

Joyce Silva Lima

Influência do sistema de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por *Begomovirus* na cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS
2008



Joyce Silva Lima

Influência do sistema de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por *Begomovirus* na cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae)

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-graduação em agronomia – área de concentração “Produção vegetal” da Universidade Federal de Alagoas para obtenção do título de Mestre em agronomia.

Orientador: Prof^o. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL
FEVEREIRO DE 2008

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Betânia Almeida dos Santos

L732i Lima, Joyce Silva.
Influência do sistema de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por *Begomovirus* na cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminoseae) / Joyce Silva Lima, 2008.
42 f. : il. tabs., grafs.

Orientadora: Gaus Silvestre de Andrade Lima.
Dissertação (mestrado em Agronomia :Produção vegetal) ó Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2009.

Bibliografia: f. [28]-38.
Anexos: f. 39-42.

1. Feijão ó Cultura. 2. *Phaseolus vulgaris*, 3. Mosaico dourado. 4. Perdas na produção. 5. *Begomovirus*. I. Título

CDU: 635.652

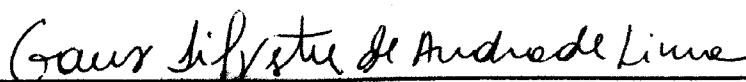
TERMO DE APROVAÇÃO

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NA INCIDÊNCIA E NAS
PERDAS OCASIONADAS POR *BEGOMOVIRUS* NA CULTURA DO
FEIJOEIRO, *PHASEOLUS VULGARIS* L. (LEGUMINOSAE)**

Joyce Silva Lima

(Matrícula: 2006M21D012S-2)

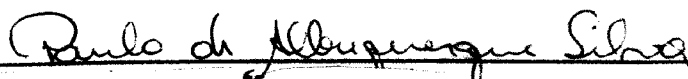
Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em 29/02/2008, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em agronomia, área de concentração em produção vegetal e proteção de plantas do programa de pós-graduação em Agronomia do centro de ciências agrárias da Universidade Federal de Alagoas.



Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

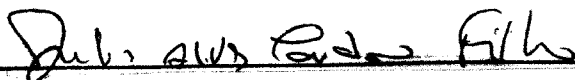
(Orientador)

Centro de ciências agrárias-UFAL



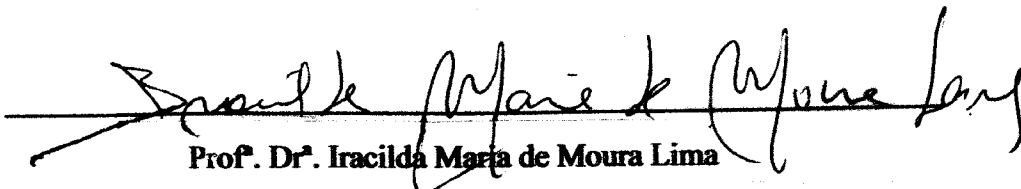
Dr. Paulo de Albuquerque Silva

EMBRAPA



Prof. Dr. Júlio Alves Cardoso Filho

Centro de Ciências agrárias-UFAL



Prof. Dr. Iracilda Maria de Moura Lima

Centro de Ciências agrárias-UFAL

A minha mãe, Josefa M. da silva Lima e ao meu irmão, Cleuson Souza Lima pela dedicação, respeito, confiança, força, suporte e amor e principalmente pela base de caráter a qual me tornaram o que sou hoje ;

Dedico

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por me guiar e dar discernimento em todos os momentos da minha vida;

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na pessoa do Coordenador do Curso de Mestrado em Agronomia;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo financiamento concedido;

Ao Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima, como pessoa e orientador e por quem tenho uma grande admiração profissional. Muito obrigada, pelos conhecimentos, confiança e principalmente pelo apoio imprescindível em todo meu crescimento acadêmico;

A Prof^ª. Dr^ª. Iraildes Pereira Assunção e ao Prof^º. Dr^º. Sami Jorge Michereff por acreditar na minha capacidade de realizar este trabalho, principalmente pelos ensinamentos, apoio e confiança creditados a mim;

Ao Prof^º Iêdo Toledo pelo auxílio nos experimentos de campo e por ter cedido a área do plantio do feijoeiro;

Aos professores que compõem o Curso de Mestrado em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, por contribuírem com minha formação profissional;

A Geraldo Lima, Secretário do Curso de Mestrado em Agronomia, por desempenhar sua função com excelência, estando sempre disposto a me ajudar nas inúmeras vezes que dele precisei;

A todos do Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL) pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório e pelos bons momentos que passamos trabalhando juntos;

Aos colegas de turma, pelo companheirismo e experiências trocadas durante a realização do Curso;

Aos amigos Velber Xavier, Marília Barros, Melka Lima e Jalves Allan Mesquita pelos bons momentos de convivência, fazendo-se sempre presentes e alegrando todos os momentos;

A Ubirajara Rodrigues de Barros por todo incentivo e carinho dedicados a mim;

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
Lista de figuras e tabelas	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura do Feijoeiro	3
2.1.1. Aspectos gerais da cultura	3
2.1.2. Importância econômica	4
2.1.3. Irrigação	5
2.2. <i>Begomovirus</i>	8
2.2.1. Transmissão	9
2.3. Plantas invasoras na cultura do feijoeiro	12
2.5. Controle de <i>Begomovirus</i> em feijoeiro	13
3. METODOLOGIA	15
3.1. Local de execução do experimento	15
3.2. Preparo da área e plantio do feijoeiro	15
3.3. Instalação dos diferentes sistemas de irrigação	16
3.4. Condições edafoclimáticas	17
3.5. Confirmação da incidência de begomovírus na área experimental	17
3.6. Influência dos diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas	

ocasionadas por begomovírus na cultura do feijoeiro	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Influência dos diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por begomovírus na cultura do feijoeiro	20
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
7. ANEXOS	39

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

		Página
Figura 1	Área experimental plantada com <i>Phaseolus vulgaris</i> sob os três tipos de irrigação.	16
Figura 2	Plantas de feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) apresentando sintomas típicos de mosaico dourado e distorção foliar ocasionadas por begomovirus.	19
Figura 3	Produtos de amplificação obtidos com a utilização de primers específicos para detecção de begomovírus. 1 kb = marcador de peso molecular (1kb DNA ladder). PH2 e PH4 = amostras de feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.); S2 = amostra de <i>Sida</i> sp.; CL1, CL2 e CL3 = amostras de <i>Cleome affinis</i> e MA2 = amostras de <i>Macroptilium lathyroides</i> .	21
Figura 4	Comparação da produção de plantas de feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) infectadas e não infectadas com begomovírus sob o sistema de gotejamento no ensaio de 2007-2008.	21

- Figura 5** Comparação da produção de plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) infectadas e não infectadas com begomovírus sob o sistema de gotejamento no ensaio de 2007-2008. **24**
- Figura 6** Condições climáticas no período do ensaio com feijoeiro irrigado, observadas em Rio Largo. Dados do posto meteorológico instalado no Centro de Ciências Agrárias. **26**
- Tabela 1** Incidência do mosaico dourado e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) sob diferentes sistemas de irrigação no período de 2006-2007. **20**
- Tabela 2** Médias mensais dos dados edafoclimáticos colhidos na subestação experimental de meteorologia, localizada no centro de ciências agrárias, no ano de 2006 a janeiro de 2008. **40**

RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa bastante consumida no Brasil por possuir nutrientes essenciais a saúde humana. A ocorrência de doenças e o manejo inadequado tem dificultado seu cultivo e afetado a qualidade desta cultura. Entre as doenças mais importantes, estão as viroses, ocasionadas por *Begomovirus*, destacando-se o *Bean golden mosaic virus* (BGMV). A alta severidade das doenças causadas por *Begomovirus*, deve-se principalmente à ausência de variedades resistentes ao patógeno e também ao aumento populacional do inseto vetor, vulgarmente denominado, “mosca-branca” (*Bemisia tabaci*). O presente projeto teve como objetivo principal avaliar a influência de diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas pelo *Bean golden mosaic virus* (BGMV) em feijoeiro. O experimento consistiu de três sistemas de irrigação (gotejamento, micro aspersão e aspersão) sobre plantas de feijão cultivadas em uma área no centro de ciências agrárias e foi avaliado durante dois anos consecutivos (outubro de 2006 a janeiro de 2007 e outubro de 2007 a janeiro de 2008). A incidência da virose foi determinada com base no número de plantas sintomáticas em relação ao total de plantas presentes em parcelas de 1 m² distribuídas aleatoriamente na área experimental. O efeito do mosaico dourado na produção foi estudado de duas maneiras: relacionando-se a produção (peso de grãos) da parcela com o a incidência da doença na respectiva parcela e comparando-se a produção de plantas saudas e infectadas. Verificou-se que o sistema de irrigação influenciou a incidência da virose, sendo o gotejamento aquele que resultou na maior incidência (62,13 %), e a aspersão na menor (16,74 %), porém não diferindo estatisticamente da microaspersão. Não houve correlação entre o a incidência do mosaico dourado e a produção nas parcelas, contudo quando foi comparada a produção de plantas saudas com a de plantas doentes constatou-se que as plantas saudas produziram cerca de três vezes mais que plantas doentes.

Palavras-chaves: Mosaico dourado, Perdas, Begomovírus.

ABSTRACT

Irrigation system influence on incidence and losses caused by *Begomovirus* in the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.)

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a very consumed leguminous in Brazil it have essentials nutrients for the human health. The disease occurrence and inadequate management make difficult its Cultivation and affected the quality of that culture. Among the diseases most important, are the viruses caused by *Begomovirus*, show off *Bean golden mosaic virus* (BGMV). The high severity of disease caused by geminivirus, is mainly due to the absence of varieties resistant to the pathogen and also to the increased population of the insect vector, commonly called "whitefly" (*Bemisia tabaci*). This project had as main objective to evaluate the influence of three different irrigation systems in the incidence and the losses occasioned by *Bean golden mosaic virus* (BGMV) in the bean (*Phaseolus vulgaris*). The experiment consisted of three irrigation systems (drip, sprinkler and micro sprinkler) on bean plants grown in an area in the centro de ciências agrárias and was assessed for two consecutive years (October 2006 to January 2007 and October 2007 to January , 2008). The viruses' incidence was determined based on number of symptomatic plants in relation to the total of plants present in parcel of 1 m² randomly distributed in the experimental area. The golden mosaic effect in production was studied in two ways: relating production (grains weight) with the plot to incidence of the disease in this plot and comparing healthy and infected plants production. It was found that irrigation system influenced the viruses incidence, drip result in highest incidence (62.13%), and sprinkling shortest (16.74%), but did not differ statistically from the micro sprinkling. There was no correlation between incidence to golden mosaic and production in the plots, but when it was compared to production of healthy plants and disease plants found a higher three times production in healthy plants about plants disease.

Keywords: golden mosaic, losses, Begomovirus.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* possui mais de 55 espécies cultivadas em cerca de 107 países associados da FAO (Food And Agriculture Organization), que respondem por 95% da produção. O cultivo dessa leguminosa é bastante difundido em todo o território brasileiro sobressaindo como granífero mais produzido, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas (IBGE, 2005). Trata-se da base alimentar da população brasileira, por possuir componentes essenciais às necessidades fisiológicas humana.

Essa cultura é plantada, preferencialmente, como cultura de subsistência, em pequenas propriedades, embora tenha havido, há algum tempo, crescente interesse de produtores de outras classes, cujo sistema de produção adota tecnologias avançadas. Durante muito tempo o feijoeiro foi cultivado no sistema de sequeiro, contudo nos últimos anos algumas propriedades vêm utilizando diversos sistemas de irrigação, com o intuito de aumentar a produtividade.

O emprego de baixas tecnologias, em especial na região Nordeste, e a ocorrência de doenças têm dificultado o cultivo e afetado a qualidade dos grãos da cultura do feijoeiro (SANTOS et al., 2002). Entre as doenças mais importantes estão às viroses, principalmente aquelas ocasionadas por *Begomovirus* (Família Geminiviridae) (LIMA et. al., 2001b), destacando-se o vírus do mosaico dourado do feijoeiro (BGMV). As plantas infectadas apresentam um intenso mosaico amarelo, distorção foliar e redução do porte, o que resulta em uma drástica redução da produtividade. Em Alagoas essa doença é conhecida popularmente como “papa-ovo” (LOPES et al., 2004).

Os *Begomovirus* não são transmitidos via sementes ou por contato manual. Portanto, a única forma de dispersão desses vírus na natureza, ocorre via vetor (DHAR & SINGH, 1995). Os vetores de Geminivirus são insetos sugadores classificados na ordem Hemíptera,

denominados moscas-brancas, *Bemisia tabaci* Genn. (Aleyrodidae) (VILLAS BÔAS *et al.*, 1997).

Os sistemas de irrigação podem influenciar na dinâmica das populações de mosca-branca e conseqüentemente na incidência de geminiviroses. Considerando que não existem informações sobre a influência de sistemas de irrigação na cultura do feijoeiro relacionadas à incidência e perdas ocasionadas pelo BGMV, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência de diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas pelo BGMV na cultura do feijoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do Feijoeiro

2.1.1. Aspectos gerais da cultura

O feijão-comum, *Phaseolus vulgaris* L., pertence a família Fabaceae, que possui cerca de 750 gêneros e 18.000 espécies conhecidas (CRONQUIST, 1988). O gênero *Phaseolus* compreende, aproximadamente 55 espécies, das quais apenas cinco são cultivadas: o feijoeiro-comum, *P. vulgaris*; o feijão-de-lima ou feijão fava, *P. lunatus* L.; o feijão-Ayocote, *P. coccineus* L.; o feijão tepari, *P. acutifolius* Gray; e o *P. polyanthus* (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

Existem, basicamente, duas hipóteses para explicar a origem e domesticação do feijoeiro. Tipos selvagens, encontrados no México e a existência de tipos domesticados, datados de cerca de 7.000 a.C., na Mesoamérica, suportam a hipótese de que o feijoeiro teria sido domesticado nessa região e disseminado, posteriormente, na América do Sul. Por outro lado, achados arqueológicos mais antigos, cerca de 10.000 a.C., de feijões domesticados na América do Sul são indícios de que o feijoeiro teria sido domesticado na América do Sul e transportado para a América do Norte (EMBRAPA, 2006).

Dados mais recentes, com base em padrões moleculares de faseolina, sugerem a existência de três centros primários de diversidade genética, tanto para espécies silvestres como cultivadas: o mesoamericano, o sul dos Andes, e o norte dos Andes. Além destes três centros americanos primários, podem ser identificados vários outros centros secundários em algumas regiões da Europa, Ásia e África, onde foram introduzidos genótipos americanos (FREITAS, 2006).

De acordo com Vargas e Hungria (1997), o feijoeiro tem o ciclo de vida dividido em duas fases: (1) a vegetativa, subdividida em germinação, emergência, folhas primárias, primeira folha trifoliada e terceira folha trifoliada; e (2) a reprodutiva, que se divide em pré-floração, floração, formação de vagens enchimento das vagens e maturação.

Esta cultura apresenta dois hábitos de crescimento, o determinado, em que o talo principal termina em uma inflorescência e não produz nós vegetativos após a floração e o indeterminado, onde o crescimento prossegue no talo principal após a floração. Segundo Vargas e Hungria (1997) a classificação fenológica é baseada nos hábitos de crescimento (determinado e indeterminado), na produção de nós após a floração e no porte ereto, prostrado ou volúvel.

2.1.2. Importância econômica

O feijão tem extrema importância econômica e social no Brasil. De acordo com os valores divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), na safra 2003-04, o feijão representou o quinto grânifero mais produzido, ficando atrás apenas da soja, do milho, do arroz e do trigo.

É uma das culturas de maior importância no âmbito do Mercado Comum do Cone Sul (Mercosul). Segundo FAO (2004) o Brasil é o maior produtor de feijão, produzindo 3,3 milhões de toneladas em 2003, seguido da Argentina com 216 mil toneladas, do Paraguai com 54 mil toneladas, e do Uruguai com 3 mil toneladas. A produção brasileira corresponde a 17,4% da produção mundial, que foi de 19 milhões de toneladas.

Considerando apenas o gênero *Phaseolus*, o Brasil é o maior produtor mundial, entretanto, a produção nacional de feijão não tem sido suficiente para suprir a demanda interna, devido à redução da área plantada, em torno de 35%, nos últimos 17 anos. Mesmo com um aumento de 48% na produtividade, observado no mesmo período, ainda assim resultou numa redução de 4% no produto final, não sendo suficiente para abastecer o mercado interno (EMBRAPA, 2006).

Quanto à estrutura produtiva, conforme a Análise Conjuntural (CONAB, 2003), as lavouras com área inferior a 10 ha somam 75% do universo de lavouras nacionais de feijão. Contudo, as lavouras de 10 a 100 ha representam 19%, e de 100 a 500 ha somam 4% do universo. Já as lavouras com mais de 500 ha, somam apenas 2% da área cultivada com feijão, no Brasil. Portanto, a cultura do feijão continua sendo uma atividade de pequenos e médios produtores rurais.

Os estados brasileiros com maior produtividade são, respectivamente, Paraná, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Goiás. De acordo com o IBGE 2006, a Região Nordeste detém a maior área plantada (45%), onde a Bahia é o maior produtor da região e Alagoas produz cerca de 42.490 toneladas que equivalem a 4% da produção, seguida das regiões Sul (26%) e Sudeste (21%). No entanto a Região Nordeste detém o mais baixo índice de produtividade, decorrente da baixa utilização de insumos agrícolas e problemas com a seca. Em regiões mais pobres o consumo de feijão tende a ser maior, como no Nordeste brasileiro que chega a 18,5 kg *per capita* por ano (CIAT, 2002).

Além de sua importância econômica, o feijão se constitui em um dos alimentos básicos da população brasileira e é uma das alternativas de exploração agrícola em pequenas, média e grandes propriedades, de ocupação de mão-de-obra menos qualificada e um dos principais produtos fornecedores de proteína, carboidratos e ferro na dieta alimentar das classes sociais economicamente desfavorecidas (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004).

2.1.3. Irrigação

Na agricultura irrigada, a escolha do sistema de irrigação é essencial para se estabelecer um planejamento e manejo adequado, a fim de propiciar a possibilidade de utilizar este recurso com a máxima eficiência, aumentando a produtividade das culturas (EMBRAPA, 2006).

Existem diversos sistemas de irrigação utilizados na agricultura, dentre eles o gotejamento, no qual a água é levada sob pressão por tubos, até ser aplicada ao solo através de emissores diretamente sobre a zona da raiz da planta, em alta frequência e baixa intensidade. Possui uma alta eficiência, por utilizar reduzida quantidade de água comparado a outros sistemas, no entanto possui elevado custo de implantação.

Um outro tipo é a aspersão. Neste, são lançados jatos de água ao ar, os quais caem sobre a cultura na forma de chuva. No método convencional, a linha principal é fixa e as laterais são móveis. Essa técnica requer menor investimento de capital, no entanto exige mão-de-obra intensa. Outro método de irrigação, a microaspersão, possui uma eficiência maior que a aspersão convencional, sendo muito utilizada para a irrigação de culturas perenes. Também é considerada irrigação localizada, porém, a vazão dos emissores (chamados microaspersores) é maior que a dos gotejadores.

O feijoeiro comum sobressai entre as espécies de plantas viáveis para participar dos sistemas agrícolas irrigados, ao lado de outras como o milho, o arroz, a soja e o trigo. A

deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de uma boa produtividade na cultura do feijoeiro, sendo que a duração e a época de déficit hídrico afetam em maior ou menor intensidade o rendimento dessa cultura.

A instabilidade climática afeta o feijoeiro em quase todo o Brasil, com períodos de excesso e de deficiência hídrica, provocando grandes oscilações na produção nacional de feijão, que se apresenta como uma cultura sensível à deficiência hídrica devido à baixa capacidade de recuperação das plantas após a ocorrência do déficit, pois seu sistema radicular é pouco profundo (GOMES et al., 2000).

A adoção da irrigação associada à microclimas específicos poder ser uma estratégia para otimizar o cultivo do feijão. Com a adoção dessa tecnologia, a cultura fica livre de geadas e excesso de chuvas. A combinação desses fatores torna possível o controle da produção, de forma que os produtores possam ofertar feijão quando os produtores tradicionais se encontrarem em um período de entressafra ou quando houver quebras de produção devido a geadas ou estiagem (FUSCALDI & PRADO 2005). A produtividade é mais afetada quando o estresse hídrico ocorre aos 5 a 10 dias antes da antese, podendo haver uma diminuição superior a 50% no rendimento (NORMAN et al., 1995). Esse efeito é causado principalmente pela baixa taxa de polinização e pelo aborto de óvulos, que causam abscisão dos órgãos reprodutivos, resultante do decréscimo na translocação de fotoassimilados das folhas para as flores (KRAMER & BOYER, 1995).

As safras do feijoeiro são divididas em três épocas distintas, de acordo com a disponibilidade de água para a cultura: Primeira safra ou “safra das águas”, cujo plantio é realizado entre os meses de agosto e novembro e a colheita entre novembro e abril, está concentrada nas regiões Sul e Sudeste e no Estado da Bahia, na região de Irecê. É a maior das três safras, em produção e rendimento; segunda safra ou “da seca” é normalmente plantada entre janeiro e março e colhida entre abril e julho. Essa safra abrange os estados das regiões Sudeste e Sul, com concentração na Região Nordeste que, em anos normais, contribui com mais de 50% da produção; e a terceira safra ou “safra de inverno”, onde cultiva-se o feijão irrigado. A plantação ocorre entre abril e julho e a colheita entre agosto e outubro. A decisão e plantio é influenciada pelo comportamento dos preços na comercialização do feijão colhido na safra da seca. A concentração ocorre nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Bahia. (FUSCALDI & PRADO 2005). O estado de Alagoas, por exemplo, como um dos produtores de feijão da região Nordeste, possui um total médio de precipitação pluvial de 1800 mm, entre os períodos de abril a julho como um excedente hídrico, enquanto nos meses de outubro a fevereiro, ocorre déficit hídrico (SOUZA et al., 2004).

Segundo a Embrapa Arroz e Feijão (2004), a safra da seca, tanto no sistema solteiro quanto consorciado, representa a maior área de cultivo na produção nacional de feijão, cerca de 48% da área plantada. No entanto, apresenta a menor produtividade quando comparada às outras safras.

Paz et al. (2000) destacam a importância do uso eficiente da água, a qual integra vários componentes, considerando-se as perdas que ocorrem nos reservatórios, na condução e na aplicação nas parcelas irrigadas, portanto, os custos, benefícios e o uso propriamente dito da água, devem ser considerados bem como os fatores de ordem econômica e social. Os métodos e equipamentos de irrigação podem e devem ser aprimorados para a redução das perdas e indução ao manejo adequado em conjunto com o solo, o clima e a planta, com um ganho na eficiência do uso da água.

Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de se viabilizar, técnica e economicamente, o cultivo em regime irrigado da cultura do feijão (FELIPE et al., 1992; AZEVEDO & MIRANDA, 1996); entretanto, os resultados obtidos foram bastante distintos e não conclusivos, pois os resultados desse tipo de estudo são bastante influenciados pelas cultivares utilizadas e pelas condições edafoclimáticas da região.

Em relação à influência dos sistemas de irrigação sobre o aparecimento de doenças no campo, a irrigação por sulcos de infiltração e por aspersão convencional tem como diferença básica a forma de aplicação da água, onde a aspersão favorece a ocorrência de doenças foliares, disseminando esporos pelo choque mecânico da gota de água sobre a folha, pelo molhamento de toda parte aérea da planta e pela alteração de microclima ao nível de dossel (DOORENBOS & KASSAN, 1994). O sistema de irrigação por aspersão, favorece a incidência de ferrugem e mancha angular e a redução do rendimento na cultura do feijão, bem como a incidência de patógenos de campo nas sementes, com redução na germinação e no vigor das mesmas (VIEIRA-JUNIOR *et al.*, 1998). Já a irrigação por gotejamento ou por sulcos, favorecem a ocorrência de fungos radiculares e de pragas que podem ser disseminadoras de viroses. A frequência entre regas, a quantidade de água aplicada e a forma de irrigação interferem significativamente na disseminação e sobrevivência de patógenos e no processo de colonização e infecção da hospedeira, afetando, portanto, a intensidade das doenças de solo e da parte aérea da planta. Além disso, a irrigação desempenha papel de importância da disseminação de propágulos e na remoção de agrotóxicos, estes dois fatores estão diretamente relacionados com o desenvolvimento de epidemias (LOPES, 2006).

Segundo Lopes (2006) o conhecimento do clima local, da espécie cultivada e dos patógenos de maior poder destrutivo na região são fundamentais para o estabelecimento do sistema e do manejo da irrigação para que se permita a diminuição dos riscos de epidemias.

2.2. *Begomovirus*

A família Geminiviridae é constituída por quatro gêneros: *Begomovirus*, *Mastrevirus*, *Curtovirus* e *Topocuvirus* (VAN REGENMORTEL *et al.*, 2000), com base na organização genômica (genoma com um ou dois componentes), tipo de inseto vetor (cigarrinha ou mosca-branca), gama de hospedeiras (mono ou dicotiledôneas) e relacionamento filogenético. Os três primeiros gêneros são compostos por vírus com genoma formado por um único componente, ao passo que os vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* possuem, na grande maioria das vezes, genoma bisegmentado. Dentro de cada gênero vários parâmetros podem ser utilizados para separação em espécies, mas a seqüência da extremidade 5' do gene que codifica para capa protéica viral é considerada o principal critério (MAYO & PRINGLE, 1997; FARIA *et al.*, 2000).

O gênero *Begomovirus* conta com o maior número de espécies e é considerado o mais importante (FARIA *et al.*, 2000; FREITAS-ASTÚA *et al.*, 2002). Neste, estão classificados os geminivírus transmitidos por mosca-branca, que infectam dicotiledôneas e que comumente apresentam genoma bipartido (VAN REGENMORTEL *et al.*, 2000). Severas infecções causadas por *Begomovirus* em várias culturas importantes, como tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), melão (*Cucumis melo* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) têm sido descritas (FARIA *et al.*, 2000; MORALES & ANDERSON, 2001). Entre os exemplos de *Begomovirus* economicamente importantes, estão o vírus do mosaico dourado do feijoeiro (*Bean golden mosaic virus*, BGMV), o vírus do mosaico da mandioca (*African cassava mosaic virus*, ACMV) e o vírus do enrolamento amarelo das folhas do tomateiro (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) (ZERBINI *et al.* 2002).

O mosaico dourado do feijoeiro, causado pelo *Bean golden mosaic virus* (BGMV), foi inicialmente descrito por Costa em 1961 como uma doença que, sem importância econômica, ocorrendo no estado de São Paulo (COSTA, 1965). No início dos anos 70, as plantações de feijoeiro nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais foram severamente atingidas pela doença. Esse fato foi atribuído ao avanço da cultura de soja e outras culturas hospedeiras da mosca branca (FARIA *et al.*, 1994). Essa doença está hoje disseminada por todas as áreas

produtoras de feijão do Brasil e em outros países das Américas, tais como Estados Unidos, México, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Porto Rico, Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Venezuela e Colômbia (BLAIR *et al.*, 1995; ARAGÃO & FARIA, 2004).

No Brasil, em condições de campo, as perdas ficam em torno de 40 a 85%, podendo chegar a 100% (GÁLVEZ & MORALES, 1989), portanto a incidência da doença e a extensão das perdas variam dependendo da população do inseto vetor, da cultivar, do estágio das plantas quando infectadas, do isolado do vírus e das condições ambientais (GARRIDO-RAMIREZ *et al.*, 2000; ARAGÃO & FARIA, 2004).

COSTA (1976) relatou como hospedeiros do BGMV-BR apenas *Phaseolus vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. acutifollius* Gray, *P. longepe-dunculatus* Mart., *P. polystachyus* L. Britt, Stern & Pagg. e *Macroptilium lathyroides* L. (*Phaseolus lathyroides* L.), informando que são espécies bastante suscetíveis das quais o vetor adquire o vírus facilmente.

Além do BGMV, outras espécies de *Begomovirus* causam mosaico dourado em *Phaseolus* spp., como *Bean golden yellow mosaic virus* (BGYMV), *Lima bean golden mosaic virus* (LBGMV), *Macroptilium golden mosaic virus* (MaGMV), *Macroptilium yellow mosaic Florida virus* (MaYMFV), *Bean calico mosaic virus* (BCaMV), *Bean dwarf mosaic virus* (BDMV), *Tomato yellow leaf Curl virus* (TYLCV) (COSTA, 1965; BIRD *et al.*, 1972; FARIA *et al.*, 1994; MARTÍNEZ ZUBIAUR *et al.*, 2002; IDRIS *et al.*, 2003).

2.2.1. Transmissão

Em condições naturais os *Geminivirus* são transmitidos por insetos sugadores classificados na ordem Hemiptera, incluindo as moscas-brancas (Aleyrodidae) e as cigarrinhas (Cicadellidae e Auchenorrhynca) (LAZAROWITZ *et al.*, 1992; VILLAS BÔAS *et al.*, 1997). No caso dos begomovírus, a transmissão é realizada por duas espécies de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. e *B. argentifolli*). Tratam-se de espécies cosmopolitas, cujo centro de origem supõe-se ser o Oriente ou o Paquistão, tendo sido introduzida na Europa, África e Américas, pelo homem, através de material vegetal (BROWN & BIRD, 1992 ; MELO, 1992). A mosca-branca é encontrada geralmente nos trópicos e subtropicais e em todos os continentes (FRANÇA *et al.*, 2000). Sua distribuição está estreitamente relacionada à expansão da monocultura da maioria das espécies cultivadas, às condições dos sistemas

agrícolas moderno, ao aumento da utilização de agrotóxicos e, principalmente, à grande facilidade em se adaptar aos diversos hospedeiros (BROWN *et al.*, 1993).

Moscas-brancas são insetos diminutos, medindo de 1 a 2mm, sendo as fêmeas maiores (NATESHAN *et al.*, 1996). Os adultos da mosca-branca têm o dorso de cor amarelo pálido e asas brancas. Como suas asas cobrem quase todo o corpo, a cor predominante é o branco, daí ser erroneamente denominada de mosca-branca (FRANÇA *et al.*, 2000). Seu ciclo de vida compreende quatro fases (ovo, ninfa, pupa e adulto) e sofre influência das condições climáticas e ambientais, principalmente pela temperatura, umidade relativa do ar e planta hospedeira (NAVA-CAMBEROS *et al.*, 2001). Quanto mais quente e seco o clima, menor é a duração entre a fase de ovo e a de adulto. Numa temperatura de 25°C, o ciclo dura 27 dias e este período aumenta quatro vezes numa temperatura de 14°C. As fêmeas podem ovipositar de 130 a 300 ovos, durante o ciclo dependendo da planta hospedeira e temperatura. (FRANÇA, *et al.*, 2000; GUTIERREZ & FERRARI, 2002). A mosca-branca pode produzir até quinze gerações por ano, em uma ou mais espécies hospedeiras (FERREIRA & ÁVIDOS, 1998).

A mosca-branca é considerada uma das mais importantes pragas da agricultura (OLIVEIRA *et al.*, 2001), e de acordo com Schuster *et al.* (1996), o complexo *Bemisia* spp. pode transmitir cerca de 44 viroses às plantas cultivadas.

Até por volta de 1991 era conhecido no Brasil apenas o biótipo A de *B. tabaci*, quando então ocorreu a introdução do biótipo B. Inicialmente acreditou-se que esse biótipo representasse uma nova espécie, que foi denominada *B. argentifolli*. Posteriormente, a análise de seqüências de aloenzimas e DNA, complementados por avaliações morfológicas e ensaios de cruzamento e comportamento de acasalamento intra e interespecífico demonstraram que as diferenças entre essas duas espécies não eram claras o bastante para uma distinção precisa (BELLOWS *et al.* 1994; FRANÇA *et al.*, 1996).

De acordo com BEDFORD *et al.* (1994), as fêmeas do biótipo B de *Bemisia tabaci* apresentam maiores taxas de oviposição, mortalidade baixa em novos hospedeiros e gama de hospedeiros maior que o biótipo A. Essas características fazem com que o biótipo B predomine em regiões onde anteriormente predominava o biótipo A. Apesar da introdução dessa variante do inseto no Brasil ser recente (FERNANDES, 2001), o biótipo B tem se dispersado nos campos rapidamente, sendo considerada a espécie de mosca branca que comumente devasta os cultivos agrícolas na várias regiões geográficas do país (VILLAS-BÔAS *et al.*, 1999).

A modalidade de transmissão de *Begomovirus* por moscas brancas, é do tipo circulativa não propagativa (BROWN, 1997; GHANIM *et al.*, 1998; MORIN *et al.*, 1999). Nesta o vírus circula na hemolinfa, mas não replica no vetor, envolvendo a passagem de partículas virais do intestino para a hemolinfa do inseto, da hemolinfa para as glândulas salivares e destas para outras plantas. Apenas para o caso do TYLCV existem evidências de replicação viral no inseto (GHANIM *et al.*, 1998). Ainda não há evidências de transmissão transovariana de *Begomovirus* (FARIA *et al.*, 2000).

Nas relações do vetor-vírus, há uma possível correlação entre a duração do período de aquisição e o de inoculação com a probabilidade de transmissão. Um período latente, ainda que curto, ocorre após a alimentação de aquisição até o vetor torna-se capaz de inocular novas plantas (KARNOPP, 2001). O período de retenção ou persistência do vírus no vetor é relativamente longo, algumas semanas ou por toda vida do inseto, já que este permanece virulífero depois das ecdises. As características da transmissão desses vírus são muito semelhantes, exceto talvez no que se refere ao período de persistência. Os vírus são adquiridos pelos insetos em períodos tão curtos quanto 10 minutos, mas a probabilidade de transmissão aumenta com o aumento dos tempos de alimentação na fonte de vírus, até 24h. Igual período mínimo de inoculação é suficiente, mas, a probabilidade de transmissão é maior com tempos mais prolongados de alimentação nas plantas-teste (LIU *et al.*, 1997a; COSTA, 1998b).

Segundo Santos *et al.* (2003), a relação entre os *Begomovirus* e a mosca branca, incluindo diversas características de transmissão do vírus pelo vetor, como período de aquisição, de inoculação, de latência, de retenção, passagem transovariana, entre outros, já foram estudados em alguns países, envolvendo *Begomovirus* de curcubitáceas, como *Squash leaf curl virus* (SLCV) (COHEN *et al.*, 1989), de algodão como o *Cotton leaf curl virus* (CLCuV) (NATESHAN *et al.*, 1996) e de tomate, principalmente o *Tomato yellow leaf curl virus* (PICÓ *et al.*, 1996; GHANIM *et al.*, 1998; MUNIYAPPA *et al.*, 2000). Os estudos mostraram que estas características de transmissão variam de acordo com a estirpe viral envolvida, à região geográfica e as condições de cada pesquisa. A população da mosca-branca é dependente de variáveis climáticas, sendo baixa com o plantio durante as águas; já na seca, o nível populacional desse inseto aumenta, devido às altas temperaturas (FARIA, 1988).

2.3. Plantas invasoras na cultura do feijoeiro

Plantas invasoras ou daninhas competem com plantas cultivadas por água, oxigênio, CO₂, nutrientes e luz, podendo ainda causar a inibição química do crescimento de outras plantas, em fenômeno referido como alelopatia (LORENZI, 1991). Tais espécies também crescem em ambientes como margens de rodovias, terrenos baldios, reservatórios de água, etc, o que aumenta ainda mais sua importância. Um outro aspecto negativo dessas plantas é o fato de funcionarem como hospedeiras de insetos ou patógenos de plantas cultivadas. As perdas estimadas por problemas relacionados as plantas invasoras atingem bilhões de dólares anualmente (AGRIOS, 2005).

O primeiro trabalho relatando a infecção de uma planta invasora por um *Begomovirus* no Brasil foi publicado por Costa & Carvalho (1960), que na ocasião estudaram o mosaico de *Euphorbia prunifolia* Jacq. (Euphorbiaceae). Os autores verificaram que o vírus era transmitido por *B. tabaci* para *E. prunifolia* e para espécies cultivadas como o tometeiro. Hoje se sabe que o vírus com o qual Costa & Carvalho (1960) trabalharam era o *Euphorbia mosaic virus* (EuMV) (MORALES & ANDERSON, 2001). Posteriormente, foi relatado o *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV), causando mosaico em *Sida micrantha* A. St.-Hil. (Malvaceae) (COSTA, 1965).

Após estes trabalhos pioneiros relatos de outras hospedeiras de *Begomovirus* se sucederam, principalmente entre espécies das famílias *Euphorbiaceae*, *Malvaceae* e *Fabaceae*. Nesse aspecto, *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) é a espécie invasora que concentra o maior número de estudos. Até o momento pelo menos quatro *Begomovirus* distintos já foram relatados sobre essa hospedeira no Brasil: *Sida mottle virus* (SiMoV), *Sida golden mosaic virus* (SiGMV), *Sida yellow mosaic virus* (SiYMV) e *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV) (FARIA et al., 2000; COTRIM et al., 2004; CALEGARIO et al., 2004). Esses relatos tem sido feitos em praticamente todas as regiões do país.

Outras plantas invasoras frequentemente relatadas como hospedeiras de *Begomovirus* são *Macroptilium lathyroides* L. Urban (Fabaceae), *Euphorbia heterophylla* L. (Sterculiaceae), *Blainvillea rhomboidea* Cass. (Asteraceae), *Cleome* sp., *Vicia* sp. (RIBEIRO et al., 1998; LIMA et al., 2001; 2002; FERNANDES, 2001; AMBROZEVICIUS et al., 2002). Em algumas situações tem sido demonstrado que os *Begomovirus* que infectam ervas daninhas podem infectar também plantas cultivadas. A demonstração de que plantas invasoras podem ser hospedeiras alternativas para *Begomovirus* faz com que a eliminação de dessas

hospedeiras seja uma das medidas de controle das geminivirose em várias culturas importantes.

Além de uma alternativa de sobrevivência para os Begomovirus na ausência da planta hospedeira, as plantas invasoras possibilitam o aumento da diversidade genética desses vírus. Isso ocorre porque é freqüente encontrar nessas plantas mais de um isolado viral simultaneamente. Tais infecções mistas são essenciais para que ocorram processos de pseudo-recombinação (exclusivo para vírus de genoma segmentado) e recombinação verdadeira (GARRIDO-RAMIREZ et al., 2000).

2.4. Controle de *Begomovirus* em feijoeiro

Medidas como o controle químico do inseto vetor (mosca branca) visando à eliminação ou a redução das fontes do vírus, vêm sendo utilizadas para o controle de muitas virose de plantas, contudo o manejo de begomovirose ainda é difícil. Este tipo de controle é dificultado devido a constante migração de grandes populações do inseto de lavouras mais velhas para as mais novas, e também pela rápida resistência adquirida aos inseticidas (FARIA et al., 2000). Uma outra medida usada é o controle cultural, com a eliminação de hospedeiros alternativos, que funcionam como reservatórios do vírus, além da execução do plantio em períodos menos favoráveis ao inseto vetor. Porém estas estratégias não têm demonstrado ser efetivas para controlar as doenças causadas por geminivírus, principalmente para aquelas espécies que apresentam ampla gama de hospedeiras.

A obtenção de imunidade ao vírus através do melhoramento para resistência varietal seria a medida de controle mais adequada e a única realisticamente eficiente (ARAGÃO & FARIA, 2004). Fontes de imunidade ou com elevados graus de resistência têm sido buscadas nos bancos de germoplasma de *Phaseolus*. Em cerca de 15.000 acessos de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* e alguns de *P. lunatus*, *P. acutifolius* e *P. coccineus*, em El Salvador, Costa Rica, Guatemala, México e Brasil, encontrou-se apenas níveis baixos e moderados níveis de resistência ou tolerância à doença (GÁLVEZ & MORALES, 1989; FARIA & MAXWELL, 1999).

Trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Arroz e Feijão levaram à recomendação da variedade Ônix, de grão preto, sob moderada incidência precoce de BGMV. No Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), foram desenvolvidas as cultivares IAPAR 57, IAPAR 65 e

IAPAR 72 (grupo carioca), apresentando expressão reduzida de mosaico e de deformação das vagens, sob alta incidência de BGMV (BIANCHINI, 1999; FARIA *et al.*, 2000).

Outros programas de melhoramento que visam resistência às begomoviroses no Brasil, baseiam-se na resistência derivada do patógeno, utilizando estratégias como a proteção mediada pela capa protéica (CP), a qual não tem apresentado resultados satisfatórios. Provavelmente isso se deve ao fato da CP não ser essencial à infecção e ao desenvolvimento de sintomas em plantas infectadas por Geminivirus (ARAGÃO & FARIA, 2004). Uma alternativa tem sido o uso de RNA antisense baseado no gene *rep* (FARIA & MAXWELL, 1999). Acredita-se que este mecanismo age a nível traducional, de forma direta ou indireta, podendo ser em nível nuclear, onde a hibridação RNA-antisense e mRNA interfere no processamento do pré mRNA ou ainda no transporte do mRNA para o citoplasma. Esse dúplice formado seria reconhecido pela RNase H, e subsequentemente, o mRNA degradado. No nível citoplasmático, a interação RNA antisense e mRNA pode interferir na ligação de fatores de iniciação de tradução ou inibir diretamente a tradução do mRNA pelos ribossomos (ARAGÃO & FARIA, 2004).

Embora os resultados destas estratégias sejam animadores, ainda ocorre replicação viral na planta. Outra estratégia utilizada é o uso de mutantes do gene da proteína associada à replicação viral (REP). A técnica envolve a criação de uma proteína REP não funcional que interfere com a ligação do tipo normal de REP produzido pelo vírus. A mutagênese da proteína REP em BGMV mostrou que a mutação no motivo de ligação e transferência de nucleosídeo trifosfato são letais (transdominância letal) (HANSON *et al.*, 1995).

Desta forma foram obtidas plantas transgênicas de feijão contendo mutação no gene *rep*, que aparentemente inibiu completamente a replicação do vírus, conferindo completa resistência. A cultivar de feijão comum Olathe Pinto, denominada M1-4, resultante desta técnica, apresentou menor incidência da doença. Esta variedade de feijoeiro resistente ao mosaico dourado está sendo avaliada quanto à segurança alimentar e ambiental nos laboratórios da Rede Embrapa de Biossegurança (LIMA & FARIA, 2005).

3. METODOLOGIA

3.1. Local de execução do experimento

O trabalho foi realizado na área experimental de agrometeorologia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no município de Rio Largo – AL (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m). Os experimentos foram realizados em dois anos consecutivos, nos períodos de outubro de 2006 a janeiro de 2007 e de outubro de 2007 a janeiro de 2008.

3.2. Preparo da área e plantio do feijoeiro

Para o preparo do solo foi realizada uma aração e duas gradagens a 30 cm de profundidade. Sementes de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivar Pérola, do grupo carioca (suscetível ao mosaico dourado do feijoeiro) foram plantadas numa área de 90,0 m x 75,0 m, correspondente a 0,675 ha, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e colocando-se de 09 a 11 sementes por metro linear a 5,0 cm de profundidade para se obter um estande final médio de 200.000 plantas por ha. Foi realizada adubação de fundação e de cobertura conforme as características químicas do solo descritas por Costa (2003): Latossolo Amarelo Coeso Argissólico com textura média/argilosa, capacidade de campo de 22%, ponto de murcha permanente de 15%, densidade volumétrica de 1,4, porosidade de 45% e velocidade de infiltração básica (VIB) de 52 mm/h.

3.3. Instalação dos diferentes sistemas de irrigação

Para avaliação da incidência, das perdas ocasionadas pelo BGMV sobre a cultura do feijoeiro em condições de campo, foram instalados três sistemas de irrigação na área de plantio: 1. aspersão convencional, 2. microaspersão e 3. gotejamento. O experimento foi instalado em três faixas cada uma com aproximadamente 225 m², cada uma delas contando com um sistema de irrigação (Figura 1). Na aspersão convencional foram utilizados aspersores de 1" com a combinação de bocais de 4,0 X 2,8mm no espaçamento de 12 X 12 m entre aspersores, de modo que cada aspersor cobriu uma área de 144 m², correspondendo a uma lâmina média de 9,0 mm.h⁻¹. O sistema de micro-aspersão foi do tipo bailarina com espaçamento entre aspersores de 3,0 X 3,0 m, de modo que cada aspersor cobriu uma área de 9,0 m², correspondendo a uma lâmina de 6,66 mm.h⁻¹. No gotejamento, foram utilizado gotejadores do tipo botão no espaçamento de 0,40 m entre cada gotejador. O espaçamento entre as mangueiras foi o mesmo da cultura, (0,50 m) de forma que cada gotejador proporcionou uma vazão de 0,20mm.h⁻¹. A vazão e a pressão foram determinadas com hidrômetro e manômetro resinado respectivamente.



Figura 1. Área experimental cultivada com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) sob os três tipos de irrigação.

3.4. Condições edafoclimáticas

Os dados de temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar foram medidos durante dois meses antes e durante toda a condução do ensaio e foram obtidas na estação meteorológica localizada no CECA, próxima a área experimental e sob condições padronizadas. As médias dos dados gerados encontram-se na tabela 2 em anexo.

3.5. Confirmação da incidência de *Begomovirus* na área experimental

Amostras de plantas de feijão (folhas jovens) apresentando sintomas indicativos de infecção por Begomovírus, como mosaico dourado, distorção foliar e redução do crescimento foram coletadas na área experimental da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias. Foram também coletadas amostras de plantas invasoras da cultura do feijoeiro com sintomas de infecção por vírus, como feijão-de-pombinha (*Macroptilium lathyroides* L.), Jitirana, picão-grande (*Blainvilea rhomboidea*) malva (*Sida* sp.) e mussambê (*Cleome affinis* D.C.) para verificar a presença de begomovírus.

O DNA total foi extraído das amostras coletadas utilizando-se o protocolo descrito por FERREIRA & GRATTAPAGLIA (1996), com algumas modificações. Foram utilizadas 200 mg de tecido foliar fresco macerado em almofariz, na presença de nitrogênio líquido, acrescido de 1 mL de tampão CTAB 4% (CTAB 4%, NaCl 1,4 M, EDTA 20 mM, Tris-HCl 100 mM, pH = 8), PVP 1%, β -mercaptoetanol 2%, em almofariz de porcelana. O macerado foi transferido para tubos de microcentrifuga, ressuspendido no vórtex e incubado em banho-maria a 65°C por 20 minutos. Os tubos foram agitados a cada dez minutos. Após este tempo os mesmos foram retirados do banho-maria e deixados em repouso até resfriar o macerado de tecido vegetal. Em seguida, foram adicionados 600 μ L de CIA (clorofórmio: álcool-isoamílico) 24:1 (v/v) e os tubos contendo o macerado foram agitados em vortex por 2 minutos e centrifugados por 7 minutos a 13.400 rpm, a fim de separar a fase orgânica da fase aquosa. Após a centrifugação 400 μ L da fase aquosa foi transferida para tubos novos e adicionado 40 μ L de uma solução de ressuspensão (CTAB 10%, NaCl 1,4). Os tubos foram agitados por 2 minutos e adicionados novamente 600 μ L de CIA/24:1, após agitação, o material foi centrifugado por 7 minutos a 13.400 rpm. A solução aquosa foi transferida para novos tubos aos quais foi adicionado o mesmo volume de isopropanol gelado, para formação

do pellet de DNA. Posteriormente, os tubos foram centrifugados a 7500 rpm por 5 minutos. Após centrifugação, o sobrenadante foi descartado. O pellet foi então lavado 2 vezes com etanol 70% e posto para secar em temperatura ambiente. O pellet foi ressuscitado em 30 µL de TE + RNase e colocado em banho-maria por 30 minutos a 38 °C. Para quantificação do DNA, foram utilizados 2 µL do DNA total em gel de agarose a 0,8 % e submetido a eletroforese a 3 V/cm por 1:30 hora, posteriormente o gel foi corado com brometo de etídeo (0,5 µg/ml). A concentração de DNA das amostras foi estimada mediante comparações com soluções de DNA do fago lâmbda com concentrações conhecidas (2,5ng/µL, 5,0 ng/µL, 10 ng/µL e 20 ng/µL).

Para confirmação da presença de geminivírus nas amostras coletadas, foi realizada a amplificação de segmentos específicos do genoma viral, via PCR. Cerca de 30 ng do DNA extraído foi utilizado como molde em reações contendo os pares de oligonucleotídeos PAL1v1978/PAR1C496 visando à amplificação de segmentos do componente A do genoma dos begomovírus (ROJAS *et al.*, 1993).

A PCR foi realizada em um volume de 30 µl, contendo tampão 10 x (Tris-HCl 100 mM, pH 8,3 e KCl 500 mM), MgCl₂ 75 mM, mistura de dNTPs a 4 mM, 10 µM de cada oligonucleotídeo, 1 unidade de *Taq* polimerase e 30ng de DNA e água ultrapura estéril suficiente para atingir volume final de 30 µl. As reações de amplificação foram conduzidas em termociclador MJ RESERCH modelo PTC 100 programado para 30 ciclos de desnaturação a um minuto a 94°C, anelamento por um minuto a 50°C e extensão por dois minutos a 72°C. Ao término dos ciclos, as reações foram submetidas a um período adicional de polimerização por 10 minutos a 72°C. A amplificação foi confirmada através de eletroforese em gel de agarose 0,8 % corado com brometo de etídeo.

3.6. Influência dos diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por *Begomovirus* na cultura do feijoeiro

No primeiro ano de experimento foram distribuídos, aleatoriamente, 12 quadrados de madeira medindo 1m² dentro de cada faixa ou sistema de irrigação, totalizando 36 parcelas com aproximadamente 20 plantas cada uma (Figura 2). O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com os três sistemas de irrigação correspondendo aos tratamentos e 12 repetições para cada tratamento. Já no experimento de 2007-2008 foi selecionada uma única área de cinco metros de largura para cada tratamento e foram analisadas todas as plantas ali

contidas. Na análise da incidência da doença, a avaliação foi feita na época do florescimento das plantas e tomou-se como base a relação entre o número de plantas sintomáticas sobre o número de plantas total dentro de cada parcela ou faixa.

Para avaliação da produção no primeiro ano de experimento foram avaliados o número de vagens e o peso dos grãos maduros de todas as plantas das parcelas. A determinação da incidência da virose no campo foi feita baseando-se na inspeção visual de plantas sintomáticas dentro da parcela calculando-se o percentual de plantas doentes com base no número total de plantas da parcela. As médias de produção nos diferentes sistemas foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para a estimativa das perdas foi feita uma análise de correlação entre a produção e a incidência da virose nas parcelas, utilizando-se o programa Excel.

No segundo ano de experimento a análise das perdas ocasionadas pelo BGMV foi feita comparando-se a produção de 10 plantas sintomáticas com a produção de 10 plantas assintomáticas, todas provenientes da faixa que recebeu irrigação por gotejamento. As médias desses dados foram comparadas entre si pelo teste T.

Os dados de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar foram medidos durante dois meses antes e durante toda a condução do ensaio e foram obtidas na estação meteorológica localizada no CECA, próxima a área experimental e sob condições padronizadas.

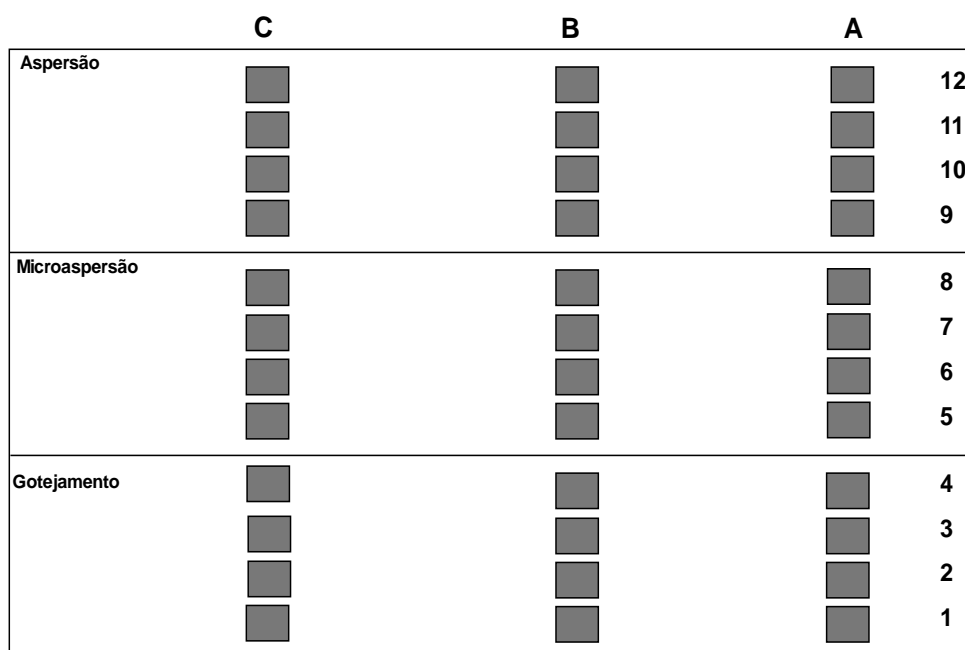


Figura 2. Esquema da disposição das parcelas na área experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Influência dos diferentes sistemas de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas por *Begomovirus* na cultura do feijoeiro

No primeiro ano de experimento a doença começou a ser observada a partir da terceira semana após o plantio. As plantas afetadas mostraram intenso mosaico, distorção foliar e redução de crescimento (Figura 3), comuns em infecções de feijoeiro por begomovírus (FARIA et al. 2000; IDRIS et al, 2003). A confirmação de que um begomovírus estava associado aos sintomas observados foi obtida por meio da amplificação de um fragmento de DNA por PCR, utilizando-se um par de primers específico utilizando universalmente para a detecção de begomovírus com genoma bipartido (ROJAS et al., 1993).

Além do feijoeiro o begomovírus foi detectado em amostras de algumas plantas invasoras como *Sida* sp., *Cleome affinis*, *Macroptilium lathyroides* e *Blainvilea rhomboidea* (Figura 4). Essas plantas podem funcionar como hospedeiras alternativas de begomovírus que incidem sobre o feijoeiro conforme relatado em outros trabalhos (COSTA, 1965; FARIA & MAXWELL, 1999; IDRIS et al., 2003), contudo para essa afirmativa se aplicar a situação estudada teria que se realizar o sequenciamento do vírus presente em cada amostra, uma vez que como foram utilizado primers universais diferentes begomovírus poderiam está infectado cada hospedeira estudada.



Figura 3. Plantas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) apresentando sintomas típicos de mosaico dourado e distorção foliar ocasionadas por *Begomovirus*.

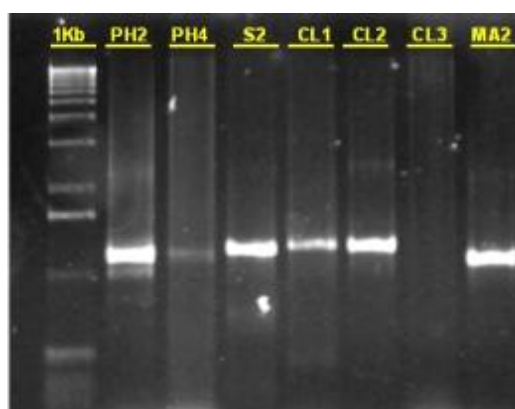


Figura 4. Produtos de amplificação obtidos com a utilização de primers específicos para detecção de begomovírus. 1 kb = marcador de peso molecular (1kb DNA ladder). PH2 e PH4 = amostras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.); S2 = amostra de *Sida* sp.; CL1, CL2 e CL3 = amostras de *Cleome affinis* e MA2 = amostra de *Macroptilium lathyroides*.

A incidência do mosaico dourado em feijoeiro foi influenciada significativamente ($p=0,05$) pelo sistema de irrigação, constatando-se maior incidência na irrigação por gotejamento, enquanto nos sistemas de microaspersão e aspersão os valores de incidência não diferiram estatisticamente (Tabela 1). Ao todo foram analisadas 645 plantas com uma incidência média de 15,67 %. A produção do feijoeiro também foi significativamente ($p=0,05$) afetada pelo sistema de irrigação, onde o plantio sob irrigação por aspersão resultou na maior produção e o de gotejamento na menor (Tabela 1).

Tabela 1. Incidência do mosaico dourado e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) sob diferentes sistemas de irrigação no período de 2006-2007.

Tratamento	Incidência (%)	Peso de grãos (g)	Peso de grãos (Kg/ha)
Gotejamento	62,13 a*	68,42 a	68,420 a
Microaspersão	22,23 b	96,79 a	96,790 a
Aspersão	16,74 b	172,48 b	172,480 b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Para muitas culturas a irrigação por gotejamento tem sido a mais indicada, por possibilitar uma economia no uso da água e por proporcionar elevados níveis de produtividade e ainda por promover uma redução na biomassa de plantas invasoras (PEREIRA et al., 2002). Contudo, no presente trabalho constatou-se que a irrigação por gotejamento proporcionou a maior incidência do mosaico dourado e resultou numa produção 55 % menor que o sistema de aspersão, para o qual se verificou a menor incidência e a maior produção (Tabela 1). Costa (2007) também verificou uma maior produtividade do feijoeiro quando submetido à irrigação por aspersão, em comparação com o gotejamento.

A maior incidência do mosaico dourado nas parcelas submetidas ao sistema de irrigação por gotejamento pode ser atribuída ao fato de esse sistema causar pequeno impacto sobre a população do inseto vetor, uma vez que o fluxo de água é aplicado diretamente no solo, próximo ao colo das plantas, enquanto o inseto se desenvolve predominantemente na face abaxial das folhas. Nos sistemas de aspersão e microaspersão a água é aplicada sobre a parte aérea das plantas, podendo interferir com o vôo das moscas brancas adultas, ao passo

que a água que escorre das folhas pode lavar os ovos e ninfas (ápteras) do inseto fato que corrobora com os resultados obtidos por Costa et al. (1998) quando demonstraram que a irrigação por aspersão removeram ovos e larvas da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). No presente estudo, apesar de não ter sido quantificado, a população de mosca branca foi visivelmente maior nas plantas irrigadas por gotejamento.

Neste estudo constatou-se correlação negativa ($r = -0,78$; $P \leq 0,05$) entre a incidência do mosaico dourado e a produção do feijoeiro, ou seja, quanto maior a incidência, menor a produção na parcela.

No segundo experimento a doença só começou a ser observada a partir da sexta semana após o plantio e ficou restrita às plantas irrigadas por gotejamento, mesmo assim numa incidência muito inferior (1,86 %) àquela observada no primeiro experimento. Por essa razão os dados desse experimento foram utilizados apenas para calcular o efeito do mosaico dourado sobre a produção do feijoeiro.

Constatou-se uma redução de 61,3% na produtividade de plantas de feijoeiro com mosaico dourado, em relação a plantas sadias (Figura 5). Essa redução pode ser explicada pelo dano a fotossíntese (degradação da clorofila), dano aos processos de replicação, transcrição e tradução e pela modificação dos plasmodesmas da planta hospedeira, efeitos comuns das infecções de begomovírus sobre diversas espécies vegetais (ZERBINI et al., 2002).

No Brasil, as perdas ocasionadas por begomovírus, especialmente pelo (BGMV), foram estudadas por diversos pesquisadores (COSTA & CUPERTINO, 1976; ALMEIDA et al., 1984; FARIA & ZIMMERMANN, 1988; BARBOSA et al., 2002). De um modo geral as estimativas variam de 25 a 80 % de perdas relacionadas à produção de grãos, faixa na qual se situa os dados observados no presente trabalho.

Almeida et al. (1984) observaram perdas variando de 43 a 73% para plantas de feijoeiro infectadas pelo BGMV. Os fatores que mais influenciaram no nível das perdas foram a variedade considerada, a fase da cultura em que a infecção ocorreu e as condições ambientais. Castillo-Urquiza (2006) estudando plantas de feijoeiro inoculadas com dois tipos de vírus (*Bean comum Mosaic virus* e *Bean rugose mosaic virus*) encontrou perdas significativas na produção. Em infecções simples as perdas chegaram a 84% e em infecções mistas a redução no número de vagens chegou a 90,8% para a cultivar 'Ouro Negro'.

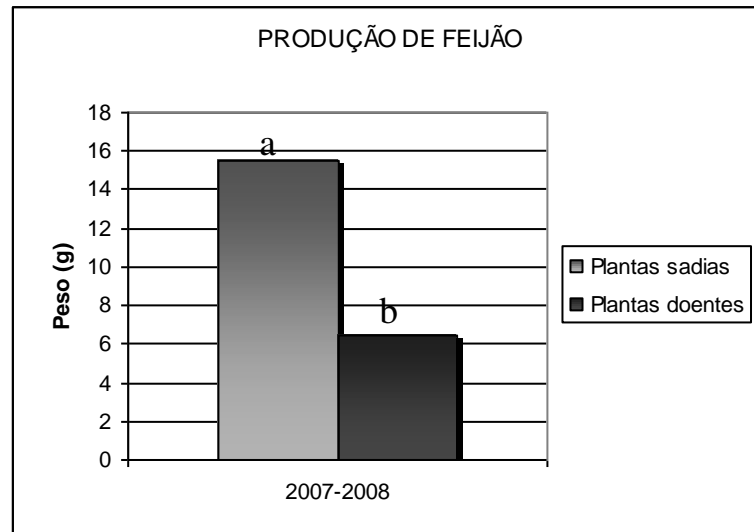


Figura 5. Comparação da produção de plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) infectadas e não infectadas com begomovírus sob o sistema de gotejamento no ensaio de 2007-2008.

A baixa incidência do mosaico dourado no segundo experimento pode ser conseqüência de condições ambientais menos favoráveis ao vetor no segundo ano, pois de acordo com França et al. (2000) temperaturas elevadas associadas a baixas precipitações favorecem o surgimento de grandes populações de mosca branca. A Figura 6 ilustra as condições ambientais dos meses de setembro de 2006 a janeiro de 2007 e de setembro de 2007 a janeiro de 2008, período em que foram realizados os experimentos.

Tanto no primeiro quanto no segundo ano a temperatura do ar pouco oscilou, variando de cerca de 23 °C em setembro até pouco mais de 25 °C em janeiro (Figura 6A). Essa faixa de temperatura está dentro do ótimo relatado para as moscas brancas (RODRIGUES et al., 1997). Vicente et al. (1998) verificaram uma diminuição da população de mosca-branca quando as temperaturas máximas e mínimas nos meses de março e abril caíram de 30,2 e 21,4°C para 24 e 13°C, respectivamente.

Com relação à umidade relativa do ar constatou-se uma queda gradual no primeiro experimento, de 82 % em setembro até 77 % em dezembro, quando então aumentou um pouco em janeiro, ocasião em que foi registrado 79 % (Figura 6B). No segundo experimento houve uma variação mais brusca, quando a umidade do ar caiu de 82 % em setembro para 76 % em outubro. A partir de então a umidade oscilou entre 76 e 77 % (Figura 6B).

A pluviosidade na área experimental também variou nos dois anos estudados, conforme observado na Figura 5C. Na safra 2006/07 foi registrado para o mês de setembro uma precipitação de aproximadamente 100 mm, acompanhada de uma queda acentuada (aproximadamente 40 mm nos meses de outubro e novembro e para cerca de 10 mm no mês de dezembro). Em janeiro, ocasião da maturação e colheita, a precipitação registrada voltou para a casa dos 40 mm. Para a safra 2007/08 a precipitação também caiu entre os meses de setembro e outubro, porém essa queda não foi tão brusca quanto no ano anterior (de 90 para 60 mm) (Figura 6C). Posteriormente caiu para 15 mm no mês de novembro, voltando a subir em dezembro, quando chegou próximo a 60 mm.

As diferenças na pluviosidade e na umidade relativa do ar, principalmente na fase inicial da cultura, nos dois experimentos podem em parte explicar as variações nos valores de incidência da doença, uma vez que a água da chuva pode aumentar a mortalidade do vetor, dentro da área experimental ou nas hospedeiras alternativas que também podem funcionar como reservatórios de mosca branca.

Segundo Gravena (2003) em cultivo de verão ocorre maior incidência da mosca-branca, devido a condições climáticas favoráveis, como temperaturas propícias ao desenvolvimento do inseto vetor e diminuição da pluviosidade, o que facilita a sua permanência na superfície foliar. De acordo com Vicente et al. (1998) fortes chuvas, juntamente com baixas temperaturas, podem aumentar a mortalidade de moscas imaturas.

Uma outra hipótese pode ser sugerida para explicar as diferenças na incidência do mosaico dourado entre o primeiro e segundo ano de ensaio. O begomovírus que incidiu na área experimental no primeiro ano era diferente daquele que incidiu no segundo ano, sendo o primeiro mais adaptado às condições ambientais e à transmissão pelo vetor que o segundo. Para testar essa hipótese teriam que ser feito o sequenciamento e a comparação dos isolados, o que se pretende realizar num futuro próximo.

Finalmente pode ser sugerida ainda a ocorrência de um satélite, um vírus que parasita outro vírus, e que frequentemente diminui a severidade das infecções causadas pelo vírus fitopatogênico. Os begomovírus são os únicos vírus que infectam plantas com genoma de DNA para o qual se conhece a ocorrência de satélites.

Os dados apresentados demonstram a complexidade do manejo de viroses, especialmente aquelas transmitidas por insetos, pois as condições ambientais atuam sobre o hospedeiro, sobre o vírus, sobre seu vetor e sobre as hospedeiras alternativas (tanto do vírus quanto do vetor) e dessa forma a doença pode não causar perdas expressivas em um ano e ser extremamente destrutiva no ano seguinte. No caso de *Begomovirus* essa situação é ainda mais

grave uma vez que existem diversas espécies capazes de infectar o feijoeiro e essas espécies podem causar infecções mistas (ZHOU et al., 1997; SAUDERS et al., 2001) ou formar reombinantes ou pseudorecombinantes (GARRIDO-RAMIREZ et al., 2000).

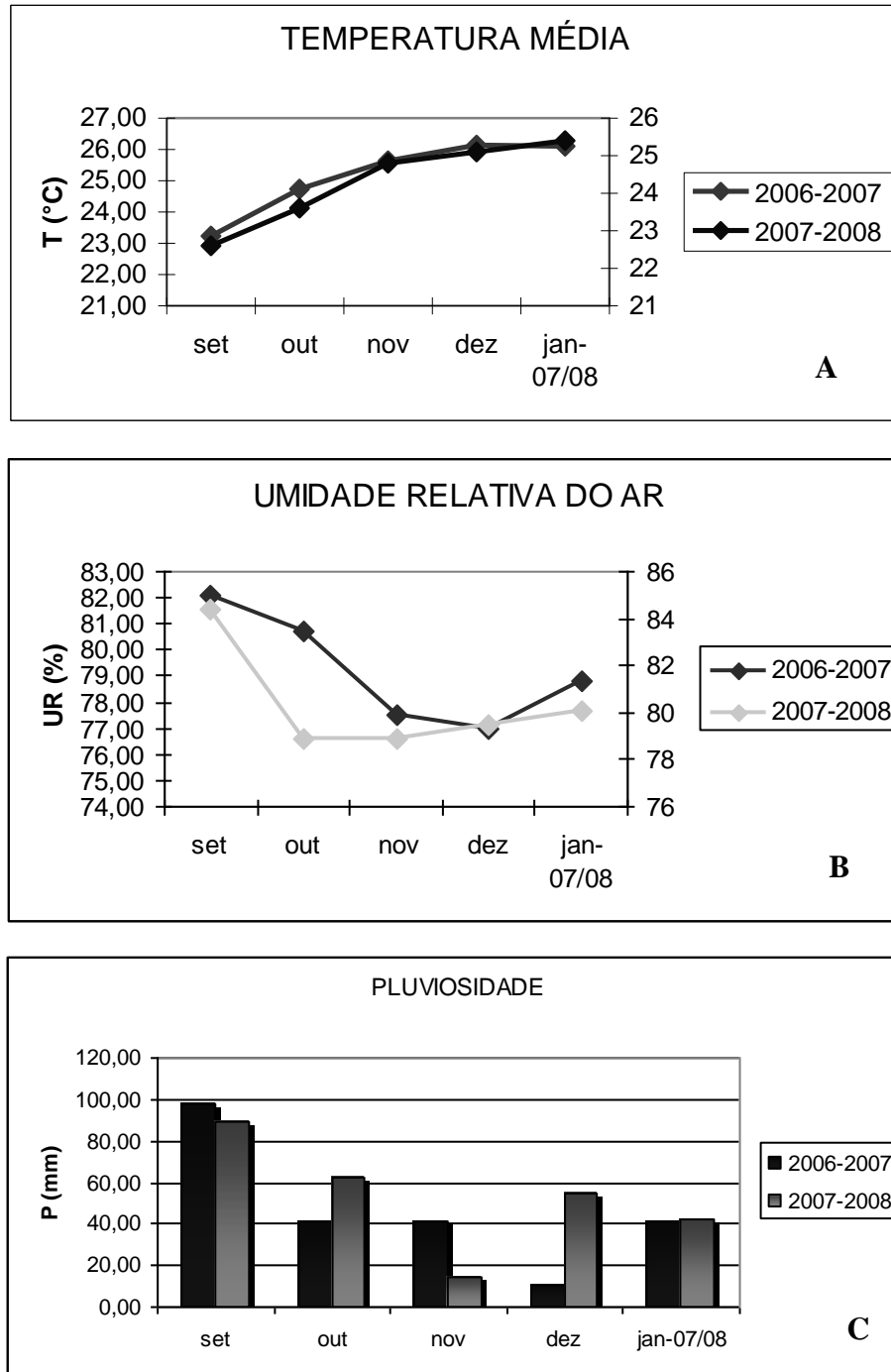


Figura 6. Condições climáticas no período do ensaio com feijoeiro irrigado, observadas em Rio Largo. Dados do posto meteorológico instalado no Centro de Ciências Agrárias

5. CONCLUSÕES

O sistema de irrigação pode afetar a incidência do mosaico dourado do feijoeiro, sendo o gotejamento o método de irrigação que mais favorece a ocorrência da virose;

A produção de plantas de feijoeiro diminui com o aumento da incidência da doença no campo;

Algumas invasoras como mussambê, picão-grande, feijão-de-rolinha e malva são hospedeiras de begomovírus e podem funcionar como fontes de inóculo para viroses do feijoeiro;

Variações nas precipitações pluviométricas e na umidade relativa do ar podem reduzir a população do vetor e conseqüentemente a incidência do mosaico dourado do feijoeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. Genetics of plant disease. In: **Plant Pathology**. 6 ed. San Diego: Academic Press. p. 489-498. 2005

ALMEIDA, L. D.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; Jr., P. & COSTA, A. S. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**. v.9, n. 6, p. 213-219. 1984.

AMBROZEVICIUS, L. P. et al. Genetic diversity of *Begomovirus* infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n.4, p. 372-377, 2002.

ARAGÃO, F.J.L & FARIA, J.C. Obtenção de feijoeiro resistente ao vírus do mosaico dourado. Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia e Embrapa Arroz e Feijão (Trabalho). Brasília, 13 p, 2004. Disponível em: <www.cnpaf.embrapa.br>. Acesso em: 10 de dez. 2005.

AZEVEDO, J.A.; MIRANDA, L.N. Produtividade do feijão em resposta à adubação fosfatada e regimes de irrigação em solo de Cerrado. II - Manejo da irrigação. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Manaus, v.22, p.12-13. 1996.

BARBOSA, F. R.; SIQUEIRA, K. M. M.; SOUZA, E. A. ; MOREIRA, W. A.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus do mosaico dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 879-883, 2002.

BEDFORD, I.D.; BRIDDON, R.W.; BROWN, J.K.; ROSSELL, R.C.; MARKHAM, P. G. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographical regions. **Annals of Applied Biology**, v. 125, p. 311-325, 1994.

BELLOWS, T.S.Jr; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. Description of especies of Hemisia (Homoptera: Aleyrodidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 87, p.195-206, 1994.

BIANCHINI, A. Resistance to Bean goleen mosaic virus in bean genotypes. **Plant Disease**, v. 83, p. 615-620, 1999.

BIRD, J.; PEREZ, J. E.; ALCONERO, R.; VAKILI, N. G.; MELENDEZ, P. L. A whitefly-transmitted golden yellow mosaic virus of *Phaseolus vulgaris* in Puerto Rico. **Nucleic acids Res.** v. 16, p. 4811-4829. 1972.

BLAIR, M.W.; BASSET, M.J., ABOUZID, A.M., HIEBERT, E.; POLSTON, J.E.; McMILLIAN, JR, R.T., GRAVES, W.; LAMBERTS, M. Occurrence of *Bean golden mosaic virus* in Florida. **Plant Disease**. v. 79, p. 529-533, 1995.

BROWN, J.K. The **biology and molecular epidemiology of the Geminiviridae subgroup III**. G. STACEY and N. T. KEEN, EDS. Plant Microbe Interactions. New York. ITP. v.2, pp. 125-195,1997.

BROWN, J.K.; BIRD, J. Whitefly-transmitted Geminiviruses ans associated disororders in the Americas and the Caribbean Basin. **Plant Disease**, v.76, n.3, p.220-225, 1992.

BROWN, J.K.; IDRIS, A.M.; FLETCHER, D.C. *Sinaloa tomato leaf curl virus*, a newly described geminivirus of tomato and pepper in west coastal Mexico. **Plant Disease**.v. 77, p. 1262, 1993.

CASTILLO-URQUIZA, G.P.; MAIA, F.G.M.;CARVALHO, M.G.; PINTO, C.M.F. & ZERBINI, F.M. Caracterização de um isolado do *bean rugose mosaic vírus*(BRMV) de Minas

Gerais e estimativa de perdas em feijoeiro em infecções simples ou em conjunto com o BCMV. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, n. 5, p. 455-461, 2006.

CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical. Common bean improvement. 2002. Disponível em: <[http://www..ciat.cgiar.org/beans/index.htm](http://www.ciat.cgiar.org/beans/index.htm)> Acesso em: 16 janeiro 2008.

COHEN, S.; DUFFUS, J.E.; LIU, H.Y. Acquisition, interference, and retention of curcubit leaf curl viruses in witheflies. **Phytopathology**. v.79, p. 109-113, 1989.

CONAB. **Indicadores agropecuários**. Preços agropecuários: feijão. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 dez. 2007.

COSTA, A.S. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. **Plant Protection Bulletin**. v.13, p. 121-130, 1965.

COSTA, C. T. S. Crescimento e produtividade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes sistemas de irrigação, nos tabuleiros costeiros de Alagoas. trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Alagoas, 2007.

COSTA, C.L. Transmissão de Geminiviridae. In: Vetores de vírus de plantas-1. Insetos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 6, p.133-134, 1998.

COSTA, C.L.; CUPERTINO, F.P. Avaliação de perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. **Fitopatologia Brasileira**, v.1, p.18-25, 1976.

DHAR, A.K.; SINGH, R.P. Geminivirus. In: SINGH, U.S.; SINGH, R.P.; KHOMOTO, K. (Eds). **Pathogenesis and host specificity in plant diseases**. Virus & Viroids. St. Paul: APS Press, p.289-309,1995.

DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 123p. 1994.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 11 ago. 2004.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em:<<http://www.embrapa.br/>> Acesso em 20 dez. 2007.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. Common bean and cowpea. In: FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. (Ed.). **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York : M. Dekker, 1991. p.280-318.

FAO: Food and Agriculture Organization. **Statistical Databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

FARIA, J.C.; GILBERTSON, R.L., HANSON, S.F., MORALES, F.J.; AHLQUIST, P.G.; LONIELLO, A.O., MAXWELL, D.P. Bean golden mosaic geminivirus Type II isolates from Dominican Republic and the Guatemala: Nucleotides sequences, infectious pseudorecombinants, and phylogenetic relationships. **Phytopathology**. v.84, p. 321-329, 1994.

FARIA, J.C.; MAXWELL, D.P. Variability in geminivirus isolates associated with *Phaseolus* spp. in Brazil. **Phytopathology**. v. 89, p.262-268, 1999.

FARIA, J.C.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), pela resistência varietal e inseticidas. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.1, p.32-35, 1988.

FELIPE, M. P.; SILVA, A.M.; JUNQUEIRA NETO, A.; NOGUEIRA, F.D. Efeito de diferentes lâminas de água e épocas de adubação nitrogenada sobre a produção de grãos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 9, 1992, Natal. Anais... Fortaleza: ABID, p.1249-1271. 1992.

FERNANDES, J.J. Caracterização e diversidade genética de geminivírus associados ao tomateiro na região do Triângulo Mineiro. Viçosa, 2001. Tese (Doutorado em Fitopatologia). 163f. Universidade Federal de Viçosa, 2001.

FERREIRA, L.T. & ÁVIDOS, M.F.D. Mosca-branca: Presença indesejada no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, p. 22-26, 1998.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao Uso de Marcadores Moleculares em Análise Genética. 2ª ed. Brasília, EMBRAPA-Cernagen, 220p. 1996.

FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L. BRANCO, M.C; MEDEIROS, M.A. Manejo integrado de pragas. In: **Tomate para processamento industrial**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, 168p. 2000.

FREITAS, F. O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1199-1203, 2006.

FREITAS-ASTÚA, J.; PURCIFULL, D. E.; POLSTON, J.E. & HIEBERT, E. Traditional and transgenic strategies for controlling tomato-infecting begomoviruses. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.437-449, 2002.

FUSCALDI, K. C. & PRADO, G. R.; Análise econômica da cultura do feijão. **Revista de política agrícola**. v.19, n. 1, p. 17- 30, 2005.

GÁLVEZ, G.E.; MORALES, F.J. Withefly-transmitted viruses. In : Schwartz, H.F. & PASTOR-CORRALES, M.A. (Ed.) **Bean production problems in the tropics**. 2 ed. Cali, CIAT, p.379-406, 1989.

GARRIDO-RAMIREZ, E.R.; SUDARSHANA, M.R., GILBERTSON, R.L. *Bean golden yellow mosaic virus* from Chiapas, México: Characterization pseudorecombination with other bean-infecting geminiviruses and germplasm screening. **Phytopathology**.v. 90, p.1224-1232, 2000.

GHANIM, M.; MORIN, S.; ZEIDAN, M., CZOSNEK, H. Evidence for transovarial transmission of *Tomato yellow leaf curl virus*. **Virology**. v. 240, p.295-303, 1998.

GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.10, p.1927-1937, 2000.

GRAVENA, S; BENVENGA, S. R. Manual Prático de Manejo de Pragas do Tomate. Jaboticabal: SP.,143p. 2003.

GUIMARÃES, C. M.; BRUNINI, O.; STONE, L. F. Adaptação do feijoeiro à seca I- Densidade e eficiência radicular. **PAB**, Brasília, v.31, n.6, p.393-399. 1996.

GUTIERREZ, A.S.D.; FERRARI, P.R. Como vencer a mosca-branca no tomate. Centro de Qualidade em Horticultura do CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo). São Paulo, **Circular Técnica**, n.1, 2002.

HANSON, S.F.; HOOGSTATEN, R.A.; AHLQUIST, P.; GILBERTSON, R.L.; RUSSELL, D.R.; MAXWELL, D.P. Mutacional analysis of a putative NTP-binding domain in the replication-associated protein (AC1) of Bean Golden Mosaic Geminivirus. **Virology**, n.211, p. 1-9, 1995.

IBGE (instituto brasileiro de geografia e estatística): Produção Agrícola Municipal - Cereais, Leguminosas e Oleaginosas. Rio de Janeiro 2006, disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=al&tema=pamclo&titulo=Produ%20Agr%20Municipal%20Cereais%20Leguminosas%20e%20Oleaginosas%202006>>. Acesso em: 20 dez. 2007.

IDRIS, A.M.; HIEBERT E.; BIRD, J.; BROWN, J.K. Two Newly Described Begomoviruses of *Macroptilium lathyroides* and Common Bean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, p. 774-783, 2003.

KARNOPP, L. M. Caracterização molecular, seqüenciamento de geminivírus em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) e estudo de marcadores para a resistência à virose. Recife, 2001. Tese (Doutorado em Genética). 94 p. Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. Water relations of plants and soils. San Diego, Academic, 495 p. 1995.

LAZAROWITZ, S.G. Geminiviruses: Genome structure and gene function. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v.11, p. 327-349, 1992.

LIMA, G. S. A; SILVA, C. A; VIANA, T. H. P.; ASSUNÇÃO, I. P.; RESENDE, L. V.; GALLINDO, F.; FREITAS, N. S. Detection and partial characterization of geminiviruses associated to weeds in the state of Pernambuco. **Virus Reviews & Research**, v.6, p. 158, 2001b.

LIMA, J.S. & FARIA, J.C. Feijoeiro expressando o gene *Rep* do vírus do mosaico dourado apresenta menor incidência da doença. VIII CONAFE – Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. Goiânia, 18 a 20 outubro de 2005, nº 0055. Disponível em: <www.cnfap.embrapa.br/conafe/pdf/conafe>. Acesso em: dez. 2005.

LIU, L.; VAN TONDER, T.; PIETERSEN, G.; DAVIES, J.W.; STANLEY, J. Molecular characterization of a subgroup I geminivirus from a legume in South Africa. **Journal of General Virology**, v.78,n.8, p.2113-2117, 1997.

LOPES, A.C.P.A.; BARROS, M.C.S.; SILVA, S.J.C, ASSUNÇÃO, I.P.; LIMA, G. S. A., DENISE. SILVA, D.M.W; RAMALHO NETO, C.E. Ocorrência de *Begomovirus* em fava no Estado de Alagoas. Anais: VII Reunião nacional da SBBq e 2nd International symposium in biochemistry of macromolecules and biotechnology – SBBq, Recife: Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. UFPE, p. 62, 2004.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil. Terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa: Plantaru, 440 p. 1991.

LOPES, C.A.; MAROUELLI, W.A. & CAFÉ FILHO, A.C. 2006. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.14. p. 151-179.

MARTÍNEZ ZUBIAUR, Y.; QUIÑONES, M.; FONSECA, D.; POTTER, J. L.; MAXWELL, D. P. First report of *Tomato yellow leaf Curl virus* associated with beans, *Phaseolus vulgaris*, in Cuba. **Plant Disease**, v. 86, n. 814. 2002.

MAYO, M.A., PRINGLE, C.R. Virus taxonomy: **Journal of General Virology**, v.79, p.649-657, 1997.

MELO, P.C.T. Mosca branca ameaça produção de hortaliças. Informe Técnico Asgrow, Campinas, 1992.

MORALES, F.J.; ANDERSON, P.K. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. **Archives of Virology**, New York, v.146, n.3, p. 415-441, 2001.

MORIN, S., GHANIM, M; ZEIDAN, M; CZOSNEK, H; VERBEEK, M. & VAN DEN HEUVELT, F.J.M. A Groel homologue from endosymbiotic bacteria of the whitefly *Bemisia tabaci* is implicated in the circulative transmission of tomato yellow leaf curl. **Virology**, v. 256, p. 75-84, 1999.

MUNIYAPPA, V.; VENKATESH, H.M.; RAMAPPA, H.K.; KULKARNI, R.S.; ZEIDAN, M.; TARBA, C.Y.; GHANIM, M.; CZOSNEK, H. Tomato leaf curl virus from Bangalore (ToLCV-Band 4): sequence comparison with Indian isolates, detection in plants and insects, and vector relationships. **Archives of Virology**, v. 145, p. 1583-1598, 2000.

NASSER, L. C. B. & SPEHAR, C. R. Embrapa Cerrados. Revista Cultivar Grandes Culturas. n 31, 2001. Grupo Cultivar de Publicações Ltda. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigo.asp?id=703>>. Acesso em: 16 fev. 2008.

NATESHAN, H.M.; MUNIYAPPA, V.; SWANSON, M.M.; HARRINSON, B.D. Host range, vector and serological relationships of cotton leaf curl virus from southern India. **Annual Applied Biology**, v.28, p. 233-244, 1996.

NAVA-CAMBEROS, U.N.; RILEY, D.G.; HARRIS, M.K. Temperature and host plant effects on development, survival, and fecundity of *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**, v.30, p.55-63, 2001.

NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. The ecology of tropical food crops. 2.ed. Cambridge, Grã-Bretanha. University Press, 430 p. 1995

OLIVEIRA, M.R.V.; HENNEBERRY, T.J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*, **Crop Protection**, Surrey, v. 20, p. 709-723, 2001.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, RE.F.; MENDONÇA, F. C.. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e Ambiental**. Campina Grande: v.4, n.3, p. 465-473, 2000.

PEREIRA, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irrigação**, Botucatu, v.7, n.1, 2002.

PICÓ, B.; DÍEZ, M.J.; NUEZ, F. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. II. The *Tomato yellow leaf curl virus* – A review. **Scientia Horticulturae**. v. 67, p. 151-196, 1996.

RODRIGUES, F. de Á.; BORGES, A. C. F.; SANTOS, M. R. dos; FERNANDES, J. J.; FREITAS JÚNIOR, A. de. Flutuação populacional da mosca-branca e a incidência de mosaico dourado em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1023-1027, 1997.

ROJAS, M.R.; GILBERTSON, R.L.; RUSSELL, D.R.; MAXWELL, P. Use of degenerated primers in the Polymerase Chain Reaction to detect whitefly-transmitted Geminiviruses. **Plant Disease**, v.77, n.4, p. 340-347, 1993.

SANTOS, C.D.G.; ÁVILA, A.C.; RESENDE, R.O. Estudo da interação de um begomovírus isolado de tomateiro com a mosca branca. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n.6, p. 644-673, 2003.

SANTOS, D.; CORLETT, F.M.F.; MENDES, J.E.M.F.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SAUDERS, K.; BEDFORD, I.D.; STANLEY, J. Pathogenicity of a natural recombinant associated with Agerantum yellow vein diseases: Implications for Geminivirus evolution and disease aetiology. **Virology**, v. 282, p. 38-47, 2001.

SCHUSTER, D.J.; STANSLY, P.A.; POLSTON, J.E. Expressions of plants damage by *Bemisia*., p. 153-165. In: GERLING, D. & MAYER, R.T. (eds.), *Bemisia* : Taxonomy, biology, control and management, Andover, Intercept, 648 p.1996.

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R.F.F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió-AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n.1, p. 131-141, 2004.

VAN REGENMORTEL, M.H.V.; FAUQUET, C.M.; BISHOP, D.H.L.; CARSTENS, E.B.; ESTES, M.K.; LEMON, S.M.; MANILOFF, J.; MAYO, M.A.; McGEOCH, D.J.; PRINGLE, C.R.; WICKNER, R.B. Virus taxonomy: seventh report of the International Committee of Taxonomy of Viruses. Amsterdam, Academic Press, 809p. 2000.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Biologia dos solos dos cerrados, Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 524p. 1997.

VICENTE, M.; KANTHACK, R.D.; NORONHA, A.B.; STRADIOTO, M.F.S. Incidência do mosaico dourado em feijoeiros cultivados em duas épocas de plantio na região de Presidente Prudente. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.4, p.373-376, 1998.

VIEIRA-JUNIOR, P. A.; DOURADO-NETO, D.; SMIDERLE, O. J.; CICERO, S. M. Efeitos de métodos de irrigação sobre a produção e a qualidade de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n 1, p.100-105. 1998.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F.H.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. Manejo Integrado da Mosca Branca, *Bemisia argentifolii*. Brasília. EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, n.9, 1997.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F.H.; NEWTON, M.; ELIAS, M.F. Predominância do biótipo B de mosca branca (*Bemisia argentifolii*) em diversos hospedeiros e regiões do Brasil. Anais, 8º Encontro Latino-Americano e do Caribe Sobre Moscas Brancas e Geminivirus, Recife, p. 150, 1999.

ZERBINI, F.M.; CARVALHO, M.G.; MACIEL-ZAMBOLIN, E. Introdução à Virologia Vegetal. Viçosa, Editora UFV, 145p. 2002.

ZHOU, X.F.; LIU, Y.L.; ROBINSON, D.I.; HARRISON, B.D. Four DNA-A variants among Pakistani isolates of cotton leaf curl virus and their affinities to DNA-A of Geminivirus isolates from okra. **Journal of General Virology**, v.79, p. 915-928, 1997.

ANEXO

Tabela 2. Médias mensais dos dados edafoclimáticos colhidos na subestação experimental de meteorologia, localizada no centro de ciências agrárias, de 2006 a janeiro de 2008.

Meses	Temperetura do ar (°C) média	UR (%) média	P (mm) soma
jan/06	25,27	78,29	67,82
fev	26,68	75,45	6,10
mar	26,83	77,49	77,72
abr	25,56	85,19	250,45
mai	24,15	88,07	419,61
jun	23,15	88,86	381,00
jul	22,43	89,04	202,95
ago	22,62	85,55	101,35
set	23,23	82,05	98,04
out	24,73	80,69	40,89
nov	25,64	77,50	41,66
dez	26,14	76,99	10,92
jan/07	26,10	78,80	41,70
fev	26,60	77,90	141,00
mar	25,30	84,50	169,40
abr	25,00	85,40	109,50
mai	24,20	87,90	167,60
jun	23,20	88,00	202,70
jul	22,3	88,90	193,3
ago	22,10	87,50	230,60
set	22,6	84,4	89,7
out	23,6	78,9	62
nov	24,8	78,9	14,5
dez	25,1	79,5	54,4
jan/08	25,4	80,1	42,7

A n á l i s e d e V a r i a n c i a

INCID

Fontes de Variação Signif.	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
TRAT	2	14727.33	7363.667	12.098
Resíduo	33	20085.45	608.6501	

Coeficiente de Variação = 73.204

D U N C A N

Variável = INCID (608.6501)

TRAT	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1	gotejo	12	62.1292	A
2	microaspersão	12	22.2325	B
3	aspersão	12	16.7425	B

PRODUC

Fontes de Variação Signif.	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
TRAT	2	69452.55	34726.27	18.834
Resíduo	33	60846.91	1843.846	

Coeficiente de Variação = 38.148

D U N C A N

Variável = PRODUC (1843.846)

TRAT	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3	aspersão	12	172.4817	A
2	microaspersão	12	96.7783	B
1	gotejo	12	68.4233	B

Procedimento = Correlações

Objetivo = Correlações paramétricas e não-paramétricas

Variáveis (1) = TRAT REP INCID PRODUC

C o r r e l a ç õ e s d e P e a r s o n

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
TRAT	TRAT	36	1.0000	*****	0.0000
TRAT	REP	36	0.0000	0.0000	0.5000
TRAT	INCID	36	-0.5958	-4.3262	0.0001
TRAT	PRODUC	36	0.7061	5.8148	0.0000
REP	TRAT	36	0.0000	0.0000	0.5000
REP	REP	36	1.0000	*****	0.0000
REP	INCID	36	0.1128	0.6619	0.2562
REP	PRODUC	36	0.2582	1.5585	0.0642
INCID	TRAT	36	-0.5958	-4.3262	0.0001
INCID	REP	36	0.1128	0.6619	0.2562
INCID	INCID	36	1.0000	*****	0.0000
INCID	PRODUC	36	-0.3728	-2.3429	0.0126
PRODUC	TRAT	36	0.7061	5.8148	0.0000
PRODUC	REP	36	0.2582	1.5585	0.0642
PRODUC	INCID	36	-0.3728	-2.3429	0.0126
PRODUC	PRODUC	36	1.0000	*****	0.0000