



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – IB
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA

Perda de produtividade em feijoeiro comum cultivar
Pérola causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv.
flaccumfaciens

Reinaldo José de Miranda Filho

BRASILIA, ABRIL DE 2006.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| Resumo | ----- | 6 |
| Abstract | ----- | 8 |
| 1 – Introdução | ----- | 10 |
| 1.1 Histórico | ----- | 10 |
| 1.2 Cultura do Feijoeiro | ----- | 13 |
| 1.3 Cultivar Pérola | ----- | 23 |
| 1.4 Principais Doenças do feijoeiro comum | ----- | 24 |
| 1.5 Doenças veiculadas a sementes | ----- | 31 |
| 1.6 <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> | ----- | 33 |
| 2 -Material e Métodos | ----- | 36 |
| 2.1 Níveis de infecção de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> na produtividade de feijão cultivar Pérola. | ----- | 36 |
| 2.2 Levantamento da ocorrência de murcha do feijoeiro na região do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais. | ----- | 42 |
| 2.3 Avaliação de sementes provenientes de campo contaminado com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . | ----- | 42 |
| 2.4 Avaliação de viabilidade e persistência de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> no solo. | ----- | 44 |
| 3 – Resultados | ----- | 45 |
| 3.1 Efeito dos níveis de infecção de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> na produtividade de feijão cultivar Pérola. | ----- | 45 |
| 3.2 Levantamento da ocorrência de murcha do feijoeiro na região do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais. | ----- | 61 |
| 3.3 Avaliação de sementes provenientes de campo contaminado com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . | ----- | 65 |
| 3.4 Avaliação de viabilidade e persistência de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> no solo. | ----- | 67 |
| 4 - Discussão | ----- | 68 |
| 5 - Conclusões | ----- | 69 |
| Referências Bibliográficas | ----- | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1 – Plantas de feijoeiro aos 10 DAE, vista do experimento “A”.----- | 37 |
| Figura 2 – Plantas de feijoeiro, vista do experimento “B”. ----- | 37 |
| Figura 3 – Organização espacial do experimento “A”. ----- | 38 |
| Figura 4 – Organização espacial do experimento “B”. ----- | 38 |
| Figura 5 – Quantidade de adubo em cada linha de 5,0m dos experimentos de campo “A” e “B”. ----- ----- | 41 |
| Figura 6 – Processo de inoculação, via agulha de injeção em planta de feijoeiro. ----- | 41 |
| Figura 7 – Colheita manual do experimento de campo “A”. ----- | 41 |
| Figura 8 – Sintoma de queima de borda, em folhas de feijoeiro cv. Pérola. ----- | 46 |
| Figura 9 – Sintomas de murcha do feijoeiro, cv. Pérola. ----- | 46 |
| Figura 10 – Plantas de feijoeiro com sintomas de murcha-de- <i>Curtobacterium</i> .----- | 46 |
| Figura 11 – Sintoma de murcha do feijoeiro. ----- | 46 |
| Figura 12 – Murcha de plantas ocasionando sintomas de “Clareira” na cultura do feijoeiro. ---- | 46 |
| Figura 13 – Produtividades médias, experimento “A”, nos níveis de 0 a 30% de plantas inoculadas com <i>C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i> em feijoeiro. ----- | 51 |
| Figura 14 – Perdas de produtividade média do experimento “A” nos níveis de 05 a 30%, respectivamente, para plantas inoculadas com <i>C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i> em feijoeiro. ---- ----- | 52 |
| Figura 15 – Produtividades médias, experimento “B”, nos níveis de 0 a 30% de plantas inoculadas com <i>Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i> em feijoeiro. ----- | 53 |
| Figura 16 – Perdas de produtividade média do experimento “B” nos níveis de 05 a 30%, respectivamente, para plantas inoculadas com <i>Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i> em feijoeiro. ----- | 54 |
| Figura 17 - Evolução dos sintomas causados por <i>Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i> ao longo do tempo (semanas). ----- | 66 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabela 1 - Conseqüências básicas do estresse hídrico na vida vegetal. ----- | 16 |
| Tabela 2 – Utilização de sementes para a cultura do feijoeiro. ----- | 19 |
| Tabela 3 - Histórico da área plantada de feijão no Brasil em mil Hectares. ----- | 21 |
| Tabela 4 - Histórico de Produtividade Feijão (1° 2° e 3°). ----- | 22 |
| Tabela 5 - Histórico de produção em mil Toneladas. ----- | 22 |
| Tabela 6 - Descrição da cultivar Pérola. ----- | 24 |
| Tabela 7 - Danos causados pelas doenças do feijoeiro. ----- | 31 |
| Tabela 8 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 1 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 46 |
| Tabela 9 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 2 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 48 |
| Tabela 10 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 3 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 48 |
| Tabela 11 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 1 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 49 |
| Tabela 12 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 2 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 49 |
| Tabela 13 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 3 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 50 |
| Tabela 14 – Valores médios da produção por bloco do experimento “A” de plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 50 |
| Tabela 15 – Valores médios da produção por bloco do experimento “B” de plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> . ----- | 53 |
| Tabela 16 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 1 do experimento “A”.----- | 55 |
| Tabela 17 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 2 do experimento “A”.----- | 55 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabela 18 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 3 do experimento “A”.----- | 55 |
| Tabela 19 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 1 do experimento “B”.----- | 56 |
| Tabela 20 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 2 do experimento “B”.----- | 56 |
| Tabela 21 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , do bloco 3 do experimento “B”.----- | 56 |
| Tabela 22 – Pesos médios de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> por bloco e pesos médios para o experimento “A” ----- | 57 |
| Tabela 23 – Pesos médios de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> por bloco e pesos médios para o experimento “B” ----- | 57 |
| Tabela 24 – Fatores que compõe a perda de produtividade em plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , no experimento “A” ----- | 58 |
| Tabela 25 – Fatores que compõe a perda de produtividade em plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , no experimento “A” ----- | 59 |
| Tabela 26 – Produtividades dos experimentos “A” e “B” com plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> convertidos para 1,0 hectare. ----- | 59 |
| Tabela 27 Perdas na produtividade dos experimentos “A” e “B” com plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de <i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> convertidos para 1,0 hectare --- | 60 |
| Tabela 28 – Perdas na produtividade, por hectare, de feijão cultivar Pérola em propriedades do DF, GO e MG. ----- | 64 |
| Tabela 29 – Quantidade de plantas que manifestaram sintomas causados por <i>Curtobacterium</i> em plantas de feijoeiro, em casa de vegetação para o experimento “B1”.----- | 65 |
| Tabela 30 – Quantidade de plantas que manifestaram sintomas causados por <i>Curtobacterium</i> em plantas de feijoeiro, em casa de vegetação para o experimento “B2”.----- | 66 |

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos em campo com o objetivo de avaliar a influência dos níveis de inóculo inicial de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na produção de feijão da cultivar Pérola. Os níveis de inóculo utilizados foram de 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% e 30% de plantas infectadas com *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. A partir da suspensão 2×10^7 ufc/ml foram feitas inoculações, proporcionais para atingir a percentagem desejada, em plantas com dez dias de emergência. O primeiro experimento foi semeado em 12/11/2004 e colhido em 21/02/2005 denominado “A”, o segundo experimento foi semeado em 16/12/2004 e colhido em 23/03/2005 denominado “B”. Foram utilizados blocos inteiramente casualizados com três repetições, cada bloco continha sete tratamentos com 3 três repetições. Cada tratamento foi composto por três linhas de cinco metros com espaçamento de 0,5 m entre si e uma densidade de plantio de 12 sementes por metro linear. Os resultados foram analisados ao final do ciclo da cultura comparando a produtividade apresentada em cada nível de inóculo com a produtividade do controle (0% *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). De acordo com os resultados obtidos no experimento “A”, foram constatadas as produções médias para cada tratamento de 1170,0 g; 1118,9 g; 1054,0 g; 1053,3 g; 1032,2 g; 976,7 g e 892,2 g para 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% e 30% de plantas infectadas, correspondendo uma redução de 0%; 4,4%; 5%; 9,9%; 11,8%; 16,6% e 23,8% respectivamente. No experimento “B” foram constatadas as produções médias para cada tratamento de 658,9 g; 581,1 g; 515,5 g; 492,2 g; 462,2 g; 417,8 g; 351,1 g para as mesmas taxas de infecção anteriores e com redução de produção da ordem de 11,8%; 21,8%; 25,30%; 29,98%; 36,6% e 46,7% respectivamente.

Levantamentos realizados nos anos de 2004 e 2005 em cultivos comerciais no Distrito Federal (PAD – DF), Goiás (Cabeceiras) e Minas Gerais (Buritis) em um raio de ação de aproximadamente 200 km de Brasília foi constatada a presença da bactéria em 100% das propriedades visitadas.

Dois experimentos (B1 e B2) foram realizados em casa de vegetação utilizando “sementes” coletadas em lavoura de feijão contaminadas com *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* com o objetivo de se avaliar a sanidade das mesmas ao longo de 60 dias, observou-se nos dois experimentos, respectivamente, 80,7% e 76,6% das plantas com algum tipo de sintoma causado por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

Avaliação da persistência e viabilidade de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em solo coletado em uma área de cultivo de feijão sob pivô central com ocorrência da murcha do feijoeiro e altos níveis de infecção indicou que, pelo menos durante dez meses, a bactéria se manteve viável e capaz de infectar as plantas do feijoeiro.

Com base nos resultados é possível afirmar que a murcha de *Curtobacterium* está largamente disseminada na região do Distrito Federal e Entorno e pode causar perdas significativas de produtividade na cultura de feijão e persistir no solo e em restos de cultura por pelo menos dez meses.

ABSTRACT

Two experiments in the field were carried out to evaluate the influence of the initial inoculum levels of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in the production of bean of the cultivar Pérola. The levels of inocula utilized were of 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% and 30% of plants infected with *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. From a suspension of 2×10^7 ufc/ml inoculations. Were made to reach the desired percentage of infection, in plants after ten days of emergency. The first experiment was sown on 12/11/2004 and harvested on 21/02/2005 named "A"; the second experiment was sown on 16/12/2004 and harvested on 23/03/2005 named "B". It was utilized entirely randomized blocks with three repetitions, each block had seven treatments with three repetitions. Each treatment was composed of three lines of five meters with 0,5 m between them and a density of plantation of 12 seeds per linear meter. The results were analyzed at the end of the cycle of the culture, comparing the productivity presented in each level of inoculum with the productivity of the control (0% *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). According to the results obtained in the experiment "A", the average bean production for each treatment was 1170,0 g; 1118,9 g; 1054,0 g; 1053,3 g; 1032,2 g; 976,7 g; 892,2; for 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% and 30% of plants infected, corresponding a reduction of 0%; 4,4%; 5%; 9,9%; 11,8%; 16,6% and 23,8% respectively. In the experiment "B" the average bean production for each treatment was 658,9 g; 581,1 g; 515,5 g; 492,2 g; 462,2 g; 417,8 g; 351,1 g for the same rates of infection and with a reduction of 11,8%; 21,8%; 25,30%; 29,98%; 36,6% and 46,7% respectively.

A survey was carried out in the years of 2004 and 2005 in commercial plantations in the Federal District (PAD – DF), Goiás (Cabeceiras) and Minas Gerais

(Buritis) in a range of approximately 200 km from Brasilia, and the presence of the bacterium was detected in 100% of the visited farms.

Two experiments (B1 and B2) were carried out in the greenhouse utilizing “seeds” from a bean field *C. flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*, with the objective of evaluate the sanity during 60 days. The experiments showed 80,7% and 76,6% respectively of the plants with some kind of symptom caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

Persistence and viability of *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* was evaluated in soil collected in a bean field area under central pivot with occurrence of high levels of infection bacterial wilt in and the results indicated that, at least during ten months, period of duration of the experiment, the bacterium remained viable and able to infect beans plants.

Based on the results it is possible to affirm that the Curtobacterium wilt is widely disseminated in the region of the Federal District and vicinity, can cause significant losses of productivity in the culture of bean and persists in the soil and crop debris for at least ten months.

INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

O gênero *Phaseolus* pertence à ordem *Rosales*, subtribo *Phaseolinae*, tribo *Phaseoleae*, subfamília *Papilionoideae* e família *Leguminosae* (Melchior, 1964). Três centros de diversidade genética, tanto para as espécies silvestres como cultivadas do gênero, podem ser identificados nas Américas: Mesoamericano, Norte e Sul dos Andes (Debouck, 1988).

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), a exemplo de outras importantes plantas alimentícias, teve origem no Novo Mundo, tendo sido levado ao Velho Mundo após o descobrimento da América. No século passado, uma obra clássica citava o feijoeiro como espécie de origem desconhecida (De Candolle, 1983). Entretanto, o método fitogeográfico desenvolvido por Vavilov (1949/1950) dá suporte à hipótese de origem nas Américas para o gênero *Phaseolus* (Araújo et al., 1996). Kaplan (1981) discute três hipóteses para a origem das formas cultivadas da espécie, que são:

- a) O feijoeiro teria sido domesticado na Mesoamérica e transportado para a América do Sul.
- b) O feijoeiro teria sido domesticado na América do Sul e transportado para a América do Norte.
- c) O feijoeiro teria sofrido domesticação independente ao longo da área de ocorrência do feijão selvagem, ou pelo menos nos dois pontos onde foram encontrados achados arqueológicos (Peru e México).

Dados mais recentes baseados em padrões eletroforéticos de faseolina sugerem a existência de dois centros primários de domesticação, Mesoamérica e Sul dos Andes, originando dois principais grupos de cultivares: os de faseolina “S” e “T”,

respectivamente. Também um terceiro centro de origem de domesticação adicional, faseolinas “B” e “CH” localizado na Colômbia (Gepts & Debouck, 1991).

Dentre os gêneros de *Phaseolus* cultivados tem-se o *P. vulgaris* L, *P. lunatus* L, *P. acutifolius* A. Gray, *P. coccineus* L. O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) é a espécie mais extensivamente cultivada do gênero, em geral não se adapta aos trópicos úmidos, mas cresce bem em áreas com chuvas regulares, desde os trópicos até as zonas temperadas. É muito sensível tanto às geadas quanto às altas temperaturas. Sensível a condições de seca durante as épocas críticas, do florescimento ao enchimento das vagens (Araújo *et al.*, 1996). O excesso de chuvas causa a queda de flores e aumenta a ocorrência de enfermidades.

O feijão-de-lima (*P. lunatus*) parece ter uma capacidade de adaptação mais ampla que o feijoeiro comum ainda que sua utilização seja relativamente menor. Geralmente, esta espécie é mais tolerante à seca e parece ter menos problemas de enfermidades que o feijoeiro comum. Seu comportamento é superior em climas tropicais quentes e úmidos (CIAT, 1980).

O feijão tepari (*P. acutifolius*) tem distribuição limitada e é cultivado com alguma frequência nas áreas do sudoeste da América do Norte. Verifica-se na literatura que esta espécie tem uma resistência considerável a seca e devido a esta característica, tem sido cultivada pelos indígenas nativos daquela área. Caracteriza-se por apresentar folhas e sementes pequenas e rendimento muito baixo, mesmo sob condições favoráveis, quando comparada com o feijoeiro comum (CIAT, 1980).

O feijão ayocote (*P. coccineus*) é cultivado em áreas frescas e úmidas tais como as zonas temperadas ou zonas elevadas dos trópicos. É consumido na forma de vagens verdes ou na forma de grãos. A presença de estigma exposto proporciona uma maior

taxa de polinização cruzada, quando comparada a outras espécies do gênero (CIAT, 1980).

O consumo de feijão varia conforme a região, local de moradia e condição financeira do consumidor, com o tipo e cor dos grãos, entre outros aspectos. De uma forma simplificada, pode-se dizer que o consumo médio *per capita* de feijão na década de 1960 foi de 23 kg/habitante/ano, enquanto nas décadas de 1970, 1980 e 1990 foi, respectivamente de 20, 16 e 17 kg/habitante/ano. Por outro lado, enquanto no período de 1974 a 1975, o consumo metropolitano *per capita* foi de 16,5 kg/ ano, o consumo rural foi quase o dobro, 32 kg/ ano (<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> - 2006).

O consumo *per capita* médio mensal de feijão nas capitais dos Estados da região Centro-Oeste é cerca de 34% maior nas classes de renda mais baixa quando comparado às classes de renda acima de 10 salários mínimos. Em termos absolutos isso significa redução de 400 gramas por mês. Nesses locais, o depoimento de 85% dos consumidores foi de que manteriam o consumo de feijão mesmo se ocorresse um aumento do preço do produto (<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> - 2006).

Os trabalhos são todos unânimes em comprovar a queda do consumo *per capita* de feijão no Brasil, entretanto sua magnitude não está bem dimensionada, não havendo consenso sobre as causas. Os economistas afirmam que o produto tem elasticidade de renda negativa, ou seja, à medida que a renda do consumidor aumenta, o consumo do produto diminui. Por sua vez, outros afirmam que ocorreu um crescimento do preço real do feijão em comparação a outros alimentos. Outros ainda apontam a dificuldade de preparo caseiro e o tempo de cocção que se contrapõe à necessidade de redução do tempo de trabalho doméstico. Além disso, há maior número de pessoas fazendo suas refeições fora do lar e a substituição do feijão por outras fontes de proteína (<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> - 2006).

O cenário socioeconômico para a cadeia produtiva do feijão sugere que seus atores devem buscar alternativas mais adequadas às exigências do consumidor. Nesse contexto, pode-se citar a agregação de valor via processamento, oferecendo produtos semiprontos, como também a oferta de feijão orgânico. Outra alternativa em discussão gira em torno da necessidade do país de aumentar suas exportações, visto que o feijão aparece como um produto potencial para conquistar o mercado internacional, ainda bastante restrito. Vários outros fatores emergentes podem incentivar o consumo interno de feijão: a) os problemas sanitários atuais com os produtos de origem animal e a utilização do feijão como substituto protéico; b) importância dessa fonte de proteína para a população mais pobre; c) as características de efeito medicinal, protetor e terapêutico de doenças coronarianas e oncológicas apresentada pelo feijão decorrentes do baixo teor de gordura e alto teor de fibras (<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> - 2006).

O mercado de feijão é muito instável, sofrendo grande interferência de atuação de “atravessadores” na sua comercialização. Quando armazenado por mais de dois meses, sobretudo as cultivares de tipo “carioca”, sofre mudanças na coloração e passa a ser menos aceito devido a sua difícil cocção (Araújo *et al.*, 1996).

Em relação a sua importância econômico-social, estima-se que a cultura do feijão utilize cerca de 7 milhões de homem/dia/ciclo de produção, envolvendo cerca de 295.000 produtores somente no Estado de Minas Gerais (Borém & Carneiro, 1998).

1.2 - Cultura do feijoeiro

A etapa de implantação da cultura apresenta-se como uma das mais importantes dentro do processo produtivo, pois envolve a definição, planejamento e execução de

medidas e operações que contribuirão decisivamente para a obtenção de rendimentos satisfatórios e para a remuneração almejada do capital investido (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

A cultura do feijão é explorada em três épocas, o feijão das águas – aquele em que o plantio se faz nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro acompanhando o início da estação chuvosa; o feijão da seca – efetuado nos meses de Janeiro e Fevereiro, sob condições normais, quando se pode contar com o índice de chuva para o desenvolvimento inicial das plantas. Havendo oscilações climáticas o plantio poderá se estender até meados do mês de Março. A cultura desta época está menos sujeita às doenças e a colheita geralmente se dá com tempo seco tendo-se assim um produto de alta qualidade. Cultivo de inverno ou também chamado de terceira época – aquele cultivado nos meses de Abril, Maio e Junho, é o que detêm os maiores aportes de tecnologia e é conduzido sob irrigação garantindo elevadas produtividades (CNPAP – EMBRAPA, 1981).

O preparo do solo consiste no conjunto de operações que antecede a semeadura e tem por principal objetivo alterar algumas de suas propriedades físicas, deixando-o em condições de receber a semente e favorecer o crescimento inicial das plantas (Alvarenga *et al.*, 1987). No Brasil, o preparo convencional do solo para o feijoeiro é realizado com equipamentos de disco, incluindo os arados de disco e as grades pesadas. A preferência por esses equipamentos se deve à facilidade de operação em condições adversas dos solos (Gamero *et al.*, 1986). Os arados devem ser regulados para operarem no solo a uma profundidade de 25 a 35 cm, visando eliminar camadas compactadas, localizadas superficialmente e favorecer o desenvolvimento radicular das plantas (Kluthcouski *et al.*, 1988). Vem crescendo a utilização do plantio direto na cultura do feijoeiro principalmente em cultivos que adotam um maior aporte tecnológico. É um sistema de

implantação de uma cultura diretamente no solo, usando semeadoras-adubadoras específicas, sem que tenha sido preparado desde a colheita da cultura anterior. Em virtude de não mobilização do solo pelos arados e grades e da manutenção da cobertura vegetal do solo, este sistema reduz a erosão a um nível muito baixo (Wildner, 1992).

Na escolha de um sistema de preparo de solo para o feijoeiro devem ser considerados os fatores relacionados às economias de combustível e de tempo e às conservações do solo e da água, evitando-se, contudo o uso continuado de um único tipo de equipamento agrícola, operando na mesma profundidade ou muito superficialmente, para evitar a formação de camadas compactadas no solo (Araújo *et al.*, 1996).

Em relação às necessidades hídricas do feijoeiro é possível que na falta de umidade suficiente, as sementes, ao invés de germinarem, deterioresem-se ou quando germinam, as plântulas não rompem a crosta superficial do solo, resultando em um estande deficiente na cultura. Durante a fase vegetativa, o déficit hídrico tem efeito indireto na produção de grãos, pela redução da área assimilatória. Se a estiagem ocorre durante a floração, provoca aborto e queda das flores, com redução do número de vagens por planta e quando ocorre durante o enchimento de grãos, prejudica a formação dos mesmos ou reduz o peso deles (Araújo *et al.*, 1996).

O consumo de água por parte do feijoeiro, raramente excede 3,0 mm/dia, enquanto a planta estiver nos estádios iniciais de desenvolvimento (V₁, V₂ e V₃). Contudo, durante o pleno desenvolvimento vegetativo (V₄), florescimento (R₅/R₆) e enchimento de vagens (R₇ e R₈), seu consumo pode se elevar para 4,0 a 4,5 mm diários podendo chegar a um consumo superior a 5,0 mm diários quando as plantas encontram-se submetidas a condições de intenso calor e baixa umidade relativa do ar (Caixeta, 1978). Na situação de déficit hídrico a planta sofre modificações ocorrendo vários fatores que atuam conjuntamente para manter o balanço hídrico favorável (Tabela 1).

Tabela 1 - Conseqüências básicas do estresse hídrico na vida vegetal *

| Processo | conseqüência |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fechamento dos estômatos | Redução da disponibilidade de CO ₂ e da taxa fotossintética |
| Limitação da divisão celular | Redução do crescimento e da área foliar |
| Alteração da síntese de proteínas | Aumento de aminoácidos livres |
| Alteração da taxa respiratória | Redução no aproveitamento de energia e redução no transporte de carboidratos |
| Redução no metabolismo | Redução na síntese de fitoalexinas e desativação dos mecanismos de defesa da planta |

* Fonte: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (2000)

O feijoeiro comum é uma planta exigente em nutrientes, muito sensível a fatores climáticos extremos como alta ou baixa umidade do solo, alta ou baixa temperatura do ar, ventos fortes, além de ser conhecido como planta muito suscetível a doenças e pragas. A própria arquitetura da planta é deficiente tendo um sistema radicular limitado e muito sensível aos períodos de distribuição pluviométrica irregular. Os danos ocasionados pela deficiência hídrica dependem da duração, da intensidade, da frequência e da época de sua ocorrência. (Araujo *et al.*, 1996).

A absorção de nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, ocorre dos 35 aos 50 dias da emergência da planta, coincidindo com a época do florescimento. Nesse período, a planta absorve de 2,0 a 2,5 kg N/ ha. dia (Ciro & Marubayashi, 1994).

A época de maior velocidade de absorção de fósforo vai desde aproximadamente 30 dias até os 55 dias da emergência, ou seja, desde o estágio fisiológico anterior ao aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, quando já existem algumas vagens formadas. Embora a demanda seja alta durante todo este período, ela acentua-se no final do florescimento e no início de formação das vagens, época em que o feijoeiro

absorve de 0,20 a 0,30 kg P/ ha. dia (Ciro & Marubayashi, 1994). O padrão de absorção de potássio é diferente. Aparentemente, são dois os períodos de grande demanda: entre 25 e 35 dias e entre 45 e 55 dias da emergência. O primeiro período corresponde à diferenciação dos botões florais, quando a cultura absorve, em média, 1,7 kg K/ ha. dia, e o segundo, ao final do florescimento e início de formação das vagens, quando o feijoeiro absorve, em média, de 2,2 a 3,3 kg K/ ha. dia. A partir do final do florescimento a absorção de K é muito baixa (Ciro & Marubayashi, 1994).

A colheita de uma população de 250.000 plantas de feijoeiro/ha retira do ambiente 102 kg de Nitrogênio, 9 kg de fósforo, 93 kg de potássio, 54 kg de cálcio, 18 kg de magnésio e 25 kg de enxofre. Em uma tonelada de grãos de feijão, produzidos por essa população de plantas, são exportados aproximadamente 35 kg, 4 kg, 15 kg, 3 kg, 3 kg e 6 kg desses mesmos nutrientes, na mesma ordem, demonstrando que grande parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas não é repassada aos grãos, ficando retida na palhada. Por isso a devolução dos restos culturais ao solo poderia proporcionar o retorno de aproximadamente 67 kg de N, 5 kg de P, 78 kg de K, 51 kg de Ca, 15 kg de Mg e 9 kg de S por hectare, equivalendo a mais de 50% do montante absorvido (Araújo *et al.*, 1996).

A planta exige maior quantidade de nutrientes disponíveis a partir de 40 dias aos a germinação (DAG) e o pico de exigência para produção de matéria verde e posteriormente formação de vagens e grãos, além da manutenção de suas atividades fisiológicas normais ocorre no período de 60 a 70 DAG. Nesse estágio, verifica-se uma grande mobilização de nutrientes de varias partes da planta para os grãos (Araújo *et al.*, 1996).

Considerando-se a baixa fertilidade da maioria dos solos de cerrado é natural que as plantas cultivadas sem adubação complementar não tenham condições de

sobrevivência e morram precocemente. As adubações tradicionais constituídas de nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K), nos últimos 20 anos, têm permitido a cultura do feijoeiro expressar apenas 50% do seu potencial produtivo. Esta mesma adubação, quando aplicada em solo com acidez corrigida, pode elevar a produção à quase 80%. A combinação de correção da acidez e a realização de adubações tradicionais, completadas com micronutrientes, têm permitido a elevação da capacidade produtiva da cultura (Araújo *et al.*, 1996).

A análise de solo antes da realização do plantio permite que se conheça os níveis de nutrientes presentes no solo, facilitando a tomada de decisões quanto às quantidades e a forma de adubação adequada a cada situação, a fim de aproximar o nível de fertilidade do solo às exigências da cultura (Araújo *et al.*, 1996).

A calagem e a adubação do feijoeiro são práticas fundamentais para a obtenção de altas produtividades. Em culturas onde se emprega alta tecnologia, o custo relativo da correção do solo e adubação é baixo, tornando essas práticas muito econômicas. A calagem promove importante modificação no ambiente radicular e além do fornecimento de Ca e Mg como nutrientes com a liberação de hidroxilas no solo, a calagem promove um aumento do pH que por sua vez causa modificação disponibilidade de nutrientes e na atividade microbiana (Araújo *et al.*, 1996).

Cada estado dispõe de tabelas específicas com as recomendações de adubação para o feijoeiro, levando em consideração as condições locais e os métodos de análise do solo, normalmente as tabelas são desenvolvidas para as condições médias da região que representam. Com estas recomendações são alcançadas produtividades de até 1.500 kg/ha. Para cada 1000 kg/ha a mais de produção adicionar ao valor encontrado 35 kg/ha de N, 20 kg/ha de P₂O₅, 15 kg/ha de K₂O (Araújo *et al.*, 1996).

A cultivar a ser plantada deve apresentar boas possibilidades mercadológicas e estar adaptada à região de plantio. Para isso deve-se buscar informações sobre as cultivares recomendadas para a região onde se pretende plantar e comercializar a produção. As publicações pelos órgãos de pesquisa por ocasião do lançamento devem servir de orientação importante para a tomada de decisão e o acompanhamento da produção (Vieira & Rava, 2000).

A utilização de sementes de qualidade comprovada representada pela presença de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários constitui-se em fator preponderante para a manifestação do potencial produtivo de uma determinada cultura (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Em relação à utilização de sementes para o cultivo do feijoeiro comum, não há uma utilização de sementes realmente produzidas em um sistema estruturado de produção, o que ocorre na prática é a grande maioria dos produtores utilizando grãos provenientes de cultivos anteriores, ou mesmo a aquisição junto a outros produtores, seguindo assim uma tendência marcante na exploração da cultura do feijoeiro, à utilização de grão na implantação da cultura. A utilização de sementes para o cultivo de feijão está representado na Tabela 2, segundo dados da ABRASEM (Associação Brasileira de Sementes e Mudanças).

Tabela 2 – Utilização de sementes para a cultura do feijoeiro*

| Ano - 2005 | Tipo de Safra | Produção de Sementes | Produção de Sementes | Área Plantada em Grãos | Demanda de Sementes | | Taxa de Utiliz. de Sementes % |
|-------------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| | | 03/04 (t) | 02/03 (t) | | Potencial (t) | Efetiva (t) | |
| Agrosem-GO | Feijão | 2,607.00 | 9,243.00 | 113,000.00 | 6,780.00 | 1,559.00 | 23.00 |
| Apasem-PR | Feijão | 996.00 | 1,303.00 | 424,000.00 | 25,440.00 | 2,544.00 | 10.00 |
| Apassul-RS | Feijão | 347.00 | 880.00 | 113,900.00 | 6,834.00 | 205.00 | 3.00 |
| Apps-SP | Feijão | 1,490.00 | 1,756.00 | 156,400.00 | 9,384.00 | 938.00 | 10.00 |
| Aprodesc-SC | Feijão | 880.00 | 684.00 | 110,200.00 | 6,612.00 | 1,322.00 | 20.00 |
| Aprossul-MS | Feijão | 0.00 | 200.00 | 19,100.00 | 1,146.00 | 287.00 | 25.00 |
| Apsemg-MG | Feijão | 2,960.00 | 2,820.00 | 428,600.00 | 25,176.00 | 3,086.00 | 12.00 |
| Fund. Bahia | Feijão | 175.00 | 305.00 | 604,300.00 | 36,258.00 | 3,626.00 | 10.00 |
| | Total | 9,455.00 | 17,191.00 | 1,969,500.00 | 117,630.00 | 13,567.00 | - |

* Fonte: ABRASEM – 2006 (<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/index.asp>)

O controle de plantas daninhas consiste de certas práticas que resultam na redução de infestação, mas não, necessariamente, na sua completa eliminação (Lorenzi, 1994). O período crítico de competição das plantas daninhas com o feijoeiro situa-se entre 15 e 30 dias após a emergência da cultura (Vieira, 1970). Dentre as práticas de controle adotadas para o cultivo do feijoeiro destaca-se o controle mecânico, em cultivos para subsistência e cultivos em pequenas áreas. Nos cultivos onde são adotadas maiores tecnologias há o predomínio da utilização do controle químico com o uso de herbicidas. O controle mecânico consiste no uso de práticas de eliminação de plantas daninhas por meio do efeito físico-mecânico, com a capina manual e o cultivo mecânico (Lorenzi, 1994).

O controle químico através do emprego de herbicidas tem sido um dos métodos mais utilizados pelos grandes produtores, devido a maior praticidade e à grande eficiência. Este método permite controlar plantas daninhas na época chuvosa, quando o controle mecânico e/ou manual é difícil e por muitas vezes ineficiente. Na prática, muito comumente as plantas daninhas são divididas em dois grupos. As monocotiledôneas, conhecidas como plantas daninhas de “folhas estreitas” (gramíneas e ciperáceas) e as dicotiledôneas, conhecidas como plantas de “folhas largas”. (Araujo *et al.*, 1996).

Pesquisas realizadas nos últimos anos, em especial sobre manejo da cultura e melhoramento, projetaram o feijão como uma cultura economicamente viável, cultivada em extensas áreas na época da seca, em especial quando se aplica alta tecnologia com a utilização de cultivares melhoradas, preparo adequado do solo, controle efetivo de plantas daninhas, doenças e pragas e utilização de técnicas avançadas de irrigação. Com as tecnologias recomendadas tem-se alcançado rendimentos superiores a 3000 kg/ha o

que representa um avanço extraordinário comparando-se com as produtividades máximas de 1000 kg/ha de 20 anos atrás (Araújo *et al.*, 1996).

Em relação à área plantada de feijão no Brasil, mais da metade da área de cultivo está na região Nordeste, seguida das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Histórico da área plantada de feijão no Brasil em mil Hectares*

| REGIÃO/UF | 1999/2000 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | 2003/04 | 2004/05 ⁽¹⁾ | 2005/06 ⁽²⁾ |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | Preliminar | Previsão |
| NORTE | 201,8 | 201,5 | 164,6 | 175,6 | 166,8 | 174,4 | 174,7 |
| NORDESTE | 2.293,9 | 2.085,4 | 2.378,9 | 2.420,3 | 2.471,0 | 2.310,8 | 2.288,7 |
| CENTRO-OESTE | 178,8 | 187,5 | 190,4 | 203,8 | 204,0 | 189,0 | 195,0 |
| SUDESTE | 686,5 | 664,4 | 685,8 | 698,1 | 656,9 | 623,7 | 661,2 |
| SUL | 947,8 | 739,9 | 850,0 | 880,9 | 788,7 | 649,9 | 709,3 |
| BRASIL | 4.308,8 | 3.878,7 | 4.269,7 | 4.378,7 | 4.287,4 | 3.947,8 | 4.028,7 |

* Fonte: CONAB - Levantamento Novembro – 2005.

(1) Dados preliminares sujeitos a mudança.

(2) Dados estimados sujeitos a mudança.

As produtividades da cultura do feijoeiro no Brasil considerando as três safras anuais não chegam a 1000 kg por hectare quando se trata da média nacional. As maiores produtividades estão na região Centro-Oeste chegando a mais de 2000 kg de média na safra de 2004/2005 seguido das regiões Sudeste, Sul, Norte e Nordeste respectivamente. Nas safras de 2003/04 e 2005/06 a região Sul ocupa um lugar à frente da região Sudeste. (Tabela 4).

Tabela 4 - Histórico de Produtividade Feijão em kg/ha (1° 2° e 3°)*

| REGIÃO/UF | 1999/2000 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | 2003/04 | 2004/05 ⁽¹⁾ | 2005/06 ⁽²⁾ |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | Preliminar | Previsão |
| NORTE | 606 | 615 | 675 | 808 | 758 | 742 | 738 |
| NORDESTE | 511 | 304 | 360 | 383 | 325 | 414 | 426 |
| CENTRO-OESTE | 1.508 | 1.608 | 1.677 | 1.867 | 1.529 | 2.093 | 2.050 |
| SUDESTE | 976 | 1.125 | 1.153 | 1.159 | 1.192 | 1.357 | 1.263 |
| SUL | 911 | 1.063 | 1.064 | 1.073 | 1.209 | 1.104 | 1.296 |
| BRASIL | 719 | 668 | 699 | 732 | 695 | 771 | 809 |

* Fonte: CONAB - Levantamento Novembro – 2005.

(1) Dados preliminares sujeitos a mudança.

(2) Dados estimados sujeitos a mudança

A produção total de feijão no Brasil é aproximadamente de três milhões de toneladas sendo que a maior contribuição é proveniente da região Nordeste, seguido das regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e Norte. Na safra de 2004/05 houve uma mudança sendo que a região Sudeste ocupou a segunda colocação seguida pela região Sul. (Tabela 5).

Tabela 5- Histórico de produção em mil Toneladas. *

| REGIÃO/UF | 1999/2000 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | 2003/04 | 2004/05 ⁽¹⁾ | 2005/06 ⁽²⁾ |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | Preliminar | Previsão |
| NORTE | 122,2 | 124,0 | 111,1 | 141,8 | 126,4 | 129,4 | 129,0 |
| NORDESTE | 1.173,0 | 633,2 | 857,5 | 928,1 | 803,1 | 955,6 | 975,8 |
| CENTRO-OESTE | 269,7 | 301,5 | 319,3 | 380,4 | 312,0 | 395,6 | 399,6 |
| SUDESTE | 669,7 | 747,3 | 790,9 | 809,1 | 783,0 | 846,2 | 834,8 |
| SUL | 863,3 | 786,4 | 904,2 | 945,6 | 953,8 | 717,6 | 919,0 |
| BRASIL | 3.097,9 | 2.592,4 | 2.983,0 | 3.205,0 | 2.978,3 | 3.044,4 | 3.258,1 |

* Fonte: CONAB - Levantamento Novembro – 2005.

(1) Dados preliminares sujeitos a mudança.

(3) Dados estimados sujeitos a mudança.

1.3 - Cultivar Pérola

O desenvolvimento e a modernização da agricultura tornam-se cada dia mais necessário e premente, em virtude do crescimento populacional e a necessidade de assegurar o bem-estar da sociedade. No Brasil, a agricultura possui um papel decisivo na sustentação do processo de desenvolvimento. O ritmo acelerado de tecnificação e de modernização da produção vem demandando esforços de profissionais e instituições detentoras da responsabilidade pela orientação da agricultura (Yokoyama,*et al.*, 1999).

A cultivar de feijão Pérola (linhagem LR 720982 CPL53) é proveniente de trabalho de seleção de linhas puras da cultivar Aporé, realizado pela Embrapa Arroz e Feijão. Esta linhagem foi avaliada em 57 ambientes, nos Ensaios Regionais de Feijão realizados nos Estados da Bahia (Região do Além São Francisco), Goiás (incluindo o Distrito Federal), Mato Grosso e Minas Gerais. Foi lançada com o nome Pérola em outubro do ano de 1996, com recomendação estendida para Mato Grosso do Sul, em 1996, Paraná, em 1997, e Rio Grande do Norte, Acre, Rondônia e Espírito Santo, em 1998 (Yokoyama *et al.*, 1999).

As características da planta são: hábito de crescimento indeterminado (entre os tipos II e III); porte semi-ereto; ciclo de 90 dias; média de 46 dias para floração; flor branca; vagem verde, levemente rosada, na maturação; e vagem amarelo-areia na colheita (Yokoyama *et al.*, 1999). Classificado no grupo comercial carioca, o grão da cultivar Pérola é de cor bege-clara, com rajadas marrom-claras, brilho opaco e peso de 100 sementes de 27 g (Tabela 6). A qualidade do grão equipara-se à das cultivares Aporé e Carioca, especialmente quanto ao tempo de cozimento, conforme análise realizada pela Embrapa Arroz e Feijão. Vale destacar que esta cultivar, comparada às demais

cultivares do mesmo grupo, produz grãos maiores, o que lhe confere excelente aspecto visual (Yokoyama *et al.*, 1999).

Tabela 6 - Descrição da cultivar Pérola *

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Ciclo | 90 dias |
| Cor do hipocótilo | Verde |
| Hábito de crescimento | Indeterminado entre os tipos II e III |
| Floração média | 46 dias |
| Cor da flor | Branca |
| Porte da planta | Semi-ereto |
| Cor da vagem na maturação | Verde levemente rosada |
| Cor da vagem na colheita | Amarelo-areia |
| Cor da semente | Bege clara com rajas marrons-claras |
| Cor do halo | Creme |
| Brilho da semente | Opaco |
| Peso de 100 sementes | 27 gramas |
| Grupo comercial | Carioca |

* Fonte: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (2000).

A cultivar Pérola apresentou reação de resistência à ferrugem e ao mosaico-comum. Em condições de campo, foi moderadamente resistente à murcha de *Fusarium* e à mancha angular. Quanto à antracnose, possui resistência à raça alfa-brasil TUS e suscetibilidade às raças alfa-brasil, kapa e zeta (Yokoyama *et al.*, 1999).

1.4 - Principais doenças do feijoeiro comum

Entre as principais doenças fúngicas da cultura encontra-se a mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris), a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn), a ferrugem (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger),

a mancha de alternaria (*Alternaria* sp), o oídio (*Erysiphe polygoni* DC), o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary), a podridão de Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kuhn), a podridão radicular seca (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* JB Kendr. & WC Snyder), a podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich), a mela ou murcha da teia micélica (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) e a murcha de fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*). Recentemente, duas novas doenças foram identificadas: a sarna (*Colletotrichum dematium* f. sp. *truncata* (Schw) Von Arx) e o carvão (*Microbotryum phaseoli* n. sp.). Com relação às doenças bacterianas, as principais são o crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings) e a murcha de Curtobacterium (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges 1922) Dowson 1942).

No Brasil, os patógenos bacterianos relatados na cultura do feijoeiro são: *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp, *P. syringae* pv. *tabaci* Wolf & Foster 1917) Young, Dye & Wilkie 1978, *P. syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder 1926) Young, Dye & Wilkie 1978, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Romeiro, 1995), *Ralstonia solanacearum* (Smith) Smich (Akiba, 1995) e *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Maringoni e Rosa, 1997).

Embora o feijoeiro comum seja hospedeiro de diversas doenças incitadas por vírus, atualmente, a principal doença virótica é o vírus do mosaico dourado (BGMV) (Sartorato & Rava, 2002).

A antracnose do feijoeiro comum, cujo agente causal é o fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.) Scrib., é uma das doenças de maior importância desta cultura afetando, em todo o mundo, as cultivares suscetíveis cultivadas em locais com temperaturas de moderadas a frias e alta umidade relativa. Quanto mais precoce for o

aparecimento da doença, maiores poderão ser as perdas, as quais podem atingir a 100% quando são utilizadas sementes de baixa qualidade em condições de ambiente favoráveis ao seu desenvolvimento. A doença manifesta-se em todas as partes aéreas da planta. Na face inferior das folhas, sobre as nervuras, aparecem manchas alongadas primeiramente de cor avermelhada a púrpura e, mais tarde, pardo-escuro, estendendo-se ligeiramente no tecido circundante e, geralmente, à face superior. Os pecíolos e caules podem apresentar cancrios, sendo que, nestes e nas lesões das nervuras, ocorre à esporulação do fungo que constitui o inóculo secundário. A fase mais característica da doença apresenta-se nas vagens, as quais podem ser infectadas pouco depois de iniciada a sua formação (Vieira & Rava, 2000). O controle da doença inclui o emprego de sementes de boa qualidade, o uso de cultivares resistentes, as práticas culturais como rotação de culturas e eliminação dos restos culturais e o tratamento químico tanto da semente como da parte aérea das plantas (Sartorato & Rava, 2002).

A mancha angular do feijoeiro comum, cujo agente causal é o fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr., encontra-se amplamente distribuída, abrangendo todas as regiões onde se cultiva esta leguminosa (Vieira & Rava, 2000). Apesar de ser uma das primeiras doenças do feijoeiro a ser investigada no Brasil, a sua importância econômica foi inicialmente desconsiderada devido a sua ocorrência só no final do ciclo da cultura. Entretanto, na última década passou a ser considerada uma das principais doenças desta cultura, causando perdas que podem variar de 7 a 70 % dependendo, entre outros fatores, da suscetibilidade da cultivar, do momento da sua ocorrência, das condições de ambiente e da patogenicidade dos isolados. A mancha angular ocorre tanto nas folhas como nas vagens, caules e ramos. É mais comum e facilmente identificada nas folhas. As primeiras lesões podem aparecer nas folhas primárias, apresentando conformação mais ou menos circular, de cor castanho-escuro, com halos concêntricos.

Nas folhas trifolioladas o sintoma mais evidente, como o próprio nome de doença indica, é o aparecimento de lesões de formato angular, delimitadas pelas nervuras, inicialmente de coloração cinzenta tornando-se, posteriormente, castanhas. O controle desta enfermidade pode ser alcançado através do plantio de sementes de boa qualidade, do uso de cultivares resistentes, de práticas culturais tais como a eliminação de restos de cultura, época de plantio e do tratamento químico (Sartorato & Rava, 2002).

A ferrugem do feijoeiro, incitada pelo fungo *Uromyces appendiculatus* (Pers) Unger, está presente em todas as regiões onde se cultiva esta leguminosa. É considerada um dos mais importantes problemas fitopatológicos relacionados à cultura do feijoeiro. As plantas são mais vulneráveis à doença nos estádios de pré-floração e floração, o que acontece normalmente dos 30 aos 45 dias após a germinação. Se as plantas forem infectadas nestes estádios, as perdas podem atingir até 68 %. A ferrugem ocorre mais freqüentemente nas folhas, mas pode ser encontrada também nas vagens e hastes. Os primeiros sintomas podem ser observados na parte inferior das folhas, como manchas pequenas, esbranquiçadas e levemente salientes. Estas manchas aumentam de tamanho até produzirem pústulas maduras, de cor marrom-avermelhada (Sartorato & Rava, 2002).

A mancha de *Alternaria* apresenta como agente causal várias espécies de *Alternaria*. Geralmente, as perdas causadas, por esta doença, são menos expressivas que as ocasionadas pelas doenças anteriores. Entretanto, dados obtidos em outros países indicam uma perda de até 12%. Espécies de *Alternaria* são parasitas de fermentos que ocorrem nas plantas. Normalmente formam manchas apenas em tecidos velhos ou senescentes durante períodos de alta umidade e temperaturas amenas. Entretanto, o patógeno pode penetrar na folha diretamente ou através dos estômatos. Produz nas folhas pequenas manchas de cor pardo-avermelhada rodeadas por um bordo mais

escuro, as quais crescem lentamente, formando anéis concêntricos. Posteriormente tornam-se quebradiças, e o centro da lesão se desprende. Em ocorrência mais severa, as manchas podem coalescer e cobrir grandes áreas da folha, resultando em um desfolhamento prematuro. Nas vagens, podem ser observadas pequenas manchas de coloração pardo-avermelhada ou pretas, as quais podem coalescer produzindo listras. A transmissão via semente pode ser alta se a planta for infectada perto da maturação. Como medidas de controle, recomenda-se o emprego de semente de boa qualidade, o aumento da distância de plantio, a rotação de culturas e o tratamento químico tanto da semente como da parte aérea das plantas (Sartorato & Rava, 2002).

A sarna do feijoeiro comum é uma doença que foi identificada recentemente na cultura, podendo causar perdas em até 100% da lavoura. Encontra-se distribuída, principalmente, nos Estados de Goiás e Minas Gerais. Os primeiros sintomas da sarna podem iniciar-se ainda no estágio de plântula com a formação de uma zona de tecido mais clara pouco acima da região do colo da planta. À medida que a doença se desenvolve, este tecido torna-se necrosado apresentando uma coloração castanha. Estas lesões crescem no sentido longitudinal do caule e aumentam de tamanho podendo tomar todo o seu diâmetro. Posteriormente, nas áreas necrosadas pode ser observado um grande número de acérvulos, que são estruturas de reprodução assexual do patógeno. Quando estes sintomas ocorrem, as plantas murcham e morrem. Nas vagens, surgem pequenas manchas negras, as quais também contém os acérvulos do fungo. Por ser uma doença que surgiu recentemente na cultura do feijoeiro comum, ainda não são conhecidas as medidas de controle. Entretanto, como o fungo pode ser transmitido pelas sementes, recomenda-se o emprego de sementes de boa qualidade fitossanitária. Recomenda-se, também, não cultivar o feijoeiro no sistema de plantio direto após a cultura de milho ou sorgo, se houver histórico da doença. (Sartorato & Rava, 2002).

O Mofo branco, incitado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, é uma doença bastante difundida nas regiões produtoras desta leguminosa, principalmente, no plantio do outono-inverno. As perdas no rendimento atingem em média 50% podendo, entretanto, serem mais elevadas. O fungo sobrevive no solo na forma de escleródio, o qual pode infectar diretamente as plantas ou dar origem aos apotécios, onde são produzidos milhares de ascósporos que são disseminados pelo vento, pela chuva e, possivelmente, pelos insetos. A disseminação do fungo pode ser realizada também através do próprio escleródio, aderidos aos implementos agrícolas, em restos culturais ou em mistura com as sementes. O controle pode ser realizado através da utilização de sementes de boa qualidade, da aração profunda do solo com tombamento da leiva, do aumento da distância de plantio, da queima dos restos culturais contaminados, do controle da água de irrigação e da aplicação foliar de fungicidas. (Sartorato & Rava, 2002).

O mosaico dourado é uma das principais doenças do feijoeiro comum, tendo sido constatada em vários Estados brasileiros. Economicamente é importante no sul de Goiás, em parte do triângulo Mineiro, em algumas regiões de São Paulo, no norte do Paraná e no Mato Grosso do Sul. As perdas na produção, ocasionadas por esta enfermidade, podem ser totais; entretanto, dependem da idade da planta no momento da inoculação, do grau de tolerância da cultivar e, possivelmente, da estirpe do vírus. Esta doença ocorre com maior intensidade no feijão “da seca”, quando a população da mosca branca, vetor do vírus, é maior. O controle pode ser realizado evitando-se o cultivo durante a época “da seca”, controlando-se o inseto vetor com inseticidas sistêmicos e utilizando-se cultivares resistentes/tolerantes (Sartorato & Rava, 2002).

O crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) apresenta ampla distribuição, ocasionando graves perdas na produção, especialmente

em regiões úmidas, com temperaturas de moderadas a altas. Afeta principalmente as partes aéreas das plantas. Nas folhas, inicia-se por pequenas manchas úmidas na face inferior, as quais aumentam de tamanho e coalescem, formando extensas áreas pardas, necrosadas. Geralmente, na confluência das áreas necrosadas com os tecidos sadios apresentam um estreito halo amarelado. Nas hastes, as manchas são avermelhadas, compridas, estendendo-se ao longo das mesmas. Sob condições de alta umidade, o patógeno pode produzir, nas lesões, um exsudato de cor amarelada. Nas vagens, formam-se manchas encharcadas, posteriormente avermelhadas que freqüentemente se estendem ao longo do sistema vascular, indicando a progressão da bactéria para as sementes. As sementes infectadas podem apresentar-se descoloridas, enrugadas, ou simplesmente não apresentar sintomas visíveis. A disseminação do agente causal, à longa distância, é realizada através de sementes contaminadas e, a curtas distâncias, de planta a planta ou de cultura a cultura, pelo vento, pela chuva, pelos animais e pelo homem. As condições que favorecem o desenvolvimento da doença são temperaturas altas, com um ótimo de 28°C, alta umidade e chuvas freqüentes (Sartorato & Rava, 2002). Muitas vezes os sintomas causados por esta bactéria podem ser confundidos com os de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

O controle da doença inclui o emprego de semente de boa qualidade, o uso de cultivares resistentes e práticas culturais, tais como a rotação de culturas, a eliminação de restos culturais e evitar transitar na lavoura quando a folhagem estiver úmida. Tem sido indicado o tratamento foliar preventivo com produtos à base de cobre, mas os resultados nem sempre são satisfatórios (Sartorato & Rava, 2002).

Em relação aos danos e perdas referentes a doenças no cultivo do feijoeiro comum no Brasil podemos ter pequenos danos como de apenas 10% para a Mancha-de-Alternaria chegando a 100% para a Antracnose (Tabela 7).

Tabela 7 - Danos causados pelas doenças do feijoeiro *

| Doença | Patógeno | Danos (%) |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|
| Antracnose | <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> | 100 |
| Crestamento Bacteriano | <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i> | 60 |
| Ferrugem | <i>Uromyces appendiculatus</i> | 60 |
| Mancha Angular | <i>Phaeoisariopsis griseola</i> | 70 |
| Mancha de Alternaria | <i>Alternaria</i> spp. | 10 |
| Mancha de Ascochyta | <i>Ascochyta boltsshauseri</i> | - |
| Mancha de Cercospora | <i>Cercospora</i> spp. | - |
| Mela | <i>Tanathephorus cucumeris</i> | 100 |
| Mofa branco | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 100 |
| Mosaico dourado | VMDF (Vírus do mosaico dourado do feijoeiro) | 100 |
| Murcha de Fusarium | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> | 80 |
| Murcha de Sclerotium | <i>Sclerotium rolfsi</i> | 60 |
| Oídio | <i>Erysiphe polygoni</i> | 50 |
| Podridão cinzenta do caule | <i>Macrophomina phaseolina</i> | 60 |
| Tombamento | <i>Rhizoctonia solani</i> | 60 |
| Podridão radicular por Pythium | <i>Pythium</i> spp. | 30 |
| Podridão radicular seca | <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> | 60 |

* Fonte: OLIVEIRA, 1999.

A murcha de *Curtobacterium* foi inicialmente identificada no Estado de São Paulo e, hoje, encontra-se distribuída em várias áreas produtoras de feijão, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Por ser uma doença observada recentemente na cultura, não se conhece, ainda, as perdas na produção por ela ocasionadas (Sartorato & Rava, 2002).

1.5 - Doenças veiculadas a sementes

A semente é o órgão de perpetuação e disseminação das espécies vegetais e para

o sucesso da implantação de um sistema de produção vegetal é importante que esta semente tenha uma boa qualidade e sanidade.

As características de uma semente de qualidade são descritas como ter uma pureza genética, pureza física, qualidade fisiológica e sanidade. A pureza genética refere-se à constituição genética da semente, que irá expressar-se posteriormente no comportamento da planta que se refere ao potencial produtivo, ciclo, hábito de crescimento, arquitetura da planta, resistência a enfermidades e pragas, cor e brilho do tegumento da semente entre outras (Popinigis, 1985). Pureza física é a ausência da contaminação de um lote de sementes por matérias estranhas, ou impurezas, tais como: partículas de solo, restos vegetais, pedras, sementes danificadas, sementes de plantas daninhas e sementes de outras espécies cultivadas (Brasil, 1992). Qualidade fisiológica é a capacidade potencial da semente em gerar nova planta, perfeita e vigorosa, sob condições favoráveis. Há duas maneiras básicas para aferir-se a qualidade fisiológica da semente: pelo seu poder germinativo e pelo vigor. O poder germinativo expressa-se pelo percentual de sementes germinadas, ou seja, sua viabilidade. Já o vigor possui um conceito mais abrangente e indica a habilidade da planta em resistir a estresses ambientais e a sua capacidade de manter a viabilidade durante o armazenamento. A semente de feijão pode carregar, tanto interna como externamente, uma grande quantidade de patógenos, incluindo fungos, bactérias e vírus, além de transportar externamente fungos saprófitas que podem diminuir o poder germinativo. Os patógenos levados pela semente além de influenciarem negativamente a emergência e o vigor das plântulas, constituem o inóculo primário que, em condições de ambiente favoráveis, podem originar graves epidemias ocasionando drásticas reduções de rendimento (Vieira & Rava, 2000).

A qualidade da semente de feijão não se limita apenas as suas características genéticas fisiológicas e físicas, envolvendo, também, seu estado fitossanitário. Dentre as doenças de maior importância econômica apenas a ferrugem e o mosaico-dourado não são transmitidas pela semente. O reconhecimento das doenças em campo é de fundamental importância para a aplicação das medidas de controle recomendadas com a finalidade de se obter uma semente de boa qualidade (Vieira & Rava, 2000).

A primeira constatação de que as sementes constituíam em um veículo de transmissão de patógenos não pode ser determinada com precisão (Vieira & Rava, 2000). Baker & Smith (1966) consideram o relato de Hellwig, em 1699, como o primeiro sobre a associação de um patógeno com a semente, escleródios de *Claviceps purpurea* misturados a sementes de centeio, enquanto Noble (1979) considera o trabalho de Tillet (1755) com sementes de trigo transmitindo *Tilletia* sp., e como o marco inicial da patologia de sementes (Vieira & Rava, 2000).

Aproximadamente 90% das culturas alimentícias são propagadas por sementes verdadeiras e nove delas, incluindo o feijoeiro comum, são consideradas de maior importância. Todas elas são afetadas por patógenos devastadores muitos dos quais, podem ser transmitidos por sementes (Neergaard, 1979).

1.6- *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*

A doença causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, foi primeiramente relatada nos Estados Unidos da América, no estado americano de Dakota do Sul, por Hedges (1922) e em alguns países da Europa, como também na Austrália, Canadá, Colômbia e México (Bradbury, 1922), posteriormente foi descrita em outras localidades americanas (Venette, 1995). A distribuição geográfica da *C. flaccumfaciens*

pv. flaccumfaciens está descrita em países como: Bélgica, Hungria, Grécia, Romênia, Tunísia, Turquia, Iugoslávia e no Sul da Austrália (COSAVE, 2003).

No território nacional a doença foi inicialmente relatada no estado de São Paulo, em 1997 (Maringoni e Rosa, 1997), mas hoje se encontra distribuída em várias regiões produtoras de feijão, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Em relatos mais recentes a doença foi identificada no estado de Goiás e no Distrito Federal (Uesugi *et al.*, 2002).

A bactéria caracteriza-se por ser um microorganismo bastonetiforme, Gram Positivo, usualmente móvel com flagelos laterais. Não apresenta esporos, usa lactato, piruvato e vários outros ácidos orgânicos. O principal aminoácido da parede celular é a ornitina. É quimioheterotrófica. (Bradbury, 1986).

C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens é um parasita do sistema vascular, sobrevive e é eficientemente disseminada por sementes contaminadas, podendo infectar a planta via ferimentos ou mesmo por aberturas naturais (Saettler, 1991). A bactéria pode causar um escurecimento no sistema vascular da planta doente, sendo que a murcha é o resultado da obstrução dos feixes vasculares da planta, os quais ficam repletos de células da bactéria.

Considerando o conjunto de sintomas causados por *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* em feijoeiro, a doença é relatada com sintomas de murcha e/ou flacidez de folíolos, em que estes se tornam mais flácidos durante o dia e permanecem mais túrgidos durante a noite. Em algumas situações, esses sintomas típicos de murcha não são observados podendo ocorrer manchas amareladas e necróticas semelhantes ao crestamento bacteriano comum, causado por *Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli* (Sherf, 1986).

A bactéria pertence ao Filo Actinobacteria Classe, Actinobacteria; Ordem, Actinomycetales e Família Microbacteriaceae. Na ocasião da descrição em 1922

(Hedges), foi denominada como *Bacterium flaccumfaciens* tendo recebido posteriormente as seguintes denominações: *Phytomonas flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Bergey *et al.*, 1923. *Pseudomonas flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Stevens 1925; *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Dowson 1942; *Corynebacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Dowson 1942; *Corynebacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Dowson 1942 e, finalmente, baseado em perfil de proteínas celulares através de eletroforese em gel de poliacrilamida, foi reclassificada como *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges, 1922) Collins e Jones, 1983 (Carlson e Vidaver, 1982; Collins e Jones, 1983; Young *et al.*, 1966).

A parte aérea de plantas de feijoeiro infectadas por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* apresenta reduções nos níveis de macronutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, sendo mais acentuadas nas cultivares suscetíveis do que nas resistentes à murcha-de-*Curtobacterium* (Maringoni, 2003).

Em relação às perdas causadas por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, tem-se relatos de perdas de 90% da produção em regiões dos Estados Unidos (Hedges, 1922), considerada em anos subseqüentes como a mais importante doença do feijoeiro, causando perdas totais da produção (Hedges, 1926). No Brasil, no entanto, não existem relatos de perdas associadas à murcha-de-*Curtobacterium*.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as perdas de produtividade na cultura do feijoeiro devido à murcha do feijoeiro (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*).

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Níveis de infecção de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na produtividade de feijão cultivar Pérola

O presente trabalho foi desenvolvido junto ao Departamento de Fitopatologia na Universidade de Brasília e onde foram conduzidos dois experimentos definidos como experimento “A” (Figura 1) semeado no dia 12 de novembro de 2004 e experimento “B” (Figura 2) semeado no dia 16 de dezembro de 2004, localizados na Estação Experimental de Biologia da UnB, com o objetivo de avaliar a influência dos níveis de infecção inicial por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na produção de feijão da cultivar Pérola. Os experimentos foram conduzidos em cultivo de sequeiro, ou seja, sem nenhum tipo de irrigação ficando assim sujeitos às variações climáticas.

A organização espacial dos tratamentos dentro dos blocos foi feita de forma aleatória, de acordo com a Figura 3 para o experimento “A” e na Figura 4 para o experimento “B”.

As sementes utilizadas foram sementes básicas da cultivar Pérola adquiridas junto ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPAP – EMBRAPA) e o grão coletado diretamente do produtor na COOPA – DF, para se estimar o seu nível de inóculo.



Figura 1 – Plantas de feijoeiro aos 10 DAE, vista do experimento “A”



Figura 2 – Plantas de feijoeiro, vista do experimento “B”

| BLOCO 1 | | | |
|---------|-----|-----|----|
| 10% | 20% | 25% | 0% |
| grão | 15% | 30% | 5% |

| BLOCO 2 | | | |
|---------|------|-----|-----|
| 30% | 25% | 5% | 10% |
| 15% | grão | 20% | 0% |

| BLOCO 3 | | | |
|---------|-----|----|------|
| 25% | 15% | 0% | grão |
| 10% | 30% | 5% | 20% |

Figura 3 – Organização espacial do experimento “A”.

| BLOCO 4 | | | |
|---------|-----|-----|----|
| 10% | 20% | 25% | 0% |
| grão | 15% | 30% | 5% |

| BLOCO 5 | | | |
|---------|------|-----|-----|
| 30% | 25% | 5% | 10% |
| 15% | grão | 20% | 0% |

| BLOCO 6 | | | |
|---------|-----|----|------|
| 25% | 15% | 0% | grão |
| 10% | 30% | 5% | 20% |

Figura 4 – Organização espacial do experimento “B”.

Foram definidos para cada experimento três blocos, em cada bloco havia oito tratamentos e três repetições. Em cada tratamento foram plantadas três linhas, manualmente, com 5,0m com uma densidade de plantio de 16 sementes por metro

linear. Após a emergência das sementes foi feita a contagem das plântulas e feita a correção para 60 plantas por linha, ficando com uma densidade de 12 sementes por metro linear, de modo que fosse possível efetuar a inoculação proporcional para que se alcançassem os valores de 0% a 30% de plantas contaminadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

A adubação foi feita de forma manual seguindo uma medida (Figura 5) para se atingir uma quantidade de 100 g da formulação NPK+Zn no decorrer da linha de 5,0 m em cada repetição dentro dos tratamentos, totalizando assim uma quantidade de 400kg por hectare. Não foi adotada a prática de adubação nitrogenada de cobertura.

O isolado de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* utilizado no trabalho foi coletado no estado de Goiás, no município de Cristalina, e faz parte da coleção de Bactérias Fitopatogênicas da Universidade de Brasília. A bactéria está depositada sob o número UnB-1253. Esta bactéria foi cultivada em meio de cultura 523 (Kado & Heskett, 1970) e mantido a uma temperatura, controlada em incubadora, de 28°C. A idade da cultura da bactéria utilizada para as inoculações foi de aproximadamente 48 horas após o processo de repicagem. A inoculação foi realizada com as plantas apresentando aproximadamente 10 dias após a emergência (Figura 6), no dia 01/12/2004 para o experimento “A” e no dia 05/01/2005 para o experimento “B”. Usou-se uma suspensão bacteriana 2×10^7 ufc/ ml medida ao espectrofotômetro a absorvância foi de 0,2 e o comprimento de ondas de 550 nm (nanômetros) seguindo a curva de calibração (Uesugi *et al.*, 2002 Dados não publicados). As plantas inoculadas em cada linha foram inteiramente ao acaso, exceto a primeira planta de cada linha que foi inoculada em todos os tratamentos, para que, fosse possível observar se houve sucesso na introdução da bactéria nas plantas.

O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais realizadas duas vezes, uma aos 15 dias após a emergência e outra realizada aos 25 dias, mantendo assim a cultura livre da influência negativa da matocompetição.

No decorrer dos experimentos foram realizadas avaliações diárias do estado de desenvolvimento da cultura, bem como a tomada de medidas a fim de não haver a interferência de outras variantes que pudessem atrapalhar o desenvolvimento dos experimentos, tais como o ataque de insetos.

A colheita foi realizada na forma manual, linha por linha sendo cada uma acondicionada em sacos plásticos com capacidade de 50 litros (Figura 7). Após a colheita, a “debulha” ou processo de trilha das linhas colhidas foi também realizado de maneira manual realizada com um saco de linhagem forte capaz de se manter íntegro ao receber golpes com um pedaço de madeira a fim de liberar os grãos de dentro das vagens. Posteriormente a quantidade de grãos de cada linha foi acondicionado em saquinhos plásticos de 2,0kg de capacidade. Os restos culturais e resíduos gerados do processo de trilha dos grãos foram incinerados.

Os resultados foram analisados após todo o ciclo da cultura comparando a produtividade de cada nível de infecção com a produtividade do controle (0,0% de plantas inoculadas). A pesagem das quantidades colhidas em cada linha foi realizada na Estação Experimental de Biologia – UnB em balança ARJA com capacidade máxima de 20 kg.

Foram retiradas amostras de 500 sementes de cada linha do experimento “A” e 300 sementes de cada linha colhida do experimento “B”, as quais foram contadas de forma manual a fim de possibilitar o levantamento do peso de 100 sementes em todos os tratamentos.



Figura 5 – Quantidade de adubo em cada linha de 5,0m dos experimentos de campo “A” e “B”.



Figura 6 – Processo de inoculação, via agulha de injeção em planta de feijoeiro.



Figura 7 – Colheita manual do experimento de campo “A”.

2.2 - Levantamento da ocorrência de murcha do feijoeiro na região do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais

Durante os anos de 2004 e 2005 foram realizadas saídas a campo com o intuito de identificar a ocorrência da murcha do feijoeiro em cultivos comerciais no Distrito Federal, (PAD – DF), Goiás (Cabeceiras) e Minas Gerais (Buritis), em um raio de ação de aproximadamente 200 km de Brasília.

Após a identificação de plantas com sintomas suspeitos de murcha do feijoeiro, amostras eram coletadas e levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Brasília, para o isolamento da bactéria em meio nutritivo 523 (Kado & Heskett, 1970), colocado em incubadora a 28° C para possibilitar o seu desenvolvimento.

A avaliação e confirmação da presença da bactéria no material vegetal era feita aproximadamente 48 horas após o isolamento analisando as características da colônia presente na placa de petri. A partir da cultura pura obtida foi preparada uma suspensão bacteriana para inoculação, via agulha de injeção realizada logo acima da região cotiledonar, em plantas de feijoeiro cv. Pérola com 10 dias após a emergência a fim de reproduzir os sintomas da murcha. As avaliações dos sintomas eram feitas geralmente de 5 a 10 dias após a inoculação.

2.3 - Avaliação de sementes provenientes de campo contaminado com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada na Estação Experimental de Biologia – UnB, com o objetivo de se avaliar a taxa (%) de sementes contaminadas com *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* coletadas em propriedade de cultivo comercial de feijão com sintomas de murcha. As sementes da cultivar Pérola foram coletadas no município de Cabeceiras – Goiás, em uma cultura de feijão de cultivo irrigado por pivô central, com uma alta incidência da doença.

Foram utilizados vasos plásticos de 2,5 litros, contendo solo esterilizado com brometo de metila, realizado em local destinado a essa prática dentro da área da estação experimental. Não foi utilizada nenhuma adubação neste solo.

As sementes utilizadas foram retiradas da amostra coletada diretamente do campo após a colheita, foram preparadas retirando-se aleatoriamente duas amostras, contendo 100 sementes, denominadas como “B1” e “B2”. Foi realizada uma “pré-limpeza” retirando assim as sementes muito danificadas, 6 sementes em uma amostra e 8 sementes na outra, descartando-se assim 6% e 8% em cada tratamento. O controle, denominado como “S”, foi conduzido com o plantio de sementes básicas da mesma cultivar utilizada (Pérola).

O plantio foi realizado dia 22 de agosto de 2005, utilizando-se 25 vasos com 4 sementes em cada vaso totalizando 100 sementes por repetição. Foram feitas duas repetições com sementes contaminadas e uma, também, com 25 vasos e 4 sementes por vaso para o controle, composto de sementes sadias (básicas). As avaliações foram feitas semanalmente, até 60 dias após a emergência, observando o desenvolvimento das plantas, aparecimento de sintomas da doença, bem como a comparação dos tratamentos com sementes contaminadas com o controle sadio.

2.4 - Avaliação de viabilidade e persistência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* no solo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a persistência e viabilidade de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em solo de cerrado, tipo latossolo vermelho, coletado em uma área de cultivo de feijão sob pivô central com alta incidência da murcha do feijoeiro. Após a colheita, amostras de solo foram retiradas, seguindo um padrão de amostragem, retirando quantidades de solo em seis pontos da área. Foi coletado o solo juntamente com restos culturais em uma profundidade de aproximadamente 20 cm.

O solo foi acondicionado em três sacos, usados para o acondicionamento de grãos. A quantidade retirada foi de aproximadamente de 100 kg de solo, somando todos os pontos coletados. O solo foi transportado à Estação Experimental de Biologia – UnB onde foi armazenado durante todo o período das avaliações.

Foram realizados plantios mensais retirando-se uma quantidade de solo suficiente para montar experimentos contendo 4 vasos de 2,5 litros, onde eram plantadas sementes básicas de feijão da cultivar Pérola. Após a emergência das plântulas foram realizados “ferimentos” nas raízes das plantas inserindo objeto contundente (faca de mesa) a fim de facilitar a entrada da bactéria.

As avaliações foram realizadas durante 60 dias após a emergência das plantas, seguindo critérios visuais dos sintomas típicos da murcha do feijoeiro. A confirmação da entrada da bactéria na planta, evidenciando com isso, sua presença ainda viável no solo era realizada com o seu isolamento a partir das plantas em meio nutritivo 523 (Kado & Heskett, 1970). As placas foram mantidas a 28 °C em incubadora no Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Brasília.

RESULTADOS

3.1 – Efeito dos níveis de infecção de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na produtividade de feijão cultivar Pérola.

Avaliando o aparecimento de sintomas de “queima de borda” que aparece logo após a introdução da bactéria no sistema vascular das plantas, foram evidenciados sintomas após cinco dias do processo de inoculação (Figura 8). Os sintomas foram observados nas primeiras plantas de cada linha utilizadas como indicadoras do sucesso da inoculação. Houve uma recuperação das plantas após 15 dias da inoculação, com o desenvolvimento das plantas ficando assim “mascarado” a presença da bactéria. Não há o desaparecimento dos sintomas, mas devido ao crescimento da planta e surgimento de folhas jovens, há uma dificuldade de se observar essas folhas com sintomas de queima, após a inoculação.

As plantas apresentaram um desenvolvimento normal para padrões de cultivo do feijoeiro, mostrando-se extremamente vigorosas, com um verde intenso e não apresentando nenhum tipo de deficiência nutricional, nem mesmo a ocorrência de doenças fúngicas. Os processos de floração e formação das vagens ocorreram normalmente.

O início do aparecimento de sintomas de murcha no experimento “A” ocorreu com as plantas apresentando o estágio de R7/R8 (R7 início da formação das vagens; R8 enchimento das vagens) (Figura 9). Após o início do aparecimento dos sintomas ocorreu uma rápida evolução dos mesmos, sendo que após aproximadamente seis dias as plantas já estavam totalmente murchas com sintomas severos da doença (Figura 10 e 11) podendo ser observado um aspecto de “clareiras” dentro da cultura (Figura 12).



Figura 8 – Sintoma de queima de borda, em folhas de feijoeiro cv. Pérola.



Figura 9 – Sintoma de murcha do feijoeiro, cultivar Pérola.



Figura 10 – Plantas de feijoeiro com sintomas de murcha-de-Curtobacterium



Figura 11 – Sintoma da murcha do feijoeiro.



Figura 12 – Murcha de plantas ocasionando sintoma de “Clareira” na cultura do feijoeiro

No experimento “B” os sintomas iniciaram mais cedo, sendo possível à observação já no estágio de R6 (florescimento). Após aproximadamente 13 dias já havia sintomas severos da murcha do feijoeiro com o aparecimento de “clareiras” devido à murcha e morte de plantas dentro da área de cultivo.

Os resultados obtidos após a pesagem do bloco 1 do experimento “A” para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas estão descritos na Tabela 8. Considerando o controle (0% de plantas inoculadas) com perda de 0% as perdas de produtividade para o bloco 1 foram de 2,1%; 8,0%; 8,3%; 9,2%; 21,1%; 26,2% para os níveis de 5 a 30%, respectivamente.

Tabela 8 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 1 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "A" semeado dia 12/11/2004 colhido 21/02/2005 BLOCO 1 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 0 | 1100 | 1140 | 1120 | 1120,0 | 100,0 |
| 5 | 1080 | 1060 | 1150 | 1096,7 | 97,9 |
| 10 | 1000 | 1050 | 1040 | 1030,3 | 92,0 |
| 15 | 1100 | 980 | 1000 | 1026,7 | 91,7 |
| 20 | 1100 | 1000 | 950 | 1016,7 | 90,8 |
| 25 | 1000 | 950 | 700 | 883,3 | 78,9 |
| 30 | 860 | 980 | 640 | 826,7 | 73,8 |
| Grão | 1280 | 920 | 1180 | 1126,7 | - |

Os resultados obtidos após a pesagem das linhas do bloco 2 do experimento “A” para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 2 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "A" semeado dia 12/11/2004 colhido 21/02/2005 BLOCO 2 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 00 | 1300 | 1250 | 1040 | 1196,7 | 100,0 |
| 05 | 1020 | 1280 | 1120 | 1140,0 | 95,3 |
| 10 | 1050 | 1080 | 930 | 1020,0 | 85,2 |
| 15 | 1040 | 1020 | 1000 | 1020,0 | 85,2 |
| 20 | 1020 | 1020 | 1000 | 1013,3 | 84,7 |
| 25 | 880 | 960 | 1100 | 980,0 | 81,9 |
| 30 | 1140 | 880 | 900 | 973,3 | 81,3 |
| Grão | 1120 | 1030 | 950 | 1033,3 | - |

As perdas para o bloco 2 foram de 4,7%; 14,8%; 14,8%; 15,3%; 18,1%; 18,7% para os níveis de 5 a 30 %, respectivamente comparadas com o controle.

Após a pesagem de todas as linhas do experimento “A” os resultados obtidos para o Bloco 3 para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30% de plantas inoculadas, foram respectivamente os valores descritos na Tabela 10. As perdas de produtividade para este bloco foram de 6,1%; 6,7%; 6,7%; 10,6%; 10,6% e 26,5% para os níveis de 5 a 30% respectivamente.

Tabela 10 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 3 do experimento “A” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "A" semeado dia 12/11/2004 colhido 21/02/2005 BLOCO 3 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 00 | 1100 | 1200 | 1280 | 1193,3 | 100,0 |
| 05 | 1120 | 1200 | 1040 | 1120,0 | 93,9 |
| 10 | 1080 | 1210 | 1050 | 1113,3 | 93,3 |
| 15 | 1160 | 1080 | 1100 | 1113,3 | 93,3 |
| 20 | 1040 | 1060 | 1100 | 1066,7 | 89,4 |
| 25 | 1000 | 1080 | 1120 | 1066,7 | 89,4 |
| 30 | 820 | 920 | 890 | 876,7 | 73,5 |
| Grão | 880 | 1100 | 1260 | 1080,0 | - |

Os resultados referentes ao experimento “B”, após a pesagem foram no bloco 1 para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas, foram os valores descritos na Tabela 11. As perdas de produtividade foram de 9,1%; 9,6%; 13,9%; 20,9%; 40,6%; 42,8% para os níveis de 5 a 30%, respectivamente.

Tabela 11 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 1 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "B" semeado dia 16/12/2004 colhido 23/03/2005 BLOCO 1 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 00 | 580 | 660 | 630 | 623,3 | 100,0 |
| 05 | 500 | 520 | 680 | 566,7 | 90,9 |
| 10 | 610 | 580 | 500 | 563,3 | 90,4 |
| 15 | 490 | 520 | 600 | 536,7 | 86,1 |
| 20 | 500 | 620 | 360 | 493,3 | 79,1 |
| 25 | 320 | 340 | 450 | 370,0 | 59,4 |
| 30 | 420 | 330 | 320 | 356,7 | 57,2 |
| Grão | 480 | 320 | 560 | 453,3 | - |

Tabela 12 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 2 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "B" semeado dia 16/12/2004 colhido 23/03/2005 BLOCO 2 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 00 | 560 | 550 | 610 | 573,3 | 100,0 |
| 05 | 490 | 400 | 630 | 506,7 | 88,4 |
| 10 | 480 | 480 | 480 | 480,0 | 83,7 |
| 15 | 480 | 440 | 460 | 460,0 | 80,2 |
| 20 | 450 | 420 | 400 | 423,3 | 73,8 |
| 25 | 410 | 410 | 420 | 413,3 | 72,1 |
| 30 | 300 | 200 | 210 | 236,7 | 41,3 |
| Grão | 550 | 550 | 430 | 510,0 | - |

Para o bloco 2 do experimento “B” após a pesagem, os resultados obtidos foram para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas estão descritos na Tabela 12. As perdas de produtividade neste bloco foram de 11,6%; 16,3%; 19,8%; 26,2%; 27,9%, 58,7% para os níveis de 5 a 30%, respectivamente.

A pesagem do bloco 3 do experimento “B” tiveram como resultados médios de produção por linha para os níveis de 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas, estão descritos na Tabela 13.

Tabela 13 – Produção por linha, de 5 metros, e produção média do Bloco 3 do experimento “B” com plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Experimento "B" semeado dia 16/12/2004 colhido 23/03/2005 BLOCO 3 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----------|----------------|
| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por linha (g) | | | Média (g) | Rendimento (%) |
| 00 | 730 | 800 | 810 | 780,0 | 100,0 |
| 05 | 910 | 500 | 600 | 670,0 | 85,9 |
| 10 | 520 | 490 | 500 | 503,3 | 64,5 |
| 15 | 500 | 510 | 430 | 480,0 | 61,5 |
| 20 | 430 | 530 | 450 | 470,0 | 60,3 |
| 25 | 420 | 450 | 540 | 470,0 | 60,3 |
| 30 | 530 | 440 | 410 | 460,0 | 59,0 |
| Grão | 250 | 260 | 360 | 290,0 | - |

As perdas de produtividade no bloco 3, experimento “B”, foram de 14,1%; 35,5%; 38,5%; 39,7%; 39,7% e 41,0% para os níveis de 5 a 30%, respectivamente.

Analisando os resultados obtidos nos três blocos do experimento “A” temos as médias em relação à produtividade descritos na Tabela – 14.

Tabela 14 – Valores médios da produção por bloco do experimento “A” de plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por Bloco (g) | | | Média (g) | Perdas (%) |
|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|-----------|------------|
| | | | | | |
| 00 | 1193,3 | 1196,7 | 1120 | 1170,0a* | 0,0 |
| 05 | 1120 | 1140 | 1096,7 | 1118,9ab | 4,4 |
| 10 | 1113,3 | 1020 | 1030,3 | 1054,5abc | 9,9 |
| 15 | 1113,3 | 1020 | 1026,7 | 1053,3abc | 10,0 |
| 20 | 1066,7 | 1013,3 | 1016,7 | 1032,2bc | 11,8 |
| 25 | 1066,7 | 980 | 883,3 | 976,7cd | 16,5 |
| 30 | 876,7 | 973,3 | 826,7 | 892,2d | 23,7 |

* médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

À medida que se aumentou a quantidade de plantas inoculadas com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, ou seja, o nível de inóculo inicial, houve o aumento na perda de produtividade em todos os níveis utilizados, gerando assim uma perda média em produtividade na ordem de 51,1 gramas para 5% de inóculo inicial; 115,5g para 10,0%; 116,7g para 15,0%; 137,8g para 20,0%; 193,3g para 25% e 277,8g para 30%, respectivamente (Figura 13).

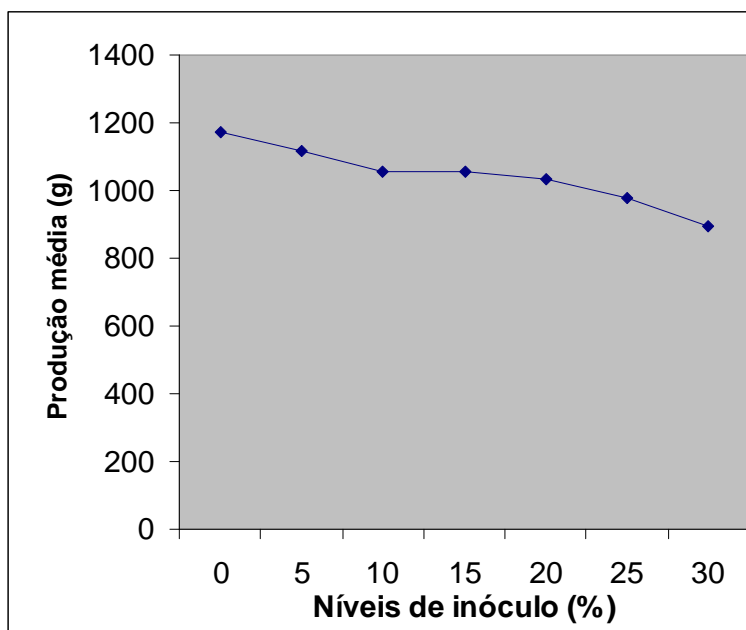


Figura 13 – Produtividades médias, experimento “A”, nos níveis de 0 a 30% de plantas inoculadas com *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* em feijoeiro.

A perda de produtividade média em relação ao experimento “A” foram de 4,4%; 9,9%; 10,0%; 11,8%; 16,5% e 23,7% para os níveis de inóculo de 5 a 30%, tratados no gráfico 2 como nível 1 para 5% de plantas inoculadas e nível 6 para 30%, respectivamente (Figura 14).

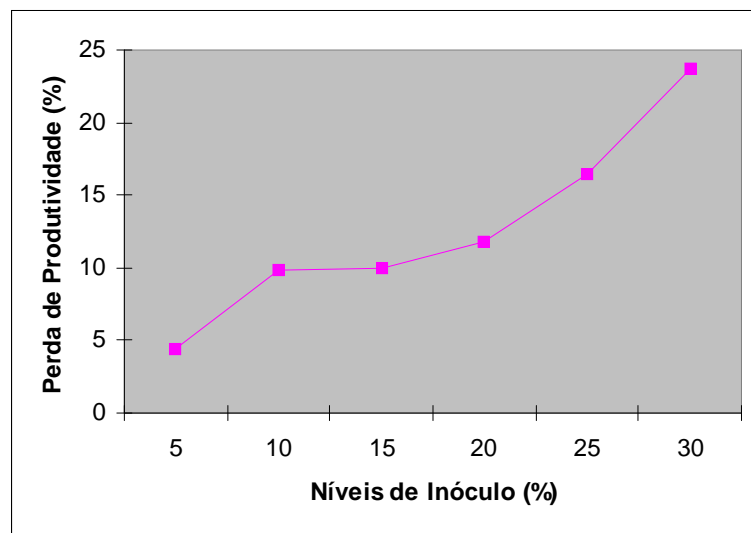


Figura 14 – Perdas de produtividade média do experimento “A” nos níveis de 05 a 30%, respectivamente, para plantas inoculadas com *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* em feijoeiro.

Com os resultados médios obtidos em relação aos blocos do experimento “B” as produtividades foram para os níveis de inóculo 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de plantas inoculadas, respectivamente (Tabela – 15).

Tabela 15 – Valores médios da produção por bloco do experimento “B” de plantas de feijoeiro, cultivar Pérola, em diferentes níveis de inóculo de *Curtobacterium*

flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens*.

| Níveis de Inóculo (%) | Produtividade por Bloco (g) | | | Média (g) | Perdas (%) |
|-----------------------|-----------------------------|-------|-------|-----------|------------|
| 00 | 780 | 573,3 | 623,3 | 658,9a* | 0 |
| 05 | 670 | 506,7 | 566,7 | 581,1ab | 11,8 |
| 10 | 503,3 | 480 | 563,3 | 515,5bc | 21,8 |
| 15 | 480 | 460 | 536,7 | 492,2bc | 25,3 |
| 20 | 470 | 423,3 | 493,3 | 462,2c | 29,9 |
| 25 | 470 | 413,3 | 370 | 417,8cd | 36,6 |
| 30 | 460 | 236,7 | 356,7 | 351,1d | 46,7 |

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

As perdas médias de produtividade foram de 77,8 gramas para 5% de plantas inoculadas; 143,4g para 10%; 166,7g para 15%; 196,7g para 20%; 241,1g para 25%; 307,8g para 30% inóculo (Figura 15).

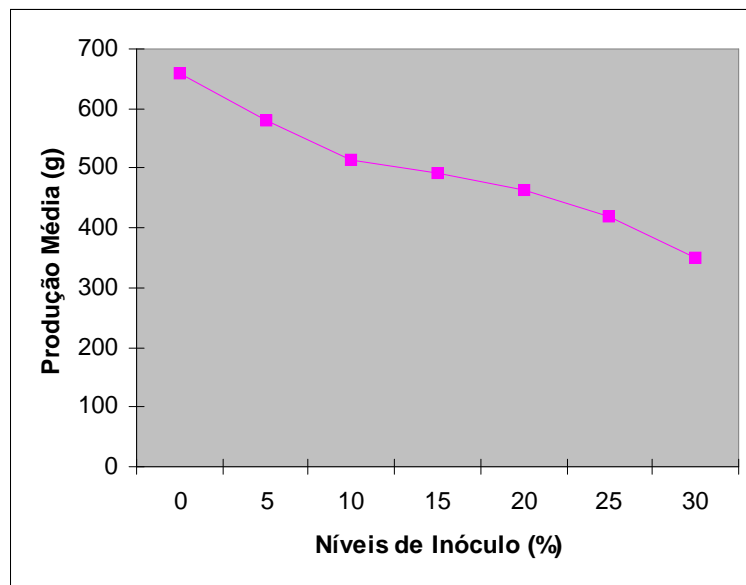


Figura 15 – Produtividades médias, experimento “B”, nos níveis de 0 a 30% de plantas inoculadas com *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro.

Com o aumento dos níveis de inóculo inicial houve o aumento da perda de produtividade para todos os tratamentos, evidenciando assim que quanto maior a quantidade de plantas contaminadas com *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* maiores são as perdas na produção final

As perdas de produtividade média no experimento “B” em porcentagem foram de 11,8%; 21,8%; 25,3%; 29,9%; 36,6% e 46,7% para os níveis de inóculo de 5 a 30%, respectivamente (Figura 16).

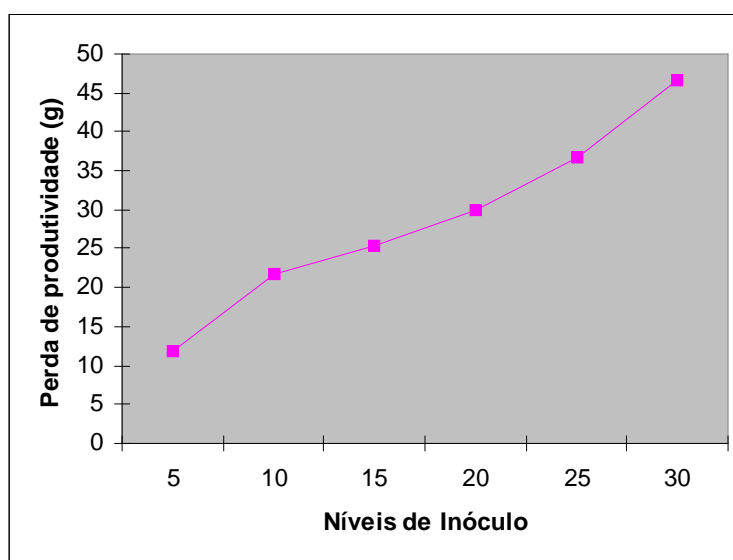


Figura 16 – Perdas de produtividade média do experimento “A” nos níveis de 5 a 30%, respectivamente, para plantas inoculadas com *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* em feijoeiro.

Os resultados da pesagem de 500 grãos para os blocos 1, bloco 2 e bloco 3 do experimento “A” estão descritos nas Tabelas 16, 17 e 18 para os níveis de inóculo 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30%, respectivamente.

Tabela 16 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 1 do experimento “A”

| Experimento de Campo "A" peso de 500 grãos. BLOCO 1 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 500 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 134,2 | 132,7 | 132,4 | 26,62 |
| 05 | 130,7 | 128,9 | 132,2 | 26,12 |
| 10 | 129,6 | 127,6 | 134,2 | 26,09 |
| 15 | 130,4 | 128,3 | 132,6 | 26,09 |
| 20 | 130,3 | 129,6 | 130,4 | 26,02 |
| 25 | 129,3 | 130,4 | 130,9 | 26,04 |
| 30 | 121,7 | 128,5 | 129,9 | 25,34 |

Tabela 17 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 2 do experimento “A”

| Experimento de Campo "A" peso de 500 grãos. BLOCO 2 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 500 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 135,9 | 130,6 | 133,9 | 26,69 |
| 05 | 133,3 | 132,2 | 131,7 | 26,48 |
| 10 | 132,6 | 133,4 | 131,4 | 26,49 |
| 15 | 132,9 | 133,9 | 130,2 | 26,47 |
| 20 | 135,7 | 127,7 | 128,1 | 26,10 |
| 25 | 128,2 | 129,9 | 130,6 | 25,91 |
| 30 | 127,8 | 129,4 | 130,7 | 25,86 |

Tabela 18 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inoculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 3 do experimento “A”

| Experimento de Campo "A" peso de 500 grãos. BLOCO 3 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 500 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 139,5 | 139,2 | 139,7 | 27,89 |
| 05 | 137,9 | 133,9 | 133,2 | 27,00 |
| 10 | 134,4 | 131,3 | 132,7 | 26,56 |
| 15 | 132,6 | 132,5 | 132,8 | 26,53 |
| 20 | 130,8 | 130,3 | 126,4 | 25,83 |
| 25 | 127 | 128,5 | 123,6 | 25,27 |
| 30 | 122,2 | 126,2 | 122,2 | 24,71 |

Os resultados da pesagem de 300 grãos para os blocos 1, bloco 2 e bloco 3 do experimento “B” estão descritos nas Tabelas 19, 20 e 21 para os níveis de inóculo 0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30%, respectivamente.

Tabela 19 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 1 do experimento “B”

| Experimento de Campo "B" peso de 300 grãos. BLOCO 1 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 300 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 65,3 | 69,4 | 66,9 | 22,40 |
| 05 | 65,2 | 65,3 | 67,1 | 21,95 |
| 10 | 64,4 | 66,4 | 64,9 | 21,75 |
| 15 | 65,3 | 64,2 | 66,2 | 21,74 |
| 20 | 65,7 | 63,8 | 65,4 | 21,66 |
| 25 | 61,4 | 60,7 | 62,7 | 20,53 |
| 30 | 61,9 | 61,9 | 60,2 | 20,44 |

Tabela 20 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 2 do experimento “B”

| Experimento de Campo "B" peso de 300 grãos. BLOCO 2 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 300 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 65,5 | 66,8 | 67,5 | 22,20 |
| 05 | 65,8 | 65,9 | 66,6 | 22,04 |
| 10 | 66,8 | 64,3 | 65,3 | 21,82 |
| 15 | 64,0 | 65,5 | 66,0 | 21,72 |
| 20 | 64,6 | 64,9 | 65,3 | 21,64 |
| 25 | 63,6 | 63,7 | 63,3 | 21,18 |
| 30 | 62,9 | 63,0 | 61,3 | 20,80 |

Tabela 21 – Peso de 500 grãos e peso de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, do bloco 3 do experimento “B”

| Experimento de Campo "B" peso de 300 grãos. BLOCO 3 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|-------------------|
| Níveis de inóculo (%) | Pesagem de 300 Grãos(g) | | | Peso de 100 grãos |
| 00 | 70,1 | 70,8 | 73,4 | 23,80 |
| 05 | 67,8 | 70,5 | 72,0 | 23,35 |
| 10 | 67,7 | 67,7 | 67,7 | 22,55 |
| 15 | 64,9 | 66,2 | 66,2 | 21,92 |
| 20 | 64,8 | 65,9 | 64,5 | 21,68 |
| 25 | 64,7 | 64,1 | 65,8 | 21,63 |
| 30 | 65,2 | 64,1 | 65,5 | 21,64 |

Os resultados médios dos blocos para o experimento “A” em relação ao peso de 100 grãos foram para 0 a 30%, foram os descritos na Tabela – 22.

Tabela 22 – Pesos médios de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* por bloco e pesos médios para o experimento “A”

| Experimento de Campo "A" peso de 100 grãos. | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-----------|------------|
| Níveis de inóculo (%) | Peso médio de 100 Grãos (g) | | | MÉDIA (g) | Perdas (%) |
| 0 | 26,62 | 26,69 | 27,89 | 27,07 a* | 0,0 |
| 5 | 26,12 | 26,48 | 27,00 | 26,53 ab | 2,0 |
| 10 | 26,09 | 26,49 | 26,56 | 26,38 abc | 2,5 |
| 15 | 26,09 | 26,47 | 26,53 | 26,36 abc | 2,6 |
| 20 | 26,02 | 26,10 | 25,83 | 25,98 abc | 4,0 |
| 25 | 26,04 | 25,91 | 25,27 | 25,74 bc | 4,9 |
| 30 | 25,34 | 25,86 | 24,71 | 25,30 c | 6,5 |

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

Tabela 23 – Pesos médios de 100 grãos de feijão, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* por bloco e pesos médios para o experimento “B”

| Experimento de Campo "B" peso de 100 grãos. | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-----------|------------|
| Níveis de inóculo (%) | Peso médio de 100 Grãos (g) | | | MÉDIA (g) | Perdas (%) |
| 0 | 22,40 | 22,20 | 23,80 | 22,80 a* | 0,0 |
| 5 | 21,95 | 22,04 | 23,35 | 22,45 ab | 1,5 |
| 10 | 21,75 | 21,82 | 22,55 | 22,04 ab | 3,3 |
| 15 | 21,74 | 21,72 | 21,92 | 21,79 ab | 4,4 |
| 20 | 21,66 | 21,64 | 21,68 | 21,66 ab | 5,0 |
| 25 | 20,53 | 21,18 | 21,63 | 21,11b | 7,4 |
| 30 | 20,44 | 20,80 | 21,64 | 20,96 b | 8,1 |

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

Os resultados para o experimento “B” para o peso de 100 grãos em média para os três blocos foram para os níveis de inóculo de 5% a 30% (Tabela 23). À medida que

se aumentou o nível de inóculo para o experimento “B”, houve o aumento na perda de peso analisado e medido em nível do peso de 100 grãos. Concordando com o experimento “A”, com nível de inóculo acima de 25% a perda em tamanho e densidade dos grãos foram significativas, quando comparadas com o controle.

As perdas por aborto de grãos dentro das vagens no experimento “A” atingiu 17,2% para o nível de inóculo de 30% (Tabela 24). Para o experimento “B” as perdas devido ao aborto de grãos chegaram a 38,6% para o nível de 30 % (Tabela 25), sendo este valor mais que o dobro em relação ao experimento “A”.

Tabela 24 – Fatores que compõe a perda de produtividade em plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, no experimento “A”

| Níveis de Inóculo (%) | Perda de produtividade (%) | Perda de peso das sementes * (%) | Perda por aborto de sementes (%) |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 05 | 4,4 | 2,0 | 2,4 |
| 10 | 9,9 | 2,5 | 7,4 |
| 15 | 10,0 | 2,6 | 7,4 |
| 20 | 11,8 | 4,0 | 7,8 |
| 25 | 16,5 | 4,9 | 11,6 |
| 30 | 23,7 | 6,5 | 17,2 |

* Perda em relação ao controle, considerando como 0% de perda.

Tabela 25 – Fatores que compõe a perda de produtividade em plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, no experimento “B”

| Níveis de Inóculo (%) | Perda de produtividade (%) | Perda de peso das sementes * (%) | Perda por aborto de sementes (%) |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 05 | 11,8 | 1,5 | 10,3 |
| 10 | 21,8 | 3,3 | 18,8 |
| 15 | 25,3 | 4,4 | 20,9 |
| 20 | 29,9 | 5,0 | 24,9 |
| 25 | 36,6 | 7,4 | 29,2 |
| 30 | 46,7 | 8,1 | 38,6 |

* Perda em relação ao controle, considerando como 0% de perda.

Com isso os fatores que compõem a perda de produtividade são as perdas em relação ao peso dos grãos, que são menores à medida que se aumenta o número de plantas contaminadas, e a perda por aborto de grãos dentro da vagem, sendo este responsável pela maior parte da perda. A perda devido à murcha de *Curtobacterium* poderia ser descrita de uma forma simplificada como:

$$\text{PERDA DE PRODUTIVIDADE} = \text{PERDA NO PESO DOS GRÃOS} + \text{PERDA POR ABORTO DE GRÃOS.}$$

Tabela 26 – Produtividades dos experimentos “A” e “B” com plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* convertidos para 1,0 hectare.

| Níveis (%) | Produtividade média no experimento (kg/ha) | | Convertida (sc/ha) | |
|------------|--------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Experimento "A" | Experimento "B" | Experimento "A" | Experimento "B" |
| 00 | 4680 | 2634 | 78 | 43,9 |
| 05 | 4476 | 2322 | 74,6 | 38,7 |
| 10 | 4218 | 2064 | 70,3 | 34,4 |
| 15 | 4212 | 1968 | 70,2 | 32,8 |
| 20 | 4128 | 1848 | 68,8 | 30,8 |
| 25 | 3906 | 1674 | 65,1 | 27,9 |
| 30 | 3570 | 1404 | 59,5 | 23,4 |

Com uma conversão dos dados em relação à produtividade medida em cada experimento de campo obteve-se, após conversão para uma área de 1,0 hectare para os experimentos “A” e “B” os valores de rendimentos para os níveis de inóculo de 0 a 30% convertidos para sacas de 60kg (Tabela 26).

As perdas relativas à produtividade em sacas por hectare (sc/ha) para o experimento “A” chegaram a 23,7% para o nível inóculo 30%. Para o experimento “B” as perdas foram, para o mesmo nível de inóculo da ordem de 46,7% (Tabela 27).

Tabela 27 – Perdas na produtividade dos experimentos “A” e “B” com plantas de feijoeiro, em diferentes níveis de inóculo de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* convertidos para 1,0 hectare

| Níveis (%) | Experimento "A" | | Experimento "B" | |
|------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------|
| | Rendimento (sc */ha) | Perdas (sc/ha) | Rendimento (sc/ha) | Perdas (sc/ha) |
| 00 | 78 | - | 43,9 | - |
| 05 | 74,6 | 3,4 | 38,7 | 5,2 |
| 10 | 70,3 | 7,7 | 34,4 | 9,5 |
| 15 | 70,2 | 7,8 | 32,8 | 11,1 |
| 20 | 68,8 | 9,2 | 30,8 | 13,1 |
| 25 | 65,1 | 12,9 | 27,9 | 16 |
| 30 | 59,5 | 18,5 | 23,4 | 20,5 |

* Sacas de 60 kg.

3.2 - Levantamento da ocorrência de murcha do feijoeiro na região do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais.

O resultados das visitas nas regiões do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais foram surpreendentes, pois em 100% das propriedades visitadas foi constatada a presença da murcha de *Curtobacterium* e, em algumas situações, mesmo após uma confirmação realizada em laboratório na Universidade de Brasília, ainda havia produtores e técnicos que afirmavam com convicção que era ocorrência de *Fusarium*, ou que o mesmo não poderia ser ataque de bactéria, principalmente pela falta de informação e/ou conhecimento. Os níveis variaram muito desde, a presença de algumas plantas dentro do campo, como a ocorrência de quase 100% das lavouras com sintomas típicos da bacteriose . Foi realizado um acompanhamento mais cuidadoso de três propriedades que se mostraram com uma alta incidência da doença. Uma situada na região do PAD – DF (A), uma no município de Cabeceiras –GO (B) e a outra no

município da Serra Bonita em Goiás (C), sendo em todas a exploração da cultura do feijoeiro realizada sob pivô central. Sendo que na propriedade B foi avaliado também o cultivo de sequeiro.

Na propriedade “A” com o plantio da cultivar Pérola, não havia a ocorrência de sintomas típicos de murcha, mas sim a presença de sintomas de queima de bordas, que geralmente ocorre nos estádios iniciais. A cultura já estava em R8 (enchimento de grãos), plantas com tamanho bem menor que o normal, mostrando um amarelecimento com uma grande quantidade de vagens com grãos mal formados e presença de “vagens com vento”, conforme descrição do produtor para as vagens com grãos abortados, diminuindo assim o rendimento de grãos por vagem. Em uma visão geral do campo, aproximadamente 80% das plantas apresentavam esses sintomas. A confirmação foi realizada com o isolamento da bactéria de plantas com e sem sintomas, em meio nutritivo 523, que mostrou uma grande quantidade de bactéria no sistema vascular das plantas, tanto nas plantas com sintomas quanto nas que não apresentavam nenhum sintoma. Isto evidenciou que a bactéria pode estar presente no interior da planta, sem que esta apresente sintomas visíveis.

O rendimento final para a cultura da propriedade A foi extremamente baixo, a produtividade foi de apenas 1280 kg, ou seja, 16 sacas por hectare, não sendo capaz nem mesmo de cobrir o custo de produção. O produto foi comercializado a R\$ 85,00 a saca, gerando assim uma receita bruta de R\$ 1360,00, o custo gira em torno de aproximadamente R\$ 2300,00 (em anexo) o que significa um prejuízo de R\$ 940,00 por hectare sendo o prejuízo total de R\$ - 47.000,00 para toda a área de cultivo, que foi de 50 hectares. A perda em produtividade foi de aproximadamente 34 sacas/ha sendo que a produção esperada, geralmente alcançada em condições normais pelo produtor, era de 3000 kg/ha (50 sacas).

Na propriedade “B”, no município de Cabeceiras de Goiás, foram observados os cultivos de feijão em três pivôs centrais de 110 ha cada um, cultivados simultaneamente. Os sintomas observados foram típicos de murcha de *Curtobacterium*. A ocorrência da doença atingiu aproximadamente 70% das plantas da área de cultivo, causada provavelmente pela utilização de grãos contaminados como sementes. As plantas apresentavam o estágio fenológico R7/R8 (início do enchimento de grãos na vagem). A produtividade média dos três pivôs foi de 1140 Kg por hectare, ou seja, 19 sacas. Relatos do produtor e dos profissionais e técnicos da fazenda, um prejuízo de produtividade de 31 sacas/ha, sendo a produção média esperada era de aproximadamente 3000 Kg/ha (50 sacas), embora em anos anteriores já foi alcançada produtividade de 72 sacas por hectare nesta mesma área. Além dos prejuízos na perda de produtividade no momento da venda do produto, por sua apresentação “defeituosa” como grãos pequenos, mal formados, escurecidos, gerando assim um grão de baixa qualidade, ocasionando assim um deságio de R\$ 20,00 por saca, sendo que o produto estava sendo negociado a R\$ 85,00 a saca o preço recebido por esses grãos foi de R\$ 60,00. Após estas perdas de produtividade e depreciação pela má qualidade do grão o prejuízo do produtor não foi capaz nem mesmo de cobrir seus custos de produção, pois o rendimento bruto por hectare foi de R\$ 1140,00 com os custos de aproximadamente de R\$ - 2300,00 (em anexo) ocasionando assim um prejuízo de R\$ 1160,00 por hectare totalizando um prejuízo de R\$ 382.800,00 em toda a área de cultivo irrigado (330 hectares). Na mesma propriedade no cultivo sequeiro, foram utilizados, como sementes, grãos de mesma origem dos cultivos irrigados.

O rendimento foi de 1200 kg/ha, ou seja, 20 sacas por hectare gerando assim uma perda em produtividade em relação à produtividade esperada de 25 sacas, sendo adotada como produtividade média esperada pelo próprio produtor e técnicos da

propriedade de 2700 kg (45 sacas). O grão foi comercializado a R\$ 80,00 a saca gerando assim um rendimento bruto de R\$ 1600,00 por hectare, não sendo capaz de cobrir os custos, descritos pelo próprio produtor sendo de aproximadamente R\$ 1800,00 com isso um prejuízo de R\$ 200,00 por hectare totalizando um prejuízo total de R\$ 260.000,00 em toda a área plantada (1.300 hectares).

Na propriedade “C” os sintomas foram diagnosticados como sendo causados por *Fusarium oxysporum*, agente causal da murcha de fusário, sendo que este diagnóstico não condiz com a realidade que ocorreu na área, sendo confirmado em laboratório como sendo causados por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* após isolamento em meio nutritivo 523.

Os sintomas eram de amarelecimento, plantas murchas e a ocorrência de “clareiras” dentro do campo devido à murcha total de algumas plantas. Foi utilizado como sementes, grãos da cultivar Pérola, provenientes da região de Buritis – MG causa provável da introdução do patógeno na área. Os cultivos anteriores foram de milho, sendo antes utilizada como pasto, com pastagem de *Brachiaria* sp. A produtividade foi de 1260 kg por hectare, ou seja, 21 sacas/ha com uma perda de produtividade de 14 sacas/há, tendo em vista a produtividade esperada pelo produtor de 2100 kg por hectare. O grão foi comercializado a R\$ 65,00 a saca com um rendimento bruto por hectare R\$ 1365,00, não sendo capaz de cobrir os custos de produção descritos pelo produtor de aproximadamente R\$ - 1600,00 por hectare. A perda foi de R\$ 235,00 por hectare, totalizando um prejuízo final de R\$ 4700,00 nos 20 ha cultivados.

Tabela 28 – Perdas na produtividade, por hectare, de feijão cultivar Pérola em propriedades do DF, GO e MG.

| Propriedade | Rendimento (sc/ha) | Perda* (sc **/ha) | Perda (%) |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| “A” (COOPA - DF) | 16 | 34 | 68 |
| “B” Irrigado (Cabeceiras - GO) | 19 | 31 | 62 |
| “B” Sequeiro (Cabeceiras - GO) | 20 | 25 | 55,6 |
| “C” (Serra Bonita - MG) | 21 | 14 | 40 |

* Valor em relação à produtividade estimada 50 sacas/ha para cultivo irrigado e 45 sacas/ha para sequeiro. ** Sacas de 60kg.

As perdas de produtividade, para 1,0 hectare, geradas devido à murcha de *Curtobacterium* na propriedade “A”, propriedade “B” no cultivo irrigado, propriedade “B” no cultivo de sequeiro e na propriedade “C” estão descritos na Tabela 28.

As perdas observadas nas três propriedades devido à murcha do feijoeiro mostram a alta capacidade que esta doença possui em causar danos, gerando assim grandes perdas na produção final da cultura do feijoeiro.

3.3 - Avaliação de sementes provenientes de campo contaminado com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*

A emergência avaliada após oito dias do plantio, foi de 57 plantas de 100 grãos plantados, ou seja, 57% para o tratamento denominado como “B1” e de 47 plantas de 100 grãos plantados para o tratamento denominado “B2”, ou seja, 47%. A emergência do controle foi de 70%.

Nas avaliações foram observados sintomas de flacidez de folíolos, queima de borda das folhas e plantas murchas, desde a primeira avaliação (Tabela 29 e 30).

Tabela 29 – Quantidade de plantas que manifestaram sintomas causados por *Curtobacterium* em plantas de feijoeiro, em casa de vegetação para o experimento “B1**”.

| Avaliação * | Flacidez de folíolo | Queima de borda | Plantas murchas | Total |
|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 01 | 05 | 06 | 01 | 12 |
| 02 | - | 06 | 01 | 07 |
| 03 | - | 07 | 01 | 08 |
| 04 | 01 | 07 | - | 08 |
| 05 | 02 | - | 07 | 09 |
| 06 | - | - | 09 | 09 |
| 07 | - | 06 | 33 | 39 |
| 08 | - | - | 46 | 46 |

* Realizada semanalmente.

** Sementes provenientes de campo contaminado.

Tabela 29 – Quantidade de plantas que manifestaram sintomas causados por *Curtobacterium* em plantas de feijoeiro, em casa de vegetação para o experimento “B2**”.

| Avaliação * | Flacidez de folíolo | Queima de borda | Plantas murchas | Total |
|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 01 | 03 | 05 | 00 | 08 |
| 02 | 03 | 05 | 01 | 09 |
| 03 | - | 05 | 01 | 06 |
| 04 | 02 | 05 | - | 07 |
| 05 | 03 | 02 | 02 | 07 |
| 06 | - | 02 | 04 | 06 |
| 07 | - | 02 | 32 | 34 |
| 08 | - | - | 36 | 36 |

* Realizada semanalmente

** Sementes provenientes de campo contaminado

Os sintomas da murcha do feijoeiro foram observados desde a primeira avaliação, mas após a floração, que ocorreu aos 40 dias após a emergência, houve um avanço muito rápido no aparecimento dos sintomas (Figura 17).

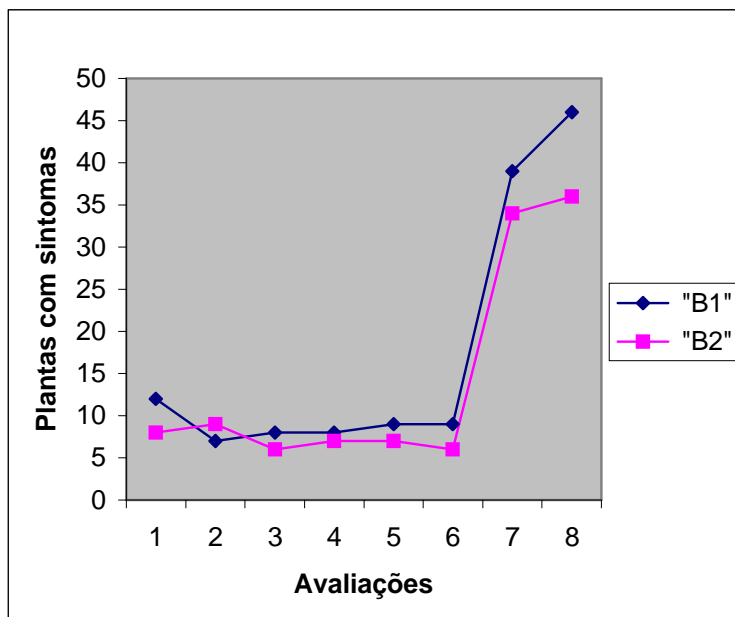


Figura 17 - Evolução dos sintomas causados por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* ao longo do tempo (semanas).

A floração, em relação ao descrito para a cultivar Pérola, ocorreu seis dias antes, evidenciando assim o adiantamento de ciclo das plantas infectadas, sendo que este fato não foi observado nas plantas do controle (sadio).

Ao final das avaliações para o “B1” foi observado um total de plantas apresentando sintomas de murcha de *Curtobacterium* de 46 plantas para 57 plantas que emergiram, perfazendo 80,7% das plantas com sintomas. Para o “B2”, o total de plantas que apresentou sintomas foi de 36 plantas para 47 plantas avaliadas após a emergência, ou seja, um total de 76,6% de plantas com sintomas. Além da grande maioria das plantas apresentando sintomas de murcha, observou-se uma emergência muito baixa, evidenciando assim uma grande perda de vigor das sementes ocasionada pela presença da bactéria, considerando que em testes preliminares de germinação para este lote de sementes, houve 100% de germinação.

3.4 - Avaliação de viabilidade e persistência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* no solo

Nas avaliações da presença e persistência de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em solo coletado de um campo contaminado, no município de Cabeceiras de Goiás, sementes foram plantadas mensalmente de fevereiro a novembro de 2006, nos dias 02/02/2005, 02/03/2005, 02/04/2005, 02/05/2005, 02/06/2005, 02/07/2005, 02/08/2005, 02/09/2005, 02/10/2005 e 02/11/2005. Foram com isso avaliados 10 plantios, durante um período de 10 meses após a coleta do solo diretamente do campo.

No primeiro plantio, em fevereiro, os sintomas de queima de bordas das folhas apareceram aos 15 dias após a emergência, logo após o ferimento nas raízes das plantas realizado aos 10 dias após a emergência. Este fato ocorreu para todos os nove plantios subsequentes aparecendo tais sintomas como um indicativo da entrada da bactéria via ferimento no sistema radicular das plantas.

Os sintomas de queima de bordas e ponta das folhas apareceram de maneira “discreta”, como manchas amareladas nos bordos das folhas evoluindo para a queima. No decorrer do desenvolvimento das plantas, este sintoma não era observado nos “novos trifólios”, com isso sendo mascarado tais sintomas no decorrer do desenvolvimento vegetativo das plantas, em todos os 10 plantios observados.

Em comparação ao controle sadio, constituído de plantas cultivadas em solo não contaminado nos 10 tratamentos analisados, foi possível observar um desenvolvimento menos acentuado, com plantas menores e menos vigorosas.

Após todo o período de avaliação realizado aos 60 dias após a emergência das plantas, em todos os 10 tratamentos avaliados, houveram plantas com sintomas típicos da murcha do feijoeiro (Figura 18) evidenciando que mesmo após 10 meses a bactéria estava presente no solo de maneira viável e capaz de infectar as plantas do feijoeiro.

DISCUSSÃO

Mesmo em baixos níveis de inóculo inicial foi constatada a perda de produção devido à murcha do feijoeiro, sendo que esta perda foi cada vez maior à medida que se aumentou o nível de inóculo. Mesmo em baixos índices de inóculo inicial já houve um reflexo negativo de perda de tamanho e densidade dos grãos ocasionando assim um menor peso. Acima de 25% de inóculo a perda de tamanho e densidade, já se torna estatisticamente significativa, quando comparada ao controle.

Para o experimento “A” após 20 % de inóculo inicial já temos uma diferença estatística significativa, quando comparada ao controle. Para o experimento “B” mesmo em 10 % e inóculo inicial já houve diferença estatística, quando comparado ao controle (Tukey 0,05). Isto mostra que mesmo em baixos níveis de inóculo, já é possível ter perdas significativas ocasionadas pela doença.

As perdas na produção dos experimentos “A” e “B” foram ocasionadas pela perda no peso de 100 sementes e pelas perdas relativas ao aborto de grãos, não havendo queda de flores, perda no número de vagens por planta, ou quaisquer outras alterações fisiológicas visíveis capazes de ocasionar perdas na produção. O principal fator que contribuiu para perdas foi o aborto de grãos, ocasionados pela presença da bactéria no sistema vascular da planta dificultando assim a translocação de nutrientes e água para o processo de enchimento dos grãos.

Com os resultados referentes aos experimentos “A” e “B” é possível observar que as perdas ocasionadas pela murcha do feijoeiro (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) podem variar devido a época de plantio, situações climáticas bem como pela fertilidade do solo. Os rendimentos do experimento “A” foram maiores em relação ao “B”, os resultados da análise de solo das áreas dos experimentos (em anexo), concordam com o descrito em literatura (Fancelli & Dourado Neto, 2000; Araújo *et al.*, 1996;Ciro & Marubayashi, 1994) como sendo os maiores rendimentos em solo de maior fertilidade, o que concorda com os resultados obtidos com o experimento “A” sendo superior ao experimento “B”. Com base nessas observações, pode-se supor que uma adubação equilibrada pode, em parte, reduzir os danos causados pela bactéria.

O aparecimento dos sintomas da murcha-de-Curtobacterium está ligado a condições de estresse da planta como déficit hídrico, desbalanço nutricional, altas temperaturas, fito toxidez devido à aplicação de produtos químicos (agrotóxicos), bem como quaisquer outros fatores que possam causar situações adversas ao bom desenvolvimento das plantas do feijoeiro. Em relação ao déficit hídrico este fato pode ser explicado pela redução no metabolismo, provavelmente o mais importante, tendo como consequência uma redução na síntese de fitoalexinas e desativação dos mecanismos de defesa da planta. Outros sintomas observados foram mudanças da coloração, com um escurecimento o tegumento da semente, escurecimento do halo, diminuição no tamanho e peso das sementes, provocando além das perdas de produção já descritas, uma perda devido à má apresentação visual do produto, não havendo uma boa aceitação no mercado e diminuindo o seu valor de comercialização.

A evolução dos sintomas da doença como descrito na figura 17 (pág 61), segue um padrão, com poucas plantas evidenciando sintomas visíveis até o momento do início do enchimento de grãos (R7/R8), sendo que a bactéria está presente no sistema vascular

desde a germinação. Podendo ocorrer plantas que não demonstram sintomas visíveis da doença, gerando assim plantas assintomáticas.

O aparecimento dos sintomas da bacteriose, desta forma, pode levar a uma interpretação errônea que a doença ocorre nesta fase do ciclo da cultura. Havendo, com isso, a aplicação de produtos químicos nessa fase, como tentativa, para controlar a doença. Esta prática, com a aplicação de produtos químicos, não é recomendada, pois nesta fase temos o aparecimento dos sintomas e não a “entrada” do patógeno. Outro fato é que a bactéria se encontra dentro do sistema vascular da planta, local onde a molécula química utilizada, não alcança. Na maioria das vezes são utilizados produtos cúpricos, não atingindo assim o “alvo” desejado, não tendo efeito no controle da doença.

A doença foi primeiramente relatada, no Brasil, no estado de São Paulo (Maringoni e Rosa, 1997), na região Centro-Oeste no ano de 2002, foi identificada no município de Cristalina-GO (Uesugi, *et al.*, 2002) sendo que, nos campos observados, a quantidade de plantas com sintomas era relativamente pequena.

A doença poderia estar ocorrendo há mais tempo e estar sendo confundida. Este fato, pode ser a causa desta diferença de 5 anos do aparecimento da doença em SP até o aparecimento em Goiás e Distrito Federal. A doença vem se disseminando de maneira muito rápida, mesmo após tão pouco tempo do primeiro relato de sua ocorrência, já se observa graves danos causados pela doença, gerando perdas significativas em lavouras de cultivo comercial do feijoeiro em GO e no DF.

Esta disseminação tão rápida, provavelmente, é devido à ausência de conhecimento da ocorrência da doença, e dos seus danos potenciais, aliado ao uso de grãos (como semente) na introdução da cultura. Sendo que a principal forma de disseminação, e introdução da bactéria em novos campos, é devido a sementes contaminadas com o patógeno.

A persistência da bactéria no solo em clima tropical é um fato que, ainda, necessita de estudos mais aprofundados. Mas sua persistência, provavelmente, será maior que em condições de clima temperado, onde permanece viável durante dois invernos, pois se torna muito resistente em condições de seca. Podendo permanecer até por 24 anos viável, em sementes mantidas em laboratório. Durante o período de 10 meses a bactéria permaneceu viável, em nossas condições, sendo capaz de reproduzir sintomas em plantas de feijoeiro.

Não são conhecidos os fatores de sua permanência no solo, em relação à habilidade saprofítica, sendo que sua permanência no solo, talvez possa ser realizada desta forma. Algumas bactérias podem apresentar cápsulas e camadas mucilaginosas envolvendo a parede celular, que nem sempre é detectável. A substância capsular protege as bactérias de condições adversas do ambiente. Sugerindo que esta estratégia, pode ser utilizada, pela bactéria (*C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) para sua manutenção e viabilidade no solo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados é possível afirmar que a murcha de *Curtobacterium* pode causar perdas significativas de produtividade na cultura de feijão. Em relação aos níveis de inóculo após 10 % de plantas inoculadas, já foi observado perdas estatisticamente significativas em relação ao controle.

Está largamente disseminada na região do Distrito Federal e entorno, encontrando-se ainda "mal diagnosticada" ainda havendo produtores e técnicos que, por falta de informação, afirmam com convicção tratar-se murcha de *Fusarium*.

A bactéria é capaz de persistir no solo e em restos de cultura, mantendo-se viável e podendo infectar e causar sintomas em plantas de feijoeiro, por pelo menos dez meses.

ANEXO

Custo de produção de 1 hectare de feijão irrigado, com alta tecnologia, em duas situações de manejos, em Unaí, MG, na safra 2004.

| Componente | Manejo predominante (modal) | | Manejo melhorado (indicado) | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| | Custo (R\$/ha) | Participação (%) | Custo (R\$/ha) | Participação (%) |
| Preparo da área | 160,50 | 6,90 | 115,50 | 4,48 |
| Semente/Tratamento | 224,00 | 9,63 | 374,50 | 14,54 |
| Plantio/Adubação | 435,00 | 18,70 | 425,00 | 16,50 |
| Tratos culturais | 1.016,00 | 43,68 | 1.125,74 | 43,70 |
| Colheita | 294,35 | 12,65 | 297,10 | 11,53 |
| Outros custos | 134,21 | 5,77 | 169,37 | 6,57 |
| Custos de comercialização | 62,10 | 2,67 | 69,00 | 2,68 |
| Custo total | 2.326,16 | 100,00 | 2.576,21 | 100,00 |

Fonte: SILVA et al., (2004). Sistemas de Produção, No. 5 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Dezembro/2005

ANEXO

RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO TIPO: *Química Básica*

Interessado: Reinaldo José de Miranda Filho
Propriedade: Estação Experimental de Biologia da UNB
Município: Brasília - DF
Data do recebimento da amostra: 23 / 02 / 06
Data da coleta: 23 / 02 / 06
Responsável pela coleta: **O Interessado**
Código da Hidrosolo: 39
Amostra (N.º): **A (Experimento Campo A)**

| PARÂMETRO | RESULTADO |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| pH em água (1:2,5) | 5,6 |
| pH em CaCl ₂ 0,01M | 4,6 |
| MO (g/ dm ³) | 28 |
| Fósforo Extraível (mg / dm ³) | 3,2 |
| Potássio Extraível (c mol _C /dm ³) | 0,07 |
| Cálcio Extraível(c mol _C /dm ³) | 3,0 |
| Magnésio Extraível (c mol _C /dm ³) | 1,3 |
| Alumínio Trocável (c mol _C /dm ³) | 0,0 |
| Acidez Potencial (c mol _C /dm ³) | 4,7 |
| Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (c mol _C /dm ³) | 4,4 |
| Capacidade de Troca Catiônica Total (c mol _C /dm ³) | 9,1 |
| Saturação de Base (% V) | 48 |

OBS: Estes resultados refletem exclusivamente as características da amostra coletada e enviada ao laboratório pelo cliente.

Formosa, 03 de Março de 2006.
"Terra Analisada, Safra Garantida"
"16 Anos a Serviço da Química Agrícola e Ambiental."

ANEXO

RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO TIPO: *Química Básica*

Interessado: Reinaldo José de Miranda Filho
Propriedade: Estação Experimental de Biologia da UNB
Município: Brasília - DF
Data do recebimento da amostra: 23 / 02 / 06
Data da coleta: 23 / 02 / 06
Responsável pela coleta: **O Interessado**
Código da Hidrosolo: 40
Amostra (N.º): **B (Experimento Campo B)**

| PARÂMETRO | RESULTADO |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| pH em água (1:2,5) | 5,2 |
| pH em CaCl ₂ 0,01M | 4,2 |
| MO (g/ dm ³) | 27 |
| Fósforo Extraível (mg / dm ³) | 2,1 |
| Potássio Extraível (c mol _C /dm ³) | 0,05 |
| Cálcio Extraível(c mol _C /dm ³) | 2,2 |
| Magnésio Extraível (c mol _C /dm ³) | 0,9 |
| Alumínio Trocável (c mol _C /dm ³) | 0,1 |
| Acidez Potencial (c mol _C /dm ³) | 5,9 |
| Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (c mol _C /dm ³) | 3,2 |
| Capacidade de Troca Catiônica Total (c mol _C /dm ³) | 9,0 |
| Saturação de Base (% V) | 35 |

OBS: Estes resultados refletem exclusivamente as características da amostra coletada e enviada ao laboratório pelo cliente.

Formosa, 03 de Março de 2006.
"Terra Analisada, Safra Garantida"
"16 Anos a Serviço da Química Agrícola e Ambiental."

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. R., BURWELL, R. E., VOORHEES, W. B.; LARSON, W. E. Aggregate size distribution in the row zone of tillage experiments. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v. 29 p.645-650.

ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba –SP: POTAFOS, 1996.

BAKER, K. F.; SMITH, S. H. Dynamics of seed transmission of plant pathogens. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 4 p 311-334, 1966.

BORÉM, A. & CARNEIRO, J.E.S. A cultura. *In*: Vieira, C., Paula Júnior, T. J., Borém, A. (Ed.) Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa. UFV. 1998.

BRADBURY, J.F. Guide to plant pathogenic bacteria. Ferry Lane C.A.B. International Mycological Institute, 1986

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365p.

CAIXETA, T, J. Irrigação do feijoeiro. Informe Agropecuário, v.4, n.46, p.36-40, 1978.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Diversidad genética de las especies cultivadas del género *Phaseolus*, Cali, 1980. 52p

CIRO, A. R. MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor de seu feijoeiro. Arquivo do Agrônomo N° 7. Dezembro, 1994.

COELHO, M. V. S. GUIMARÃES, P. M. MARQUES A. S. A. MARTINS O. M. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. Murcha bacteriana do feijoeiro e da soja: Alto risco de disseminação no Brasil. Comunicado técnico 117. ISSN 9192-0099. Dezembro, 2004.

COSAVE – COMITE DE SANIDADE VEGETAL DEL CONO SUR. Plagas Cuarentenarias: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, 4p.

DEBOUCK, D. G. *Phaseolus* germplasm exploration. In: GEPTS, P. (Ed.). Genetic resources of *Phaseolus* beans. Dordrecht: Kluwer, 1988. p. 3-29.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento Técnico Científico, Brasília, DF. Programa Nacional de Pesquisa de Feijão. Brasília, EMBRAPA – DID, 1981. 117p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Produção de feijão – Guaíba: Agropecuária, 2000. 385p.

GAMERO, C. A., BENEZ, S. H., FURMALI JUNIOR, J. A. Análise do consumo de combustível e da capacidade de campo de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986 p.1-9.

GEPTS, P. L.; & DEBOUCK, D. Origin, Domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SCHOONHOVEN, A. V. & VOYSEST, O. Common Beans: Research for crop improvement. C. A. B. international / CIAT, 1991. p. 7-53.

GEPTS, P. L; FERNANDEZ, F. Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*phaseolus vulgaris* L.). Cali: CIAT, 1982 10p.

HEDGES, F. A bacterial wilt of the bean caused by *Bacterium flaccumfaciens* sp. Nov. Science 55: 433-434. 1922.

HEDGES, F. Bacterial wilt of beans (*Bacterium flaccumfaciens* Hedges), including comparisons with *Bacterium phaseoli*. Phytopathology 16:1-22. 1926

KAPLAN, L. What is the origin of the common bean? Economic Botany. New York, v. 35, n° 2 p. 240-257, 1981.

KUTHCOUSKI, J., BOUZINAC, S., SEGURY, L. Preparo do solo. In: ZIMERMANN, M. J. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p249-259.

LORENZI, H. J. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. Nova Odessa: Ed Plantarum, 1994. 336p.

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. Alterações nos teores de macronutrientes em plantas de feijoeiro infectadas por *Curtobacterium flaccumfaciens* PV. *flaccumfaciens*. Ciênc. agrotec., Lavras. V.27, n.1, p.217-222, jan./fev., 2003.

MELCHIOR, H. A Engler's syllabus der pflanzenfamilien. 12. ed. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1964. 666 p.

NEERGAARD, P. Seed pathology. London: Macmillan, 1979. v. 1, p. 715-721.

NOBLE, M. Outline of history of seed pathology. In: LATIN AMERICAN WORKSHOP ON SEED PATHOLOGY, 1. 1979, Londrina, PR. Seed pathology, problems and progress: proceedings. Londrina: IAPAR, 1979. p 3-17.

OLIVEIRA, S. H. F. Doenças do feijoeiro. Guia de identificação fenologia e controle. Instituto Biológico. São Paulo, SP 1999. 58p.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2º Ed. Brasília: [S. N.], 1985. 289p.

ROMEIRO, R. S. Bactérias Fitopatogênicas. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 283p.

SAETTLER, A. W. Diseases caused by bacteria. In: hall, R (Ed). Compendium of bean diseases. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1991. p. 29-32.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. ISBN 85-7437-009-6. CD. 2002.

SHERF, A. F., MACNAB A. A. Vegetable diseases and their control. 2 Ed. New York: Jonh Wiley & Sons, 1986. p 29-32.

UESUGI, C. H., FREITAS, M.A., MENEZES, J. R., ABADIO, A. K. R., PINHO, D. S. & ARAÚJO, G.J.P. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv *flaccumfaciens* em feijoeiro na região do Distrito Federal. Fitopatologia Brasileira. v. 27. 2002

WILDNER, L. P. Manejo do solo para a cultura do feijão: Principais características e recomendações técnicas. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA S. A. A cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p. 83-114.

VENETTE, J. R., LAMPRA, R.S., GROSS, P.L. First report of bean bacterial wilt caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in North Dakota. Plant Disease 79: 966. 1995

VIEIRA, C. Período crítico de competição entre ervas daninhas e a cultura do feijão. Revista Ceres, v. 17, n. 94, p. 354 – 371, 1970.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. Sementes de feijão: Produção e tecnologia – Santo Antonio de Goiás EMBRAPA arroz e feijão, 2000. 270p.

YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.;YOKOYAMA, M. Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 20p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98).

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> - Acesso 24/01/2006.

<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/index.asp> - Acesso 26/01/2006.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.