influenciada pelos tratamentos (Tabelas 14 e 15). Nas plantas não inoculadas, procedeu-se o ajuste de uma equação linear aos resultados (Figura 13), enquanto que naquelas que receberam inóculo de *C. f. pv. flaccumfaciens*, a equação quadrática foi a que apresentou o melhor coeficiente de determinação (Figura 17). O mesmo foi verificado com o elemento P, que sofreu influência dos tratamentos somente naqueles ensaios conduzidos com plantas da cultivar SCS 202 – Guará (Tabelas 14 e 15). O ajuste da função linear (Figura 12) e quadrática (Figura 16) aos dados indicou que houve incremento no acúmulo de P na parte aérea das plantas de feijão em função do aumento das doses de K. Esta interação pode ser explicada pelas observações de Akapa (1977), citado por Dibb & Thompson Jr. (1985), que relataram a existência de um local, com a função de absorver especificamente o elemento P em raízes de feijão caupi, que foi ativado pela aplicação de K. A quantidade de Ca na parte aérea dos feijoeiros se comportou de forma diferente nas plantas da cultivar IAC Carioca Pyatã e SCS 202 – Guará (Figura 13). Com o aumento das doses de K_2O , houve a tendência em reduzir a quantidade de Ca na cultivar SCS 202 – Guará e de aumentar linearmente o Ca nos tecidos da ‘IAC Carioca Pyatã’. O mesmo comportamento foi observado para o Mg, que aumentou linearmente em função do aumento das doses de K_2O na cultivar SCS 202 – Guará e decresceu na cultivar IAC Carioca Pyatã. Nos tecidos da ‘IPR 88 - Uirapuru’, ocorreu um aumento da quantidade de Mg até a

dosagem de 90,0 kg.ha⁻¹ de K₂O, com posterior decréscimo e estabilização em torno dos 135 kg.ha⁻¹. As plantas procuram manter um equilíbrio iônico ou de eletroneutralidade, que difere com a espécie e até mesmo a variedade, implicando em um efeito competitivo entre os cátions Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺. O K interage com quase todos os macronutrientes essenciais, secundários e micronutrientes, podendo aumentar ou reduzir a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas (Dibb & Thompson Jr., 1985). Loué (1963), citado por Munson (1968), conduziu experimentos com milho em vários locais do território francês e, mediante análises foliares, observou que a quantidade de Ca e Mg diminuiu conforme o aumento das doses de K. De acordo com Biazon (2003), plantas de feijoeiro IAC Carioca e IAPAR 31, não inoculadas com *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e adubadas com as diferentes fontes e concentrações de K, apresentaram tendência de redução na quantidade de Mg nas folhas. Avaliando o efeito da adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no estágio de florescimento do feijoeiro, Lima et al. (2001) verificaram que, além da adubação fosfatada de plantio, a adubação em cobertura com K influenciou positivamente a concentração de P na parte aérea.

A absorção de N não sofreu influência das doses crescentes de K nas cultivares avaliadas, concordando com Lima et al. (2001), que atribuíram à mineralização da matéria orgânica os resultados obtidos. Contudo, como o solo empregado neste trabalho se apresentou com um baixo teor de matéria orgânica, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1994), infere-se que a quantidade correspondente a 100 kg.ha⁻¹ de N aplicado nos vasos foi suficiente para suprir a demanda de todas das plantas das três cultivares, independentemente da dose de K. Outra possibilidade que pode ter ocorrido de forma concomitante, foi o auxílio no suprimento de N por meio da nodulação e fixação de N atmosférico por bactérias nitrificantes, uma vez que o solo utilizado não foi esterilizado e bactérias fixadoras poderiam estabelecer relação simbiótica com as raízes das plantas.

Concernente ao K, o baixo nível encontrado no solo empregado neste experimento teoricamente garantiria um alto potencial de resposta das três cultivares ao K₂O fornecido por meio dos tratamentos. Porém, observou-se que somente na cultivar SCS 202 – Guará, a quantidade de K da parte aérea das plantas respondeu significativamente às doses empregadas (Figuras 13 e 17). Estes resultados concordam com outros trabalhos que demonstram que a quantidade de K na parte aérea do feijoeiro pode não sofrer influência de

doses de K_2O . Em condições de casa-de-vegetação, Lima et al. (2001) avaliaram o efeito de 0, 60 e 120 $kg.ha^{-1}$ de K_2O em plantas de feijoeiro cv. Pérola, conduzidos em vasos com 15 L de capacidade e observaram que estas doses não interferiram significativamente na parte aérea das plantas de feijão. Inferiu-se que o feijoeiro é uma planta com elevada capacidade em adquirir o K e que, a exemplo do que ocorre com a cultura da soja, consiga absorver quantidades significativas de K não trocável no solo, havendo concordância com as observações feitas por Rosolem (1996). Silveira & Damasceno (1993) também não notaram efeito de adubações com 0, 40, 80 e 120 $kg.ha^{-1}$ de K_2O sobre a quantidade de K da parte aérea de feijoeiros da cv. Carioca, em campo. Assim, ficou demonstrado que os resultados obtidos na avaliação da quantidade de K na parte aérea das plantas de feijão do presente trabalho concordaram com outros, indicando que a cultivar SCS 202 – Guará não se comportou como as demais cultivares avaliadas com relação à marcha de absorção de nutrientes e/ou não absorve tão eficientemente o K não trocável do solo. Entretanto, Rosolem (1996) relatou que, quando o solo apresenta de 50 a 60 $mg.L^{-1}$ de K, normalmente não se obtém resposta do feijoeiro à adubação potássica, podendo-se obter resposta negativa ao nutriente dependendo da produtividade e do modo de aplicação do adubo. No presente trabalho, mesmo com o teor inicial de K no solo de 31 $mg.L^{-1}$, foi possível notar que somente a cultivar SCS 202 – Guará respondeu positivamente à adubação empregada, indicando que as cultivares IPR 88 - Uirapuru e IAC Carioca Pyatã demonstraram eficiência na absorção de K em condições de baixa disponibilidade no solo. Houve correlação significativa e variável nas interações entre a quantidade de N, P, K, Ca e Mg e as doses de K_2O empregadas neste trabalho, conforme a cultivar avaliada (Apêndice 3).

8. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir:

- *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* ocorreram em feijoeiros coletados nos municípios catarinenses de Campos Novos, Faxinal dos Guedes, Guatambu, Ipuçu, Ponte Serrada e Tigrinhos, durante as safras 2002/03 e 2003/04;
- As cultivares IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã e IAC Carioca Pyatã apresentaram os maiores níveis de resistência à murcha-de-curtobacterium;
- Avaliações precoces dos sintomas da murcha-de-curtobacterium podem mascarar o comportamento de genótipos, havendo necessidade de se proceder às avaliações dos sintomas pelo menos até os 20 DAI;
- O aumento de doses de N influenciou positivamente no progresso da murcha-de-curtobacterium em feijoeiros da cultivar 'IAC Carioca Pyatã';
- A adubação com doses crescentes de uréia incrementou o conteúdo de N na parte aérea das plantas das cultivares 'IAC Carioca Pyatã', 'IPR 88 - Uirapuru' e SCS

202 – Guará, porém não interferiu no peso da matéria seca da parte aérea destas cultivares de feijoeiro;

- A área abaixo da curva de progresso da murcha-de-curtobacterium não foi influenciada pelas doses de K_2O em nenhuma das cultivares.

9. Referências Bibliográficas

BALARDIN, R. S. Doenças do feijoeiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p. 195-225.

BALARDIN, R. S.; CORRALES, M. A. P.; OTOYA, M. M. Resistência de germoplasmas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 15, p. 102-103, 1990.

BALARDIN, R. S.; DAL PIVA, C. A.; OGLIARI, P. J. **Diagnóstico da produção de sementes de feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1992. 38 p. (Boletim técnico, n. 61)

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento de N em cobertura para o feijoeiro irrigado. In. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 772-775.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, jul. 2000.

BARTZ, J. A. C.; GERALDSON, G. M.; CRILL, J. P. Nitrogen nutrition of tomato plants and susceptibility of the fruit to bacterial soft rot. **Phytopathology**, St. Paul, v.69, n.2, p.163-166, 1979.

BEHLAU, F.; LEITE JR., R. P. Efeito da concentração de inóculo e da idade da planta no desenvolvimento da murcha bacteriana causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 26, p. 300, 2001. Suplemento.

- BEHLAU, F.; LEITE JR., R. P. Patogenicidade de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* para diferentes plantas cultivadas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 78, 2002. Suplemento.
- BERGAMIN FILHO, A.; MENTEN, J. O. M.; MENDES, B. M. J. Avaliação de resistência a fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 10, p. 137-154, 1984.
- BLACHINSKI, D. et al. Influence of foliar application of nitrogen and potassium on *Alternaria* diseases in potato, tomato and cotton. **Phytoparasitica**, Rehovot, v. 24, n. 4, p. 281-292, 1996.
- BIAZON, V.L. **Crestamento bacteriano comum do feijoeiro**: efeito da adubação nitrogenada e potássica e aspectos bioquímicos relacionados à doença. 2003. 172 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- BIAZON, V.L.; MARINGONI, A.C.; GRASSI FILHO, H. Efeito de cálcio e de nitrogênio na suscetibilidade da cultivar de feijoeiro IAC-Carioca ao crestamento bacteriano comum. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 295-299, 2000.
- BIAZON, V. L.; MARINGONI, A. C.; GRASSI FILHO, H. Influência de cálcio e de nitrogênio nos teores de macronutrientes foliares e na suscetibilidade do feijoeiro Iapar 14 ao crestamento bacteriano comum. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 320-323, 2004.
- BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Farhan House: CAB International, 1986. 332 p.
- BURKHOLDER, W. H. The longevity of the pathogen causing the wilt of the common bean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 35, n. 9, p. 743-744, 1945.
- BURPEE, L. L. Interactions among mowing height, nitrogen fertility, and cultivar affect the severity of *Rhizoctonia* blight of tall fescue. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 7, p. 721-726, 1995.
- CANADAY, C. H.; WYATT, J. E. Effects of nitrogen fertilization on bacterial soft rot in two broccoli cultivars, one resistant and one susceptible to the disease. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 10, p. 989-991, 1992.
- CARBALLO, S. J.; BLANKENSHIP, S. M.; SANDERS, D. C. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, n. 7, p. 1175-1191, 1994.
- CARBONELL, S. A. M. Novas tendências no melhoramento do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.) **Sistemas de produção de feijão irrigado**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2001. p. 3-34.

CARVALHO, M. A. C. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.

CHASE, A. R. Effect of nitrogen and potassium fertilizer rates on severity of xanthomonas blight of *Syngonium podophyllum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73, n. 12, p. 972-975, 1989.

CHASE, A. R.; JONES, J. B. Effects of host nutrition, leaf age, and preinoculation light levels on severity of leaf spot of dwarf schefflera caused by *Pseudomonas cichorii*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 70, n. 6, p. 561-563, 1986.

CHASE, A. R.; POOLE, R. T. Effects of fertilizer rates on severity of xanthomonas leaf spot of schefflera and dwarf schefflera. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, n. 6, p. 527-529, 1987.

CHAVARRO, A. C.; LOPEZ, C. A. G.; LENNE, J. M. Características y patogenicidad de *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dows. agente causal del marchitamiento bacteriano de *Zornia* spp. y su efecto en el rendimiento de *Z. glabra* CIAT 7847 y *Phaseolus vulgaris*. **Acta Agronomica**, Palmira, v. 35, n. 2, p. 64-79, 1985.

COELHO NETTO, R. A. et al. Murcha bacteriana no Estado do Amazonas, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 1, p. 21-27, 2004.

COLLINS, M. D.; JONES, D. Reclassification of *Corynebacterium flaccumfaciens*, *Corynebacterium betae*, *Corynebacterium oortii* and *Corynebacterium poinsettiae* in the genus *Curtobacterium*, as *Curtobacterium flaccumfaciens* comb. nov. **Journal of General Microbiology**, Great Britain, v. 129, p. 3545-3548, 1983.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1994.

COPEL, W. E.; HENDRIX, F. F. Influence of NO₃/NH₄ ratio, N, K, and pH on root rot of *Viola x wittrockiana* caused by *Thielaviopsis basicola*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 80, n. 8, p. 879-884, 1996.

COYNE, D. P.; SCHUSTER, M. L.; ESTES, L. W. Effect of maturity and environment on the genetic control of reaction to wilt bacterium in *Phaseolus vulgaris* L. crosses. **American Society for Horticultural Science**, v. 88, p. 393-399, 1966.

COYNE, D. P.; SCHUSTER, M. L.; YOUNG, J. O. A genetic study of bacterial wilt (*Corynebacterium flaccumfaciens* var. *aurantiacum*) tolerance in *Phaseolus vulgaris* crosses and the development of tolerance to two bacterial diseases in beans. **American Society for Horticultural Science**, v. 87, p. 279-285, 1965.

- DAVIS, M. J.; VIDAVER, A. K. Coryneform plant pathogens. In: SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. (Ed.) **Plant pathogenic bacteria**. 3. ed., St.Paul:APS, 2001. p. 218-235.
- DIBB, D. W.; THOMPSON JR., W. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R.D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p. 515-533.
- DUNLEAVY, J. M. et al. Prevalence of *Corynebacterium flaccumfaciens* as incitant of bacterial tan spot of soybean in Iowa. **Plant Disease**, St. Paul, v. 67, n. 11, p. 1277-1279, 1983.
- ELIAS, H. T.; et al. SCS 202 – Guará: nova cultivar de feijoeiro para o Estado de Santa Catarina. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4, 2003, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: CAV, UDESC, 2003. p. 320-322.
- ELMER, W. H. Influence of chloride and nitrogen form on Rhizoctonia root and crown rot of table beets. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 6, p. 635-640, 1997.
- ELMER, W. H.; LAMONDIA, J. A. Influence of ammonium sulfate and rotation crops on strawberry black root rot. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, n. 2, p. 119-123, 1999.
- ENGELHARD, A.W. Historical highlights and prospects for the future. In: ENGELHARD, A.W. (ed.) **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro-and microelements**. St. Paul: APS, 1990. p. 9-17
- ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON (Ed.) **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 41-81
- FAO. **FAOSTAT database** [on line]. Roma, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org/faostat>>. Acesso em 15 mar. 2004.
- FLESCH, R. D. Cultivares e semeadura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p. 147-160.
- FLESCH, R. D. Perspectivas da cultura do feijão em Santa Catarina. In: Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 4, 2003, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2003. p. 57-61.
- GIBBS, A. F.; WILCOXSON, R. D.; THOMAS, H. L. The effect of nitrogen fertilization and mowing on *Helminthosporium* leaf spot and sugar content of bluegrass leaves. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, n. 6, p. 544-548, 1973.

- GUIMARÃES, P. M. et al. Characterisation of *Curtobacterium flaccumfaciens* pathovars by AFLP, rep-PCR and pulsed-field electrophoresis. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 109, n.8, p. 817-825, 2003.
- GOMEZ, Y. M.; CANINO, N. S.; FUNDORA, M. Influencia de la fertilización em lãs pudriciones causadas por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* Lin). **Revista Centro Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 32-39, 1989.
- HAAG, H. P. et al. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 26, n. 30, p. 138-41, 1967.
- HALL, R. **Compendium of bean diseases**. St. Paul: APS, 1991. 73 p.
- HALLUKA, M. et al. Population trends of *Corynebacterium flaccumfaciens* strain in leaves of *Phaseolus* species. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, p. 13-26, 1978.
- HAYGOOD, R. A.; STRIDER, D. L.; NELSON, P. V. Influence of nitrogen and potassium on growth and bacterial leaf blight of *Philodendron selloum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 66, n. 8, p. 728-30, 1982.
- HEDGES, F. A bacterial wilt of bean caused by *Bacterium flaccumfaciens*. **Science**, v. 55, p. 433-434, 1922.
- HEDGES, F. Bacterial wilt of beans (*Bacterium flaccumfaciens* Hedges), including comparison with *Bacterium phaseoli*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 16, n. 1, p. 1-22, 1926.
- HEMP, S. et al. Feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2002/2003**. Florianópolis, 2002. p. 68-76.
- HEMP, S. et al. Feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2004/2005**. Florianópolis, 2004. p. 69-77.
- HEMP, S. et al. Ensaio estadual de linhagens e cultivares de feijão preto em Santa Catarina: VCU – 2002/03. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4, 2003, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2003a. p. 301-303.
- HEMP, S. et al. Ensaio estadual de linhagens e cultivares de feijão do grupo carioca em Santa Catarina: VCU – 2002/03. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4, 2003, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2003b. p.306-310.

HILLOCKS, R. J.; CHINODYA, R. The relationship between *Alternaria* leaf spot and potassium deficiency causing premature defoliation of cotton. **Plant Pathology**, St. Paul, v. 38, p. 502-508, 1989.

HUBER, D. M. Introduction. In: ENGELHARD, A. W. (Ed.) **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro-and microelements**. St. Paul: APS, 1990. p. 1-8

HUBER, D. M.; ARNY, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R. D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p. 467-488.

HUBER, D. M.; WATSON, R. D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of Plant Pathology**, Rotorua, v. 12, p. 139-165, 1974.

INSTITUTO CEPA. Feijão. In: INSTITUTO CEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina - 2002-2003**. Florianópolis, 2003. p. 49-62.

ITO, M. F. et al. Efeito residual da adubação potássica e da calagem sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 44-49, 1994.

ITO, M.F. et al. Efeito residual da calagem e da adubação potássica sobre a queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 21-23, 1993.

KÖSEOGLU, A. T.; TOKMAK, S.; MOMOL, M. T. Relationships between the incidence of fire blight and nutritional status of pear trees. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 19, n. 1, p. 51-61, 1996.

KRUPINSKY, J. M.; TANAKA, D. L. Leaf spot diseases on winter wheat influenced by nitrogen, tillage, and haying after a grass-alfafa mixture in the conservation reserve program. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n. 7, p. 785-789, 2001.

LEITE JR., R.P. et al. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro no Paraná e Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 26, p. 303, 2001. Suplemento.

LEITE JR., R. P.; BEHLAU, F. Caracterização da murcha bacteriana do feijoeiro no Paraná. In: REUNIÃO SULBRASILEIRA DE FEIJÃO, 5, 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2001. p. 50-54.

LIMA, E. V. et al. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 125-129, 2001.

LONG, D. H.; LEE, F. N.; TEBEEST, D. O. Effect of nitrogen fertilization on disease progress of rice blast on susceptible and resistant cultivars. **Plant Disease**, St. Paul, v. 84, n. 4, p. 403-409, 2000.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256 p.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O potássio e a planta. In: YAMADA, T. et al.(Ed.) **O potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 95-162.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1989. 201 p.

MARIANO, R. L. R. et al. Método de isolamento de bactérias endofíticas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 22, p. 235, 1997. Suplemento.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. Isolamento de bactérias fitopatogênicas. In: MARIANO, R. L. R. (Coord.) **Manual de práticas em fitobacteriologia**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2000. p. 27-36.

MARINGONI, A. C. Alterações nos teores de macronutrientes em plantas de feijoeiro infectadas por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 217-222, 2003.

MARINGONI, A. C. **Apontamentos de técnicas em fitobacteriologia**, Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agronômicas e Florestais, 1995. 31 p. (Boletim Técnico n. 8)

MARINGONI, A. C. **Caracterização de isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro comum à murcha-de-curtobacterium**. 2000. 73 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MARINGONI, A. C. Comportamento de cultivares de feijoeiro comum à murcha-de-curtobacterium. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27, n. 2, p. 157-162, 2002.

MARINGONI, A. C.; KOMORI, N. Levantamento das bacterioses do feijoeiro no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 3/4, p. 241-244, 1989.

MARINGONI, A. C.; KUROZAWA, C. Tipificação de isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* por bacteriocinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 9, p. 1339-1345, 2002.

MARINGONI, A. C.; ROSA, E. F. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, p. 160-162, 1997.

- MARINGONI, A. C.; SOUZA, E. L. C. Reação de cultivares de soja a isolado de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, proveniente de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 777-781, 2003.
- MARINGONI, A. C. et al. First report of *Pseudomonas cichorii* on turmeric (*Curcuma longa*) in Brazil. **Plant Pathology**, London, v. 52, n. 6, p. 794, 2003.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**, 2. ed., London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MASCARENHAS, H. A. A. et al. Efeito da adubação potássica no cancro da haste da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 3/4, p. 217-221, 1997.
- MASCARENHAS, H. A. A. et al. Influência da calagem e adubação potássica no cancro da haste da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 156-160, 1998.
- MASCARENHAS, H.A.A. et al. Efeito da adubação potássica sobre o ataque da soja pelo *Diaporthe phaseolorum* (CKE. & ELL.) SACC. var. *sojae* (LEHMAN) WEHM. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 2, p. 230-234, 1976.
- McDONALD, J. G.; WONG, E. High diversity in *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* characterized by serology and rep-PCR genomic fingerprinting. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v. 22, p. 17-22, 2000.
- McGOVERN, R. J.; HORST, R. K.; DICKEY, R. S. Effect of plant nutrition on susceptibility of *Chrysanthemum morifolium* to *Erwinia chrysanthemi*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 69, n. 12, p. 1086-1088, 1985.
- McGUIRE, R.G. et al. Epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* and bacterial spot of tomato as influenced by nitrogen and potassium fertilization. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, p. 656-660, 1991.
- MELLO, M. R. F. et al. Bactérias promotoras de crescimento em plântulas de feijão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 213, 1998. Suplemento.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; MASCARENHAS, H. A. A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 40, p. 511-519, 1963.
- MODA-CIRINO, V. et al. IPR88 Uirapuru common beans. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 205-206, 2001.
- MUNSON, R. D. Interaction of potassium and other ions. In: KILMER, V. J.; YOUNTS, S. E.; BRADY, N. C. (Ed.) **The role of potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1968. p. 321-353.

NADAL, R. Aspectos econômicos da cultura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p. 25-35.

NELSON, R. et al. Working with resource-poor farmers to manage plant diseases. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n. 7, p. 684-695, 2001.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 169-221.

PACUMBABA, R. P.; BROWN, G. F.; PACUMBABA JR., R. O. Effect of fertilizers and rates of application on incidence of soybean diseases in Northern Alabama. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 12, p. 1459-1460, 1997.

PAIVA, H. F. et al. Influência das adubações nitrogenada e potássica no tipo de sintoma causado por *Erwinia* spp. na cultura da batata. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 339, 1996. Suplemento.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2002. CD-ROM.

PATAKY, J. K. et al. Effects of nitrogen fertilization on *Cylindrocladium* black rot of peanuts and peanut yield. **Plant Disease**, St. Paul, v. 68, n. 8, p. 674-677, 1984.

PATEL, P. N.; WALKER, J. C. Relation of air temperature and age and nutrition of the host to the development of halo and common bacterial blights of bean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 53, p. 407-411, 1963.

POMPEU, A. S. IAC-Maravilha, IAC-Una, IAC-Carioca Pyatã, IAC-Carioca Aruã, IAC-Carioca Akytã e IAC-Bico de ouro: novos cultivares de feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 79-85, 1997.

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 55-60, 2001.

POZZA, A. A. A. et al. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e K em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-34, 2000.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

RAVA, C. A. et al. Fontes de resistência à antracnose, crestamento-bacteriano-comum e murcha-de-curtobacterium em coletas de feijoeiro-comum. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 292, p. 797-802, 2003.

RAVA, C. A. et al. Procura de fontes de resistência à murcha-de-curtobacterium em coletas de feijoeiro-comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 128-129.

RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Reação de cultivares à murcha-de-curtobacterium. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4, 2003, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2003. p. 246-247.

RAVA, C. A.; SARTORATO, A. Crestamento bacteriano comum. SARTORATO, A.; RAVA, C. A. (Ed.) **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 217-242.

RICKARD, S. F.; WALKER, J. C. Mode of inoculation and host nutrition in relation to bacterial wilt of bean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 55, p. 174-178, 1965.

RIO, L. E. Efecto de la fertilizacion potasica en la incidencia del maiz muerto. **Ceiba**, v. 31, n. 1, p. 33-36, 1990.

RODRIGUES, F. A.; CARVALHO, E. M.; VALE, F. X. R. Severidade da podridão-radicular de *Rhizoctonia* do feijoeiro influenciada pela calagem e pelas fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1247-1252, 2002.

RODRIGUES, L. S. et al. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1275-1284, 2002.

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1987. 93 p. (Boletim Técnico n. 8)

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba:Potafos, 1996. p. 353-390.

RYU, E. A. A simple method for differentiation between Gram-positive and Gram-negative organisms without staining. **Kitazato Archives of Experimental Medicine**, v. 17, p. 58-63, 1940.

SALGADO, C. L.; BALMER, E. Influência do estado nutricional nas reações do algodoeiro a *Xanthomonas malvacearum* (E.F.Smith) Dowson. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 1, p. 119-124, 1975.

SAETTLER, A. W. Bacterial wilt. In: HALL, R. (Ed.) **Compendium of bean diseases**. St. Paul: APS, 1991. p. 31.

SALGADO, C. L.; BALMER, E.; BARBIN, D. Correlação entre os teores dos elementos minerais e a suscetibilidade do algodoeiro à *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (E.F.SM.) Dowson. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 10, p. 234-241, 1984.

SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; LACY, G. H. Xanthomonas. In: SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. (Ed.) **Plant pathogenic bacteria**. 3 ed., St. Paul: APS, 2001. p. 175-2001.

SCHERER, E. E.; HEMP, S. Efeito de doses e fontes de adubo nitrogenado na cultura do feijão. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE FEIJÃO, 31, 1998, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1998. p. 115-116.

SCHUSTER, M. L. Relation of root-knot nematodes and irrigation water to the incidence and dissemination of bacterial wilt of bean. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 43, n. 1, p. 27-32, 1959.

SCHUSTER, M. L.; CHRISTIANSEN, D. W. An orange colored strain of *Corynebacterium flaccumfaciens* causing bean wilt. **Phytopathology**, St. Paul, v. 47, p. 51-53, 1957.

SCHUSTER, M. L.; COYNE, D. P.; SINGH, K. Population trends and movement of *Corynebacterium flaccumfaciens* var. *aurantiacum* in tolerant and susceptible beans. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 10, p. 823-827, 1964.

SCHUSTER, M. L.; SMITH, C. C.; SMITH, D. J. Population trends of epiphytic *Corynebacterium flaccumfaciens* var. *aurantiacum* on leaves of *Phaseolus* genotypes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 7, p. 209-212, 1982.

SIJ, J. W.; TURNER, F. T.; WHITNEY, N. G. Supression of antracnose and phomopsis seed rot on soybean with potassium fertilizer and benomyl. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, p. 639-642, 1985.

SLATON, N.A. et al. Grain yield and kernel smut of rice as affected by pre-flood and midseason nitrogen fertilization in Arkansas. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, p. 91-99, 2004.

SILVA JR., A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho III. Qualidade comercial e ocorrência de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 10-12, 1986.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, 1993.

SOARES, R. M.; MARINGONI, A. C. Efeito de acibenzolar-S-methyl sobre a germinação e desempenho de sementes de feijoeiro e na indução de resistência à murcha de *Curtobacterium*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n.1, p. 41-45, 2002.

SOARES, R. M.; MARINGONI, A. C.; LIMA, G. P. P. Ineficiência de acibenzolar-S-methyl na indução de resistência de feijoeiro comum à murcha-de-curtobacterium. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 373-377, 2004.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O. Efeito de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. In. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2002. p. 807-809.

SOUZA, V. L.; MARINGONI, A. C.; KRAUSE-SAKATE, R. Detecção via PCR de isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 1, p. 89, 2004.

SOUZA, V. L. et al. Detecção de resistência à murcha-de-curtobacterium em genótipos de feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 1, p. 90, 2004.

STEAD, D. E. Preservation of bacteria. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D. C. (Ed.) **Methods in phytobacteriology**. Budapeste: Akadémiai Kiadó, 1990. p. 275-278.

TAGLIARI, P. S. O cultivo de feijão no oeste catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, n. 4, p. 34-39, 1998.

TAKATSU, A. Preservação de bactérias fitopatogênicas pelo método da dessecação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 461, 1980.

TANAKA, M. A. S. et al. Efeito da adubação mineral e orgânica do morangueiro sobre a antracnose do rizoma, causada por *Colleotrichum fragariae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 28, p. 236-241, 2002.

TANAKA, M. A. S. et al. Efeito da adubação nitrogenada sobre a incidência de fungos em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 331-335, 2000.

TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed., Porto Alegre:UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico n. 5)

TEGLI, S.; SERENI, A.; SURICO, G. PCR-based assay for the detection of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean seeds. **Letters in Applied Microbiology**, v. 35, p. 331-337, 2002.

THEODORO, G. F. Reação de cultivares locais de feijão a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, em condições de campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 373 - 375, 2004.

THOMAS, W. D.; GRAHAM, R. W. Bacteria in apparently healthy pinto beans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 42, n. 4, p. 214, 1952.

THOMPSON, D. C.; CLARKE, B. B.; HECKMAN, J. R. Nitrogen form and rate of nitrogen and chloride application for the control of summer patch in Kentucky bluegrass. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 1, p. 51-56, 1995.

UESUGI, C. H.; FREITAS, M. A.; MENEZES, J. R. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro, em Goiás e no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 3, p. 324, 2003.

VIEIRA, N. R. A. Fisiologia da germinação. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.) **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio do Goiás:Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 39-52.

VIEIRA, S.M. et al. Nitrogênio, molibdênio e inoculante, isolados e associados para duas variedades de feijoeiro comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Goiânia:Embrapa, 1999. p. 835-838.

WOLTZ, S. S.; ENGELHARD, A. W. Fusarium wilt of Chrysanthemum: effect of nitrogen source and lime on disease development. **Phytopathology**, St. Paul, v. 63, p. 155-157, 1973.

YAMAZAKI, H.; ISHIZUKA, O.; HOSHINA, T. Relationship between resistance to bacterial wilt and nutrient uptake in tomato seedlings. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 203-208, 1996.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. Feijão comum: podridão, tombamento e murcha causados por fungos do solo. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV, 1997. v. 1, p. 375-402.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 275-318, 1993.

10. APÉNDICE

10.1. Tabelas de correlação do ítem 6.3.

Apêndice 1 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de N e os conteúdos de elementos (mg.planta^{-1}) na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, aos 35 dias após a semeadura.

	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
Doses de N (kg.ha^{-1})	0,8572*	-0,1166 ns	-0,1014 ns	-0,0345 ns	-0,2491 ns
N	1,0000	0,3408 ns	0,3453 ns	0,4090**	0,5177*
P	-	1,0000	0,8487*	0,8909*	0,7842*
K	-	-	1,0000	0,8551*	0,8254*
Ca	-	-	-	1,0000	0,9129*
Mg	-	-	-	-	1,0000
IPR 88 - Uirapuru					
Doses de N (kg.ha^{-1})	0,8095*	0,2659 ns	0,1639 ns	-0,0530 ns	0,1702 ns
N	1,0000	0,7026*	0,6011*	0,3430 ns	0,5249*
P	-	1,0000	0,8719*	0,7342*	0,8288*
K	-	-	1,0000	0,8295*	0,8470*
Ca	-	-	-	1,0000	0,9421*
Mg	-	-	-	-	1,0000
SCS 202 - Guará					
Doses de N (kg.ha^{-1})	0,93701*	0,4431**	0,4651**	0,5579*	0,6532*
N	1,0000	0,6429*	0,6877*	0,7712*	0,8386*
P	-	1,0000	0,8812*	0,8968*	0,8444*
K	-	-	1,0000	0,9645*	0,9345*
Ca	-	-	-	1,0000	0,9696*
Mg	-	-	-	-	1,0000

* Teste F significativo a 1% de probabilidade

** Teste F significativo a 5% de probabilidade

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

Apêndice 2 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de N, a AACPMC e os teores de elementos na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, inoculadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, aos 35 dias após a semeadura.

	AACPMC	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã						
Doses de N (kg.ha ⁻¹)	0,5284*	-0,0747 ns	-0,0040 ns	-0,2853 ns	-0,2088 ns	-0,1549 ns
N	-	1,0000	0,6357*	0,6204*	0,7026*	0,7483*
P	-	-	1,0000	0,8889*	0,9235*	0,8280*
K	-	-	-	1,0000	0,9163*	0,8509*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,9133*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000
IPR 88 - Uirapuru						
Doses de N (kg.ha ⁻¹)	-0,2006 ns	0,5062**	0,0422 ns	-0,0713 ns	-0,1768 ns	-0,0234 ns
N	-	1,0000	0,7808*	0,6521*	0,6107*	0,6864*
P	-	-	1,0000	0,7539*	0,7580*	0,7410*
K	-	-	-	1,0000	0,7909*	0,6574*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,8070*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000
SCS 202 - Guará						
Doses de N (kg.ha ⁻¹)	-0,1665 ns	0,2784 ns	-0,1515 ns	-0,2047 ns	-0,1310 ns	0,1032 ns
N	-	1,0000	0,7160*	0,6617*	0,7141*	0,8636*
P	-	-	1,0000	0,7621*	0,7658*	0,7457*
K	-	-	-	1,0000	0,6567*	0,7384*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,9184*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000

*Teste F significativo a 1% de probabilidade

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

10.2. Tabelas de correlação do item 6.4.

Apêndice 3 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de K₂O e os conteúdos de elementos (mg.planta⁻¹) na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, aos 35 dias após a semeadura.

	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã					
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	-0,3753 ns	-0,4108**	-0,2550 ns	-0,5937*	-0,5899*
N	1,0000	0,9165*	0,9223*	0,8391*	0,8548*
P	-	1,0000	0,9280*	0,8727*	0,8910*
K	-	-	1,0000	0,8451*	0,8479*
Ca	-	-	-	1,0000	0,9782**
Mg	-	-	-	-	1,0000
IPR 88 - Uirapuru					
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	-0,3650 ns	-0,0266 ns	-0,0781 ns	-0,1117 ns	0,6297*
N	1,0000	0,3913 ns	0,4355**	0,4956**	-0,0961 ns
P	-	1,0000	0,6881*	0,8007*	0,1202 ns
K	-	-	1,0000	0,7544*	0,2960 ns
Ca	-	-	-	1,0000	0,0464 ns
Mg	-	-	-	-	1,0000
SCS 202 - Guará					
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	0,4431**	0,5608*	0,5798*	0,6036*	0,5786*
N	1,0000	0,8833*	0,9418*	0,9347*	0,9244*
P	-	1,0000	0,9122*	0,8867*	0,9255*
K	-	-	1,0000	0,9306*	0,9181*
Ca	-	-	-	1,0000	0,9805*
Mg	-	-	-	-	1,0000

* Teste F significativo a 1% de probabilidade

** Teste F significativo a 5% de probabilidade

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade

Apêndice 4 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre as doses de K₂O, a AACPMC e os teores de elementos na parte aérea de plantas de cultivares de feijoeiro, inoculadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, aos 35 dias após a semeadura.

	AACPMC	N	P	K	Ca	Mg
IAC Carioca Pyatã						
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	-0,4992**	0,1698 ns	0,0381 ns	0,3141 ns	-0,0431 ns	-0,0059 ns
N	-	1,0000	0,8753*	0,8499*	0,7961*	0,8666*
P	-	-	1,0000	0,8878*	0,7601*	0,7642*
K	-	-	-	1,0000	0,7114*	0,7062*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,9522*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000
IPR 88 - Uirapuru						
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	-0,4512**	0,1352 ns	-0,0634 ns	0,0029 ns	-0,1142 ns	-0,1458 ns
N	-	1,0000	0,6845*	0,5096**	0,6112*	0,5619*
P	-	-	1,0000	0,8624*	0,8456*	0,8429*
K	-	-	-	1,0000	0,7418*	0,8073*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,9364*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000
SCS 202 - Guarã						
Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	-0,4003**	0,3775 ns	0,4772**	0,4740**	0,2282 ns	0,2092 ns
N	-	1,0000	0,8018*	0,8870*	0,8693*	0,9015*
P	-	-	1,0000	0,7905*	0,7573*	0,7340*
K	-	-	-	1,0000	0,8404*	0,8603*
Ca	-	-	-	-	1,0000	0,9811*
Mg	-	-	-	-	-	1,0000

*Teste F significativo a 1% de probabilidade

**Teste F significativo a 5% de probabilidade

ns: teste F não significativo a 5% de probabilidade