

Universidade Federal do Piauí

**Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo
Cucumber mosaic virus, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e
*Cowpea severe mosaic virus***

Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de “Mestre”.

Teresina

2011

Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira
Bióloga

Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus*, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus*

Orientador:
Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho
(Embrapa Meio-Norte)
Coorientadores:
Prof^a. Dr^a. Ângela Celis de Almeida Lopes
(CCN-UFPi)
Dr^a. Maria do Socorro da Rocha Nogueira
(Embrapa Meio-Norte)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de “Mestre”.

Teresina
2011

Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus* e *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus*

Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira

Aprovada em ___/___/___

Comissão julgadora:

Prof^a. Dr^a. Ângela Celis de Almeida Lopes – CCN / UFPI

Dr^a. Maria do Socorro da Rocha Nogueira - Embrapa Meio-Norte

Prof. Dr. Marcelo Eiras - Instituto Biológico – SP

**Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho - Embrapa Meio-Norte
(Orientador)**

Aos meus avós Pedro Licinio e
Expedita Francisca Ribeiro pelo
amor e carinho (*In memoriam*)
Ao meu pai Benedito Pereira de
Oliveira (*In memoriam*), à minha
mãe pelo seu amor e paciência,

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao Soberano Deus que permitiu mais esta conquista e meu deu forças para ir até o fim; A Ti seja dada toda glória!

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) pelo apoio institucional, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho, exemplo de profissional e ser humano, pela sua simplicidade em transmitir seus conhecimentos e a forma de lidar com as pessoas, pela ética em tudo que realiza, pelo crédito, apoio e incentivo, obrigada.

À Msc. Gislanne Brito Barros pelo companheirismo, conselhos e sobretudo pela amizade.

Ao Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro pela atenção, dedicação e grande contribuição na realização das análises estatísticas.

Ao Dr. Marcelo Eiras pela disponibilidade e valiosa contribuição na comprovação da pureza dos isolados virais.

Ao Sr. Agripino Ferreira do Nascimento, pessoa agradável, com quem compartilhei bons momentos, pela sua ajuda, inclusive nos finais de semana; pela sua amizade e ensinamentos para toda a vida.

Aos colegas do mestrado em Genética e Melhoramento, em especial Raimundo Nonato Oliveira Silva, Leane Fialho de Melo, Verônica Brito da Silva e Jeane de Oliveira Moura pela boa convivência e aprendizado.

Ao Manoel Gonçalves da Silva, Paulo Sérgio Monteiro, Francisco Reis de França, Francisco Gregório Chaves, Francisca dos Santos, Maria das Graças Silva Costa, Augusta Rodrigues dos Santos, enfim toda a equipe do feijão-caupi que me ajudou ao longo dessa caminhada.

À Dr^a. Maria do Socorro da Rocha Nogueira pela contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

À todos os estagiários da Embrapa Meio-Norte, em especial Rosana Mendes Moura; Lígia Renata Almeida da Silva, Jéssica Daniele Lustosa da Silva e Carolline de Jesús Pires.

À Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes por não medir esforços e sempre procurar fazer o melhor em prol dos alunos.

À Prof^a. Dr^a. Ângela Celis de Almeida Lopes pela disponibilidade e pessoa acessível que és.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento pela dedicação e ensinamentos ao longo desses dois anos.

À Dr^a. Semíramis Rabelo Ramalho Ramos por ter me iniciado no universo da pesquisa.

Aos funcionários da biblioteca da Embrapa Meio-norte, em especial, Francisco de Assis da Silva Lima, Maria Gorette Ribeiro dos Santos e Orlane da Silva Maia por sempre que possível disponibilizar os artigos solicitados e pela amizade.

À todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização dessa etapa importante na minha vida.

À todos, a minha gratidão!!!!!!

“... Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.

Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou;

Tempo de matar, e tempo de curar; tempo de derrubar, e tempo de edificar;

Tempo de chorar, e tempo de rir; tempo de prantear, e tempo de dançar;

Tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar, e tempo de afastar-se de abraçar;

Tempo de buscar, e tempo de perder; tempo de guardar, e tempo de lançar fora;

Tempo de rasgar, e tempo de coser; tempo de estar calado, e tempo de falar;

Tempo de amar, e tempo de odiar; tempo de guerra, e tempo de paz ...

“Eclesiastes 3: 1-8 “

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Classificação botânica, centro de origem e nomes vulgares.....	22
2.2 Importância da cultura	22
2.3 Características gerais dos vírus	23
2.4 Doenças ocasionadas por vírus na cultura do feijão-caupi	25
2.4.1 <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV).....	25
2.4.2 <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV)	28
2.4.3 <i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV).....	30
2.4.4 <i>Cowpea golden mosaic virus</i> (CPGMV)	33
2.5 Medidas de controle de doenças virais em vegetais	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Isolados virais.....	35
3.2 Purificação biológica e manutenção dos isolados virais em plantas indicadoras de feijão-caupi.....	35
3.2.1 <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV).....	35
3.2.2 <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV)	36
3.2.3 <i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV).....	37
3.3 Procedimento de inoculação	38
3.4 Genótipos de feijão-caupi.....	39
3.5 Dinâmica da avaliação.....	41
3.5.1 Primeira avaliação.....	41
3.5.2 Avaliação em gaiolas protegidas com tela antiafídeos.....	41

3.5.3 Avaliação em campo	43
3.5.4 Segunda Avaliação	44
3.5.5 Ensaio em gaiola protegida com tela antiafídeos	44
3.5.6 Ensaio em campo.....	45
3.6 Análise estatística	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Primeira avaliação.....	47
4.1.1 Ensaio sob infecção viral induzida em gaiola com tela antiafídeo	47
4.1.2 Ensaio sob infecção viral natural em campo	49
4.2 Segunda avaliação.....	52
4.2.1. Ensaio sob infecção viral induzida em gaiolas com tela antiafídeo	52
4.2.2.1 Inoculação com extrato de plantas infectadas com isolado de CMV.....	52
4.2.2.2 Inoculação mecânica com mistura de extratos de plantas infectadas com isolados de CMV e CABMV.....	58
4.2.2.3 Inoculação mecânica com mistura de extratos de plantas infectadas com isolados de CMV e CPSMV-I.....	64
4.2.2.4 Inoculação mecânica com mistura de extratos de plantas infectadas com isolados de CMV, CABMV e CPSMV-I.....	69
4.2.2.5 Sintomas visuais apresentados por genótipos de feijão-caupi sob infecção simples com CMV associados ao CABMV e ao CPSMV-I.....	74
4.3. Ensaio de campo.....	77
4.3.1 Avaliação de caracteres quantitativos	77
5. CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS.....	81

RESUMO

OLIVEIRA, Cláudia Roberta Ribeiro de. **Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus* e à infecção mista com *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus***. 2011. 91 p. Dissertação. (Mestre em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) representa uma das mais importantes fontes de proteína vegetal para as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Muitos fatores podem afetar seu rendimento, destacando-se a incidência de doenças infecciosas, em especial as viroses. Dentre as principais espécies de vírus que infectam o feijão-caupi, no Brasil, destacam-se: *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e o *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV). As viroses podem ser mais severas com a ocorrência de infecções mistas. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a reação de genótipos de feijão-caupi quanto à resistência à infecção simples ao CMV e mista nas combinações: CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I. Foram avaliados 57 genótipos em duas etapas. Na primeira etapa, foram feitas quatro avaliações, três em gaiolas com tela antiafídeos para CMV, CABMV e CPSMV-I e uma em condições de campo sob infecção natural. Em gaiolas, os sintomas foram observados e, no campo avaliou-se o número de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade. A segunda etapa foi realizada com 18 genótipos selecionados na primeira etapa. Foram realizados nove ensaios, oito em gaiolas com tela antiafídeos e um em campo sob infecção natural. Os ensaios em gaiolas foram feitos um na ausência de vírus e outro na presença de isolado viral, ou seja, dois ensaios para cada isolado viral. Nesses ensaios foram avaliados os efeitos qualitativos, por meio de caracterização dos sintomas e os efeitos quantitativos por meio de medida da altura das plantas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura e também o peso da matéria seca da planta aos 34 dias. No ensaio de campo foram avaliados o número de plantas assintomáticas, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produtividade. Os resultados mostraram que houve diferença entre genótipos nas inoculações com os vírus CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I. As infecções mistas reduziram a altura da planta e o peso da matéria seca. Além disso, nas infecções envolvendo os três vírus ocorreu a morte prematura de alguns genótipos. Os genótipos que apresentaram o melhor comportamento nas infecções controladas com CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I foram BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-22, TE97-309G-24, TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961. Os genótipos BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-22 e TE97-309G-24 podem ser usados diretamente em programas de melhoramento, enquanto os genótipos TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961 precisam ser submetidos a um pré-melhoramento.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, melhoramento, resistência a vírus, efeito sinérgico

ABSTRACT

OLIVEIRA, Cláudia Roberta Ribeiro de. **Reaction of cowpea genotypes to single coinfections of *Cucumber mosaic virus* and mixed infection with *Cowpea aphid-borne mosaic virus* and *Cowpea severe mosaic virus***. 2011. 91 p. Dissertation. (Master in Genetics and Breeding) - Federal University of Piauí, Teresina, 2011.

The cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) represents one of the most important sources of vegetable protein to the North and Northeast of Brazil. Many factors can affect its yield, highlighting the incidence of infectious diseases, mainly viruses. The main virus species that infect cowpea, in Brazil are: *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) and *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV). Viruses can be more severe with the occurrence of mixed infections. Therefore this study aimed to evaluate the reaction of cowpea genotypes for resistance to CMV in single and mixed infection in different combinations (CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I). We evaluated 57 genotypes in two steps. In the first step, were made four evaluations, three in cages with insect proof net for CMV, CABMV and CPSMV-I and one in the field under natural infection. In cages the plants were evaluated by visual symptoms and in the field by the number of asymptomatic plants, 100 grains weight and yield. The second step was conducted with 18 genotypes selected in the first step. At this stage nine trials were conducted, eight in cages with insect proof net and one in the field under natural infection. The tests in cages were made in the absence of virus, with the inoculation made only with of sodium phosphate buffer (I-0) and another in the presence of viral isolate (I-1), with two tests for each viral isolate. In these trials the effects of quality was evaluated through characterization of the symptoms and the quantitative effects by measuring plant height at six, 20 and 34 days after sowing and also through the dry weight of plants to 34 days. In the field trial, we assessed the number of asymptomatic plants, pod length, number of grains per pod, 100 grains weight and yield. The results showed that there were differences in genotypes inoculated with the viruses CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I and CMV+CABMV+CPSMV-I. Mixed infections reduced the plant height and dry weight. Moreover, in the mixed infections involving the three viruses, there was the premature death of some genotypes. The genotypes that presented the best behavior in controlled infections with CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I and CMV+CABMV+CPSMV-I were BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-22, TE97-309G-24, TVu 379, TVu 382, TVu 966, TVu 3961. Genotypes BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-22 and TE97-309G-24 can be used directly in breeding programs, while the genotypes TVu 379, TVu 382, TVu 966 and TVu 3961 need to be submitted to pre-breeding program.

Keywords: *Vigna unguiculata*, breeding, virus resistance, synergistic effect

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sintoma de mosaico leve induzido pelo <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV) em plantas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) na cultivar CNC-0434.....	36
Figura 2 – Sintoma de mosaico induzido pelo <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV) em plantas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) na cultivar CNC-0434.....	37
Figura 3 – Sintomas de mosaico, bolhosidade e distorção foliar induzidos pelo <i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV) em plantas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) na linhagem IT85F-2687.....	38
Figura 4 – Dinâmica da avaliação utilizada no presente trabalho.....	42
Figura 5 – Gaiolas protegidas com tela antiafídeos utilizadas na condução dos experimentos.....	43
Figura 6 – Reação de genótipos de feijão-caupi na linhagem IT93K-452-1 inoculados com isolados virais.....	75
Figura 7 – Genótipos mais promissores às inoculações virais.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Área cultivada, produção e produtividade do feijão-caupi, em 2007 ⁽¹⁾	22
Tabela 2	– Relação de alguns de vírus detectados infectando o feijão-caupi no mundo.....	24
Tabela 3	– Genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) avaliados no presente trabalho. Teresina, Piauí, 2010.....	40
Tabela 4	– Sintomas apresentados pelos genótipos de feijão-caupi sob inoculação mecânica com os vírus CMV, CABMV e CPSMV-I em condição de gaiolas protegidas com tela antiafídeos. Teresina-PI, 2010.....	47
Tabela 5	– Quadrado médio da porcentagem de plantas assintomáticas, peso de 100 g e da produtividade, e coeficiente de variação e média dos genótipos de feijão-caupi submetidos à infecção viral natural em campo. Teresina, Piauí, 2010.....	50
Tabela 6	– Médias da proporção de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade de 56 genótipos de feijão-caupi submetidos à infecção viral natural, em condição de campo. Teresina, Piauí, 2010.....	51
Tabela 7	– Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise individual dos ensaios inoculados com tampão de fosfato de sódio (I-0) e com um isolado do CMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	53
Tabela 8	– Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtidos pela análise conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com um isolado de CMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	54

Tabela 9 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	54
Tabela 10 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	55
Tabela 11 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV obtidas em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.....	57
Tabela 12 – Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	59
Tabela 13 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtido pela análise conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e da diferença de altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	60
Tabela 14 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CABMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	60

Tabela 15 – Quadrado médio do efeito de inoculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CABMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	61
Tabela 16 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV (I-1) obtidas em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.....	63
Tabela 17 – Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de planta e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí.....	65
Tabela 18 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtidos pela análise conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e da diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	66
Tabela 19 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	66
Tabela 20 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	67

Tabela 21 –	Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CPSMV-I (I-1) obtidas em leituras realizadas aos 6, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.....	68
Tabela 22 –	Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de planta e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí.....	70
Tabela 23 –	Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtido pela análise conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e da diferença de altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	71
Tabela 24 –	Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	71
Tabela 25 –	Quadrado médio do efeito de inóculo dentro genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.....	72

Tabela 26 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura e da diferença de alturas de planta e matéria seca de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) obtidas em leituras realizadas aos 6, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.....	73
Tabela 27 – Sintomas apresentados pelos genótipos de feijão-caupi sob inoculação mecânica com vírus CMV, CABMV e CPSMV-I. Teresina, Piauí, 2010.....	74
Tabela 28 – Quadrado médio de genótipo e do erro, média e coeficiente de variação dos componentes da produção e porcentagem de plantas assintomáticas de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.....	87
Tabela 29 – Média da proporção de plantas assintomáticas, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produtividade de 18 genótipos de feijão-caupi submetidos à infecção virótica natural, em condição de campo. Teresina, Piauí, 2010.....	79

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é originário do continente africano e foi introduzido no Brasil pelos colonizadores portugueses, mais precisamente no Estado da Bahia de onde passou a ser cultivado em todo País (FREIRE FILHO, 1988). No Brasil, essa leguminosa tem grande importância, sobretudo, para as regiões Norte e Nordeste onde se destaca como uma importante fonte de proteína na dieta alimentar das populações rurais e urbanas.

Um dos principais fatores limitantes à produção da cultura do feijão-caupi são as viroses, podendo provocar perdas na produção da ordem de 70% (SANTOS, 1987). O feijão-caupi pode ser infectado por mais de 20 espécies diferentes de vírus em diferentes regiões do mundo (THOTTAPPILLY e ROSSEL, 1985). Na Nigéria, que é o País maior produtor de feijão-caupi, são relatados oito vírus infectando essa leguminosa (THOTTAPPILLY e ROSSEL, 1992). Dentre as principais espécies de vírus que infectam o feijão-caupi, no Nordeste Brasileiro, pode-se citar: *Cucumber mosaic virus* (CMV) (gênero *Cucumovirus*, família *Bromoviridae*); *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) (gênero *Potyviridae*, família *Potyvirus*); *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) (gênero *Comovirus*, família *Comoviridae*) e *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV) (gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae*) (LIMA et al., 2005).

A ocorrência, no Brasil, do CMV infectando naturalmente a cultura do feijão-caupi foi relatada nos Estados de Goiás (LIN et al., 1981a), Piauí (LIN et al., 1982) e Ceará (SANTOS et al., 1999). O CPSMV foi detectado nos Estados do Piauí (LIMA et al., 1986a), Pernambuco (COELHO et al., 1992), Paraná (BERTACINI et al., 1994) e Ceará (SANTOS et al., 1999). O CABMV foi detectado no Estado do Ceará, (SANTOS et al., 1999).

As infecções ocasionadas por vírus podem ocorrer tanto de forma isolada como em infecções mistas. A ocorrência natural de infecções mistas envolvendo CMV e CABMV foi relatada em vários municípios do Ceará (SANTOS et al., 1999). As infecções viróticas resultantes da coinfecção por dois ou mais vírus é um dos principais problemas enfrentados pelos melhoristas de plantas, pois genótipos que apresentam resistência a um determinado vírus podem ter essa resistência quebrada quando coinfectedos por mais de um vírus.

O CMV em infecções isoladas não ocasiona perdas consideráveis à produção do feijão-caupi. No Brasil, verificou-se que essa taxa pode variar em torno de 2,5 a

5,4 % dependendo da suscetibilidade da cultivar (LIN et al., 1981b). Entretanto, em infecções mistas, associado a vírus do gênero *Potyvirus* pode causar redução de até 86,4% (PIO RIBEIRO et al., 1978). A perda ocasionada pelo CABMV na cultura de feijão-caupi varia de 13 a 87 % dependendo da suscetibilidade da cultivar, estirpe do vírus e das condições ambientais (BASHIR et al., 2002). A resistência isolada ao CMV e CABMV, apresentada por alguns genótipos de feijão-caupi normalmente, pode ser perdida quando esses genótipos são coinfectedos pelos dois vírus.

Em estudos realizados em áreas de produção de feijão-caupi, em alguns municípios do Ceará, investigando o grau de incidência dos vírus CMV, CABMV e CPSMV, detectou-se a ocorrência do CMV com vários graus de incidência; o CABMV teve índice elevado tanto isoladamente quanto associado ao CMV e o CPSMV apresentou baixa incidência. Por outro lado, o complexo CMV+CABMV ocorreu em todos os municípios com significativos graus de incidência (SANTOS et al., 1999).

O CPSMV pode ocasionar perdas na produção em torno de 80% (RIOS, 1984) a 81% (GONÇALVES; LIMA, 1982), dependendo das condições de cultivo e época da infecção. Nas infecções induzidas pelo *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV), as perdas podem variar de 39,6% a 77,8%, dependendo da época da infecção (SANTOS; FREIRE, 1988). A redução na produção do feijão-caupi, ocasionada por viroses, é mais acentuada quando decorre de infecções mistas, esse tipo de infecção frequentemente é o mais observado na natureza (LIMA et al., 2005).

A principal medida de controle para as viroses vegetais é a utilização de genótipos resistentes, sobretudo pela não utilização de defensivos químicos para o controle de vetores e conseqüentemente não poluição do ambiente. Muitos genótipos de feijão-caupi resistentes já foram identificados, porém a resistência pode ser quebrada quando a infecção ocorre por mais de um vírus simultaneamente (LIMA et al., 2005; BARRETO; SANTOS, 1999).

Devido à importância sócio-econômica da cultura do feijão-caupi para as regiões Norte e Nordeste e também Centro-Oeste do Brasil, objetiva-se com este trabalho identificar genótipos expressando resistência ao CMV isoladamente e às misturas virais de CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I, que possam ser utilizados diretamente ou como parentais em programas de melhoramento, de modo a contribuir para a redução de perdas na qualidade e na quantidade da produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Classificação botânica, centro de origem e nomes vulgares

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta dicotiledônea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboidae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Todo o feijão-caupi, cultivado, pertence à subespécie *unguiculata* a qual é subdividida em quatro cultigrupos: *unguiculata*, *sesquipedalis*, *biflora* e *textilis* (PADULOSI; NG,1997).

É originário do continente africano e foi introduzido, no Brasil, no século XVI pelos colonizadores portugueses mais precisamente no Estado da Bahia de onde passou a ser cultivado em todo país (FREIRE FILHO, 1988).

No Brasil, o feijão-caupi possui uma série de nomes comuns que variam de região para região. No Norte e Nordeste, onde se concentra o maior cultivo dessa espécie, é conhecido como feijão macassar, feijão-de-corda, feijão-de-praia e feijão da colônia (FREIRE FILHO et al., 2005).

2.2 Importância da cultura

O feijão-caupi tem grande importância econômica, principalmente para as regiões mais secas dos trópicos. Na África central é de grande importância para subsistência das pessoas e uma oportunidade de geração de renda (SINGH et al., 2002). Santos e Araújo (2000) afirmam que, no Brasil, o feijão-caupi é um prato quase obrigatório das populações rurais e urbanas, destacando-se como uma importante fonte de proteína na dieta alimentar dos brasileiros das regiões Norte e Nordeste.

A área cultivada com feijão-caupi em todo o mundo, em 2007, estimada pelo Food and Agricultural Organization (FAO, 2009) foi de cerca de 12,5 milhões de hectares, onde a África contribuiu com 87,2%, a América com 11,2%, a Ásia com 1,3% e a Europa com 0,06%. É importante mencionar que o Brasil contribuiu com 95,4% da área cultivada no continente americano. No que se refere a produção mundial, a estimativa da FAO foi de 3,6 milhões de toneladas. Desse total a África contribuiu com 82,2%, a Ásia com 4,0%, a América com 13,1% e a Europa com 0,67%. Do mesmo modo como na área cultivada, a contribuição do Brasil na produção do continente americano foi de 87,5%. Desse modo, no ano de 2007

destacaram-se como maiores produtores mundiais de feijão-caupi a Nigéria, Níger, Brasil, Burkina Faso e Myanmar, respectivamente com 32,0%, 27,4%, 11,4%, 6,9% e 3,7% da produção (Tabela 1).

No Brasil, o feijão-caupi é cultivado em todas as regiões do país, seu cultivo é concentrado nas regiões Norte e Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2005), onde fornece alimento para mais de 25 milhões de pessoas (SINGH et al., 2002).

Quando comparado ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*), as propriedades nutricionais do feijão-caupi são relativamente superiores (TEIXEIRA et al., 1988). Frota et al. (2008) estudaram a composição química do feijão-caupi, na cultivar BRS-Milênio, e características apreciáveis como altos teores de energia, proteínas, fibras, minerais e alta proporção de ácidos graxos solúveis foram encontrados. Frota et al. (2010) utilizaram farinha de feijão-caupi para enriquecer produtos de panificação e os resultados demonstraram que os produtos enriquecidos foram superiores às formulações padrão. Outra característica que vem consolidando a importância do feijão-caupi é a biofortificação dos seus grãos, a qual possibilita fornecer uma dieta mais rica em proteína, ferro e zinco à população carente, possibilitando o combate à anemia e fortalecendo o sistema imunológico dessa população.

No Brasil, essa leguminosa é cultivada normalmente por pequenos agricultores como cultura de subsistência, mas atualmente existe um crescente interesse do cultivo por parte dos grandes produtores. Devido tal interesse, muitos centros de pesquisas começam a se mobilizar no sentido de estudar e tentar melhorar cultivares com o objetivo de torná-las melhor adaptadas e mais produtivas. Um dos fatores que dificultam esse trabalho é a ocorrência de viroses, que representam um fator limitante à produção do feijão-caupi em quase todas as regiões produtoras.

2.3 Características gerais dos vírus

Os vírus de plantas são parasitas intracelulares obrigatórios, submicroscópicos, desprovidos de qualquer mecanismo próprio para entrada e saída da célula hospedeira. Para sua replicação os vírus precisam estar no interior da célula, como eles não têm mecanismo próprio para romper a parede celular, na natureza, isso é feito por meio de insetos vetores. Os principais mecanismos de disseminação são: insetos vetores, sementes infectadas e inoculação mecânica (ZARBINI JUNIOR et al., 2002).

Tabela 1 – Área cultivada, produção e produtividade do feijão-caupi no mundo, em 2007 ⁽¹⁾.

Países	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
África			
Oeste, Centro eSul			
Nigéria	4.491.000	1.168.000	260
Níger	4.768.138	1.001.139	210
Burkina Faso	538.702	253.190	470
Camarões	100.000	95.000	950
Senegal	168.825	59.812	354
Mali	263.177	58.291	221
Repúblicas Democrática do Congo			
	110.000	55.000	500
Sudão			
	91.250	17.000	186
África do Sul			
	13.500	7.000	519
Guiné-Bissau			
	3.127	469	150
Leste e Sudeste			
Quênia	130.163	83.251	640
Uganda	72.000	75.000	1.042
Malawi	79.000	54.000	684
Repúblicas Unidas da Tanzânia			
	150.000	50.000	333
Madagascar			
	4.600	3.800	826
Suazilândia			
	1.700	700	412
Norte e Noroeste			
Mauritânia	23.000	8.000	348
Egito	3.000	6.800	2.267
Ásia			
Myanmar	153.000	133.000	869
Sri Lanka	10.630	10.850	1.021
Filipinas	380	1.000	2.632
Iraque	750	600	800
Chipre	80	135	1.688
Estado da Palestina	30	30	1.000
América			
Norte e Caribe			
Haiti	43.000	30.000	698
Estados Unidos da América	4.450	5.760	1.294
Trinidad e Tobago	150	500	3.333
Jamaica	228	245	1.075
Sul			
Brasil	1.345.744	416.957	310
Peru	17.063	22.755	1.334
Guiana	260	400	1.538
Europa			
Sérvia	5.137	15.013	2.923
República da Macedônia	2.000	7.300	3.650

continua...

Países	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
Bósnia e Herzegovina	1.100	1.500	1.364
Croácia	100	400	4.000
Hungria	10	10	1.000
Total	12.595.284	3.642.897	289

conclusão

⁽¹⁾ FAOSTAT (2009), com exceção dos dados referentes ao Brasil. ⁽²⁾ Dados estimados com base no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) (LEVANTANETO ... 2007).

O material genético dos vírus é constituído por único tipo de ácido nucléico (RNA ou DNA) e proteínas. Podendo ser encontrado nas formas de RNA de fita simples (ssRNA); RNA de fita dupla (dsRNA); DNA de fita simples (ssDNA) e DNA de fita dupla (dsDNA). Entretanto, na sua grande maioria, os vírus de plantas são constituídos de RNA de fita simples, sentido positivo, que pode funcionar diretamente como RNA mensageiro durante a infecção. Em cada gênero de vírus podem ser encontradas diferentes morfologia de partículas virais, como: alongadas, icosaédricas, baciliformes e cilíndricas (ZERBINI JUNIOR et al., 2002).

2.4 Doenças ocasionadas por vírus na cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi pode ser infectado por mais de 20 espécies diferentes de vírus em diferentes regiões do mundo (THOTTAPPILLY; ROSSEL, 1985). Na Nigéria, que é o maior produtor mundial de feijão-caupi, são relatados oito vírus infectando essa leguminosa (THOTTAPPILLY; ROSSEL, 1992). No Nordeste Brasileiro, os principais vírus que infectam o feijão-caupi são: *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e o *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV) (LIMA et al., 2005). Os Principais vírus que infectam o feijão-caupi são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação de alguns vírus detectados infectando o feijão-caupi.

Espécie Viral	Gênero	Família	Forma de transmissão	Referências
<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Afídeos, sementes e inoculação mecânica	Lima et al., (2005); Eiras et al., (2004); Brioso (2009); Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV)	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Afídeos, sementes e inoculação mecânica	Lima et al., (2005);Brioso (2009); Thottappilly; Rossel, (1985)
<i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV)	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Besouros e inoculação mecânica	Lima et al., (2005); Brioso (2009);Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea golden mosaic virus</i> (CPGMV)	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>	Enxertia, mosca branca	Lima et al., (2005); Brioso (2009);Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea mosaic virus</i> (CPMV)	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Besouro, sementes e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea rugose mosaic virus</i> (CPRMV)	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Afídeos e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985); Brioso (2009)
<i>Cowpea green vein-banding virus</i> (CGVBV)	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Afídeos, sementes e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985); Brioso (2009)
<i>Cowpea chlorotic mottle</i> (CCMV)	<i>Bromovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Besouros e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea mottle virus</i> (CMeV)	<i>Não agrupado</i>	<i>Ptyviridae</i>	Besouro, sementes e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985)
<i>Cowpea mild mottle</i> (CMMV)	<i>Carlavirus</i>	<i>Flexiviridae</i>	Mosca branca, sementes e inoculação mecânica	Thottappilly e Rossel, (1985)

2.4.1 Cucumber mosaic virus (CMV)

O CMV pertence à família *Bromoviridae*, gênero *Cucumovirus*, possui partículas isométricas, com aproximadamente 30 nm de diâmetro. Possui ampla gama de hospedeiros, podendo infectar mais de 1000 espécies vegetais distribuídas em mais de 40 famílias botânicas, incluindo Fabaceae e Curcubitaceae (LIMA et al., 2005).

No Brasil, a primeira ocorrência do CMV infectando feijão-caupi foi descrita em Goiânia, Goiás (LIN et al., 1981a). No ano seguinte, também, foi detectado a ocorrência deste vírus no Piauí (LIN et al., 1982).

Os isolados de CMV estão classificados em dois grupos: CMV-I e CMV-II. O CMV-I foi dividido em dois subgrupos, CMV-Ia e CMV-Ib, baseados na reação causada em plantas de feijão-caupi (DANIELS; CAMPBELL, 1992). Eiras et al. (2004) analisaram 23 isolados de CMV de diferentes espécies de plantas hospedeiras coletados em sete estados brasileiros. A análise biológica, sorológica e molecular mostrou que os isolados, predominantemente, pertencem ao subgrupo CMV-Ia. Esses estudos também evidenciaram a primeira ocorrência de um isolado do subgrupo CMV-Ib, no Brasil.

A concentração de partículas virais do CMV foi estudada em diferentes plantas hospedeiras e em diferentes períodos por Miyai et al. (2002). Com auxílio da microscopia eletrônica de transmissão (MET) por meio da contagem das partículas virais, foi possível determinar o período de maior concentração do vírus na planta hospedeira e identificar a espécie *Nicotiana debneyi* como a mais adequada para ser utilizada na manutenção dos isolados virais.

O CMV pode ser transmitido por diversas espécies de afídeos como *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* Sulz, por sementes e por inoculação mecânica (LIMA et al., 2005). A transmissão do CMV por meio de sementes infectadas varia conforme a espécie hospedeira. No Brasil, Santos (1987) constatou que o CMV é transmitido por meio de sementes infectadas da cultivar de feijão-caupi Quebracadeira, a uma taxa de 1,2% e Lin et al. (1981b) verificaram que nas cultivares Seridó e Pitiúba essa taxa foi de 5,4% e 2,5%, respectivamente. Lima et al. (1996a) estudaram a transmissão por meio de sementes e por afídeos, *Aphis gossypii*, a partir de plantas duplamente infectadas por CMV e CABMV. Os estudos demonstraram índice de transmissão de 25,0% por afídeos e de 0,42% por

sementes para CMV e de 37,5% por afídeos e de 0,84% por sementes para o CABMV. Estudos realizados por Bashir e Hampton (1996) para detectar e identificar vírus transmitidos por sementes na cultura do feijão-caupi revelaram que os vírus, CMV, CABMV e BICMV foram transmitidos por meio de sementes de feijão-caupi introduzidas de 12 países, com incidência de transmissão de 0 – 2,0 %; 0 – 13,3 % e 0 – 6,9 %, respectivamente.

A análise de alguns genótipos de feijão-caupi quanto à resistência simultânea aos vírus CMV e CABMV foi verificada por Barreto e Santos (1999), nenhum dos materiais estudados foi imune aos dois vírus simultaneamente, e outros que possuem imunidade a um ou outro vírus isoladamente, tiveram a resistência quebrada quando infectado pelos dois vírus ao mesmo tempo. A ação sinérgica entre os dois vírus pode ocasionar, na planta hospedeira, danos mais severos do que quando infectadas isoladamente por um desses vírus, resultando em maiores perdas na qualidade e quantidade da produção.

Os efeitos das inoculações com CMV e CABMV foram estudados por Atiri e Mih (1992). As inoculações simultâneas dos vírus CMV e CABMV ou inoculações espaçadas de quatro dias, tenderam a reduzir a matéria seca e os componentes de produção das linhagens inoculadas, em relação àquelas inoculações espaçadas de 20 dias. Os efeitos ocasionados pelos vírus CMV, CABMV e CPSMV em cultivares de feijão-caupi em infecções simples e mistas foram estudadas por Vale e Lima (1994), sendo que o CMV isoladamente ocasionou apenas sintomas leves em todas cultivares estudadas. Entretanto em associação com CABMV e CPSMV ocasionou morte prematura em algumas das cultivares.

Citado vírus reage sinérgicamente com vários *potyvirus*, ocasionando perdas na produção de várias culturas, inclusive do feijão-caupi. Nos Estados Unidos, experimento em casa de vegetação mostrou que o CMV reduziu a produção da cultivar California Blackeye em 14,2% e *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) reduziu a produção da mesma cultivar em 2,5%. Entretanto, em condições de campo, essa cultivar teve sua produção reduzida em 86,4% quando infectada pelos dois vírus simultaneamente (PIO RIBEIRO et al., 1978). No Brasil, na cultura do feijão-caupi, a coinfeção do CMV ocorre principalmente com CABMV fazendo com que haja um agravamento dos sintomas em relação às infecções simples (QUEIROZ et al., 2010) .

No Ceará, estudo realizado com 100 genótipos de feijão-caupi mostrou que apesar da severidade dos sintomas observados no campo, que levaram a pensar na ocorrência de CPSMV, este vírus não foi detectado entre os genótipos. No entanto, 86% das cultivares estavam coinfectedas com CMV e um *Potyvirus* não identificado, sendo que a severidade dos sintomas resultou provavelmente da ação sinérgica dos dois vírus (LIMA et al., 1991a).

O grau de incidência dos vírus CMV, CABMV e CPSMV em infecções simples e múltiplas foram avaliados em alguns municípios do estado do Ceará, onde foram constatados baixos índices de infecção para o CPSMV. O CMV apresentou vários graus de incidência. Entretanto, o CABMV teve índices elevados, tanto isoladamente quanto, associado ao CMV, em todos os municípios visitados. O complexo CMV+CABMV prevaleceu em todos os municípios, com significativos graus de incidência (SANTOS et al., 1999).

Isolados de CMV podem induzir diferentes sintomas em diferentes plantas hospedeiras. Alguns genótipos de feijão-caupi apresentam reação de hipersensibilidade ao isolado CMV-Y, em consequência da presença do gene R nesses genótipos. Cruzamentos recíprocos realizados entre as cultivares PI 189375, suscetível, e a Kurodane-Sanjaku, resistente, mostraram que o gene R é herdado como uma característica dominante (NASU et al., 1996). Kobayashi et al. (2007), estudando a reação de hipersensibilidade (RH) em feijão-caupi ocasionada pela infecção da linhagem CMV-Y, observaram que RH é precedida por uma fraca emissão de biofotografias seguida da morte localizada das células infectadas. Os sintomas exibidos por linhagens ou cultivares de feijão-caupi às infecções ocasionadas por isolados de CMV tendem a desaparecer entre a segunda e terceira semana após a inoculação (LIN et al., 1981a; LIN et al., 1981b; MIH et al., 1991). Resultados semelhantes foram encontrados em estudos sobre a transmissão desse vírus por meio de sementes infectadas (SANTOS, 1987).

O vírus CMV possui várias espécies hospedeiras naturais, entre elas podemos citar: *Peperomia caperata* (BOARI et al., 1996a), *Impatiens* sp. (BOARI et al., 1996b), *Hypocyrta nervosa*, *Impatiens walleriana* (DUARTE et al., 1996) e *Capsicum annuum* L. (FRANGIONI et al., 2003).

Apesar do CMV contribuir para ocorrência de perdas na produção, estudos não têm sido realizados para identificar genótipos de feijão-caupi resistentes. Na Nigéria, por exemplo, o CMV não é considerado economicamente importante (MIH et

al., 1991). Entretanto, no Brasil, um estudo realizado por Rocha et al. (2003), identificaram-se, como imunes, os seguintes genótipos: IT84S-2135, IT85F-2687, IT86D-716, IT87D-885-1, IT89K-381, IT89KD-245-1, TE84-27-7G, TE87-98-8G, TE87-98-9G-1, TE87-98-9G-2, TE87-98-13G, TE87-108-6G e TE87-115-10G.

2.4.2 Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV)

O CABMV pertence à família Potyviridae e ao gênero Potyvirus, considerado o gênero de vírus de maior importância econômica por infectar um grande número de espécies botânicas. Apresenta partículas filamentosas e flexuosas, com dimensões de 660 nm a 760 nm, genoma viral constituído por um RNA de fita simples (ssRNA) e senso positivo e a proteína do capsídeo apresenta aproximadamente 34 kDa, representando 95% da constituição química da partícula (LIMA et al., 2005).

Amostras foliares e de sementes de plantas de feijão-caupi coletadas em duas regiões do Paquistão foram analisadas quanto à presença de vírus. As amostras foliares analisadas estavam infectadas em 29% com *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), 21% com *Southern bean mosaic sobemovirus* (SBMV), 17% com *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV), 8% com *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) e 4% com *Cowpea mottle carmovirus* (CPMoV). Entretanto o *Cucumber mosaic virus* (CMV) e o *Cowpea mosaic virus* (CPMV) não foram detectados em nenhuma das amostras. Nas amostras das sementes analisadas, embora um teste sorológico, Enzyme Linked Immunosorbent Assay (Elisa), pudesse comprovar a presença dos vírus CABMV, SBMV e BICMV, apenas CABMV foi comprovado ser transmitido por semente a uma taxa de 7% (BASHIR; HAMPTON, 1993).

O CABMV é transmitido por pulgões, sementes e por inoculação mecânica (LIMA et al., 2005). Entre os pulgões se destaca o *Aphis craccivora* Koch. Esse vetor foi utilizado em testes de transmissibilidade a partir de isolados de feijão-caupi coletados no Ceará, a eficiência da transmissão de plantas infectadas para plantas saudas ficou em torno de 85% (LIMA et al., 1981). As sementes de feijão-caupi infectadas por CABMV constituem um importante mecanismo de disseminação do vírus. Bashir e Hampton (1996) estudando a transmissão de viroses por meio de sementes infectadas de germoplasma pré-introduzido constataram que o CABMV tem sido introduzido nos Estados Unidos por meio de sementes de feijão-caupi infectadas.

Os efeitos das infecções ocasionados pelos vírus *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Bean southern mosaic virus* (SBMV) e *Cowpea mottle virus* (CMeV) em infecções simples e mistas e a concentração viral apresentada por cultivares comerciais e linhagens de feijão-caupi provenientes da Nigéria e do “International Institute of Tropical Agriculture” (IITA) foram estudados por Taiwo et al. (2007). Nesse estudo foi observado que as plantas quando infectadas em estágio precoce apresentam maior suscetibilidade e maior concentração de vírus em relação às infectadas tardiamente e, as infecções virais mistas podem resultar em completa perda da produção. Efeitos no desenvolvimento da planta e nos parâmetros de produção resultantes da interação de mais de um vírus em plantas de feijão-caupi foram estudados por Kareem e Taiwo (2007), em que a altura média das plantas e o número de folhas produzidas pelas plantas inoculadas 30 dias após o plantio foram superiores às inoculadas 10 dias após o plantio.

Os sintomas em plantas infectadas pelo vírus CABMV podem manifestar-se de diversas formas, tais como: mosqueado, mosaico, manchas cloróticas, bolhosidade e deformação foliar, dependendo da cultivar envolvida, da época e da forma de inoculação (LIMA et al., 2005). Taiwo e Akinjogunla (2006) relatam que quanto mais jovem for a planta infectada e quanto maior número de vírus que a infectam simultaneamente, mais devastador poderá ser o efeito desses vírus no desenvolvimento da planta, na produção e na qualidade nutricional do grão. As perdas ocasionadas pelo CABMV na cultura de feijão-caupi variam de 13 a 87% dependendo da suscetibilidade da cultivar, estirpe do vírus e das condições ambientais (BASHIR et al., 2002).

A resistência ao CABMV em feijão-caupi pode ser conferida por gene dominante ou recessivo (BASHIR et al., 2002). Ombakho et al. (1987) estudaram a herança da resistência ao CABMV, em que os dados da segregação revelaram que a resistência dos genótipos ICV 11 e TVU 310 é conferida por um gene dominante. Estudos realizados para obtenção de cultivares de feijão-caupi resistentes aos vírus CPSPMV e CABMV revelaram que a herança da resistência a ambos os vírus é monogênica recessiva (BARROS, 2010; NOGUEIRA et al., 2009).

A melhor alternativa para o controle do CABMV é o uso de variedades resistentes. Alguns genótipos já foram identificados como imunes ao CABMV, a saber: TVu 379, TVu 382, TVu 966, TVu 3961, V-17, Lot. 7909-Purple, Bunch Purple

Hull, Dixiecream, Cowpea 535 (LIMA et al., 1986b); IT85F-2687 e IT86D-716 (ROCHA et al., 2003).

2.4.3 Cowpea severe mosaic virus (CPSMV)

O CPSMV é um vírus da família *Comoviridae* do gênero *Comovirus*, possui genoma com um total de 9,73 kb, dividido em duas moléculas de RNA de hélice simples de 6,0 Kb e 3,73 Kb, encapsulados em partículas protéicas e uma terceira sem ácido nucléico é produzida cuja concentração e presença depende da estirpe. As partículas possuem forma isométrica, com aproximadamente 28 nm de diâmetro (LIMA et al., 2005).

O CPSMV pode ser eficientemente disseminado na natureza por meio de coleópteros, entre os quais se destacam *Cerotoma arcuata* (Oliver) e *Diabrotica speciosa* (Germar) e também pode ser transmitido artificialmente por meio de inoculação mecânica (BATISTA et al., 1998; SALAS et al., 1999). Embora estudos comprovem que o CPSMV não possa ser transmitido por sementes, o vírus pode reduzir a porcentagem de germinação de sementes de plantas infectadas em 10% a 45%, dependendo da época de inoculação (LIMA et al., 1983). Além disso, o vírus pode ser encontrado em várias partes imaturas da planta infectada, como: flores, tegumento, cotilédones e embrião. Porém, nas sementes secas, a presença do vírus pode ser observada apenas no tegumento de algumas sementes analisadas (LIMA et al., 1983; LIMA et al., 1989). Os vírus presentes no tegumento das sementes de plantas infectadas, além de afetarem o aspecto comercial também podem reduzir o vigor das plântulas (LIMA et al., 1989).

As plantas de feijão-caupi infectadas pelo CPSMV, dependendo da cultivar, podem manifestar variados sintomas, que ocorrem desde as folhas até as vagens e sementes. Nas folhas, os sintomas manifestam-se na forma de manchas cloróticas e necróticas, mosaico severo, distorção foliar, redução da lâmina foliar, bolhosidade, clareamento de nervuras e morte da planta; as vagens e sementes podem apresentar manchas irregulares, podendo também, no caso das sementes, apresentarem baixo índice de germinação (LIMA et al., 2005).

No Brasil, foram identificados quatro sorotipos do CPSMV, designados sorotipos I, II, III e IV, baseado em determinantes antigênicos específicos para distinção sorológica desse vírus (LIN et al., 1981c; LIN et al., 1984). Lima et al. (1986a), baseado nas diferenças sorológicas e biológicas apresentadas por isolados

de CPSMV obtidos no Ceará e Piauí, os denominaram de CPSMV-CE e CPSMV-PI. Embora esses dois isolados assemelhem-se, respectivamente, aos sorotipos I e II do CPSMV, identificados por Lin et al. (1981c), existem diferenças que impossibilitam o enquadramento dessas estirpes segundo os sorotipos descritos por estes autores. No Piauí, foram identificados os sorotipos I e II desse vírus (SANTOS, 1982). CPSMV foi encontrado infectando naturalmente *Phaseolus vulgaris* L. em áreas de plantio no Distrito Federal, e os testes sorológicos indicaram que se tratava do sorotipo IV (CUPERTINO et al, 1981; CUPERTINO et al, 1982). *Cerotoma arcuata* (Oliver) e *Diabrotica speciosa* (Germar) foram capazes de transmitir o sorotipo IV do CPSMV a partir de feijoeiro infectado (COSTA et al., 1981). Apesar de alguns trabalhos relatarem a facilidade do sorotipo IV do CPSMV em infectar feijão comum, o mesmo não ocorre com o feijão-caupi (CUPERTINO et al, 1981; CUPERTINO et al, 1982). Entretanto, plantas de feijão-caupi infectadas naturalmente por CPSMV em Cabrobó, PE, foram analisadas e os testes sorológicos indicaram relacionamento com sorotipo IV do CPSMV de Lin et al. (1984) (COELHO et al., 1992).

A comparação biológica, sorológica e molecular entre isolados do CPSMV, realizada por Camarço et al. (2009), permitiu constatar, por meio do estudo da gama de hospedeiros, diferenças biológicas entre os isolados, especialmente entre genótipos de feijão-caupi. Entretanto, por meio da sorologia e da técnica da Reação em Cadeia da Polimerase ou Polymerase Chain Reaction (PCR), usando primers degenerados, foi possível detectar relacionamento sorológico e molecular entre os isolados estudados. Por meio desse estudo também foi possível ranquear os isolados, baseados no grau de severidade com que as plantas hospedeiras foram afetadas.

As perdas na produção de feijão-caupi, em condições de campo, resultantes dessa virose podem chegar a 80%, dependendo da suscetibilidade das plantas e da época em que as plantas hospedeiras são infectadas (RIOS, 1984). Em condições de casa de vegetação, o efeito redutor na produção foi de 81% nas plantas inoculadas 10 dias após o plantio (GONÇALVES; LIMA, 1982). Booker et al. (2005) mostraram que o período de inoculação tem impactos consideráveis na produção, ou seja, quando a infecção ocorreu em estágio precoce do desenvolvimento da planta, as perdas na produção variaram entre 50 e 85% e quando a infecção ocorreu em estágios mais tardios a perda variou entre 2 e 36%. O efeito da infecção na redução da produção foi mais pronunciado no período seco.

A despeito da severidade ocasionada pelo CPSMV no feijão-caupi, estudos mostram que há vários genótipos imunes ao vírus, entre eles, podem ser citados: TVu 379, TVu 382, TVu 966, TVu 3961, Macaibo, CNC-0434 (LIMA et al., 1986b); BR12- Canindé (SANTOS et al., 1990); BR-10 Piauí, BR-14 Mulato, BR17-Gurguéia, CNCx-249-272F e CNC-0434 (PAZ et al., 1999). Alguns genótipos também já foram identificados como sendo imunes às estirpes CPSMV-PI, CNCx-676-51F e TE87-98-8G, e a estirpe CPSMV-CE, CNCx-676-13F e CNC-0434 (ROCHA et al., 2003); CNCx-252-1E e EPACE V-96, esta última, resistente a todas as estirpes desse vírus, inclusive CPSMV-MC (BARRETO, 1999). É importante mencionar que, algumas linhagens podem apresentar imunidade a uma ou mais estirpes e serem suscetíveis a outras estirpes, como é o caso da cultivar Macaibo em relação à estirpe CPSMV-MC, a única capaz de infectá-la (LIMA et al., 1998). O mesmo ocorre com a linhagem L.254.008, referida como imune, mas que se mostrou suscetível a um isolado de CPSMV coletado em Pernambuco (PAZ et al., 1999).

Os genótipos CNCx-85-6D, CNCx-252-1E, CNCx-188-131E/P, CNCx-105-22E, CNCx-149-01G, CNCx-16-17E/P, CNCx-284-55F, CNCx-284-4E, CNCx-664-13E, CNCx-279-010G, CNCx-662-39E, CNCx-249-94E e CNCx-279-26G foram selecionados por Gomes e Soares (1991) por apresentarem resistência ao CPSMV. Passos (1999) identificou os genótipos BR14-Mulato, BR17-Gurguéia e TE93-244-23F como resistentes aos sorotipos I e II, simultaneamente; IT89KD-260, TE94-256-2E como resistentes ao sorotipo I e TE93-200-40F, TE-200-49F, TE93-212-10F, TE93-213-12F, TE93-213-12F.1, TE93-213-12F.2, TE93-214-4F.2 e TE94-277-3F resistentes ao sorotipo II. Mais recentemente, Nogueira et al. (2006) identificaram as linhagens MNC99-508F-12, MNC99-510G-7 e MNC99-510F-16, como resistentes ao sorotipo I do CPSMV.

Estudos realizados por Vale e Lima (1995) determinaram que a herança da resistência ao CPSMV na cultivar Macaibo é conferida por um único gene recessivo. Assunção et al. (2005) estudando a herança da imunidade ao CPSMV nas cultivares Macaibo e CNC-0434 e na linhagem L.254.008 detectaram que genes diferentes podem conferir resistência ao CPSMV. Nas cultivares Macaibo e CNC-0434 a resistência é conferida por um gene recessivo, enquanto que a linhagem L.254.008, a resistência é controlada por dois genes recessivos não ligados. Nogueira et al. (2001), estudando a herança da resistência ao CPSMV I, na cultivar Costelão, concluíram que a mesma possui um gene dominante para suscetibilidade e que os

demais parentais, ou seja, TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961 apresentam um único gene recessivo para resistência.

2.4.4 Cowpea golden mosaic virus (CPGMV)

O CPGMV pertence à família *Geminiviridae*, gênero *Begomovirus*. Possui genoma constituído de DNA circular e hélice simples, com dois componentes (DNA A e DNA B) (LIMA et al., 2005). O CPGMV é transmitido por duas espécies de moscas brancas: *Bemisia tabaci* e *Bemisia argentifolli* e pode também ser transmitido por enxertia (LIMA et al., 2005). A mosca branca se configura como principal vetor do CPGMV devido à eficiência da transmissão e a sua elevada capacidade de multiplicação populacional (BARRETO et al., 2001). Hoje, porém, ambas as espécies de mosca branca são classificadas como *Bemisia tabaci*, biótipos A e B, sendo o biótipo B correspondente à *Bemisia argentifolli* (LOURENÇÃO, 2002; SILVA et al., 2004). Essa virose não é disseminada na natureza por meio de sementes, nem por inoculação mecânica (LIMA et al., 1991b; LIMA et al., 2005).

Plantas invasoras podem funcionar como foco de disseminação dos *Begomovirus*. Diferentes amostras de plantas invasoras apresentando sintomas de mosaico amarelo, deformação do limbo foliar e redução do crescimento foram coletadas em diferentes regiões do Nordeste Brasileiro e avaliadas quanto à presença de *Begomovirus*. Todas as amostras estavam infectadas, incluindo *Herissantia crispera* (L.) Brizicky, *Waltheria indica* L. e *Triumfetta semitriloba* Jacq. , relatadas pela primeira vez como hospedeiras desse vírus (ASSUNÇÃO et al., 2006). Semelhante a outros vírus, o CPGMV, dependendo da época de infecção, ocasiona perdas consideráveis na produção. Santos e Freire Filho (1988) estudaram a redução da produção de feijão-caupi ocasionada pelo CPGMV e constataram que plantas infectadas nos primeiros 20 dias após o plantio tiveram sua produção reduzida em 77,8%, enquanto que aquelas infectadas entre 41 e 60 dias sofreram redução de 39,6%.

2.5 Medidas de controle de doenças virais em vegetais

Segundo Zerbini Junior et al. (2002) o controle das viroses vegetais deve ter caráter preventivo, pois não são conhecidas substâncias capazes de impedir a replicação e, ou o movimento do vírus no hospedeiro, sem também prejudicar o

metabolismo das plantas. As medidas de controle normalmente mais recomendadas para as viroses vegetais são: resistência natural; eliminação de fonte de inóculo; utilização de material vegetal livre de vírus; controle de insetos vetores e proteção cruzada, na qual uma estirpe fraca de um vírus é inoculada de modo artificial na planta, conferindo proteção contra estirpes mais agressivas do mesmo vírus (BENDENDO, 1995). Lima et al. (1996b) investigaram os efeitos da pulverização de extrato de goiabeira, *Psidium guajava*, sobre a infectividade do CPSMV em feijão-caupi. Os resultados revelaram índices de inibição do vírus entre 91,7 a 100% nas plantas pulverizadas.

Segundo Lima et al. (2005) as medidas de controle mais importantes contra viroses do feijão-caupi são agrupadas nas seguintes categorias gerais: 1) programa tradicional de hibridação visando desenvolver cultivares imunes ou resistentes a vírus; 2) produção de sementes livres de vírus; 3) práticas culturais, envolvendo o controle dos insetos vetores por meio de medidas de exclusão. O uso da resistência genética para controle de doenças virais é a medida de controle mais efetiva (LIMA et al., 2005). Dessa forma, além de conferir proteção efetiva, reduz os custos da produção e diminui os danos ocasionados ao meio ambiente (GÓMEZ et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Isolados Virais

Os isolados virais de CMV, CABMV e CPSMV, utilizados nesse trabalho, foram obtidos a partir de plantas de feijão-caupi naturalmente infectadas e coletadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, situada a uma latitude 05°05'S, longitude 42°48'W Gr e a 72 m de altitude, em Teresina, Piauí.

3.2 Purificação biológica e manutenção dos isolados virais em plantas indicadoras de feijão-caupi

Para realização da pesquisa fez-se necessário a purificação biológica dos isolados em plantas indicadoras. Após comprovada a purificação por meio de teste sorológico e molecular, os isolados de CMV, CABMV e CPSMV-I foram mantidos em genótipos de feijão-caupi indicadores, respectivamente, CNC-0434, Pampo e TE97-200-49F. Cada vírus foi mantido separadamente em gaiola protegida com tela antiáfideo. Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os sintomas típicos do CMV, CABMB e CPSMV-I em plantas de feijão-caupi, respectivamente.

3.2.1 Cucumber mosaic virus (CMV)

Inicialmente, o isolado de CMV coletado encontrava-se associado ao CABMV. Para isolar o CMV utilizaram-se as linhagens: TE97-309G-3; TE97-309G-4; TE97-309G-10; TE97-309G-18; TE97-321G-3; TE97-321G-8 e TE97-367G-12, citadas na literatura como suscetíveis ao CMV e imunes ao CABMV, com base em testes realizados no Laboratório de Virologia Vegetal da Universidade Federal do Ceará (UFC) (FREIRE FILHO, 1999).

As sete linhagens foram semeadas em bandejas contendo solo autoclavado e seis dias após o plantio foram inoculadas mecanicamente com amostras foliares da cultivar CNC-0434. Utilizaram-se dez plantas de cada linhagem, onde oito foram inoculadas com o extrato infectado com os vírus e duas inoculadas apenas com solução tampão de fosfato de sódio. Após 20 dias, o extrato foliar de cada uma das sete linhagens foi inoculado, separadamente, nas cultivares CNC-0434, suscetível ao CMV e CABMV (VALE; LIMA, 1994), e na Pampo que é suscetível ao CABMV e altamente resistente ao CMV (PONTE; ALVES, 1994). A fim de observar quais das sete linhagens estavam infectadas apenas com CMV.

Das sete linhagens inoculadas, foram selecionadas TE97-309G-3 e TE97-309G-4, uma vez que seus extratos induziram sintomas semelhantes àqueles induzidos pelo CMV na cultivar CNC-0434 e não induziram sintomas na cultivar Pampo. Amostras foliares infectadas dessas duas linhagens foram enviadas ao Instituto Biológico, em São Paulo, para confirmar se o vírus havia sido isolado, o que foi confirmado por meio de Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) com antissoro policlonal específico para CMV na linhagem TE97-309G-3.

O isolado viral foi mantido em plantas infectadas da linhagem TE97-309G-3, cultivado em gaiola individual, protegida com tela antiafídeo. A multiplicação do inóculo foi realizada na cultivar CNC-0434, por meio de inoculações mecânicas sucessivas de plantas doentes para plantas saudáveis.



Figura 1 – Sintoma de mosaico leve induzidos pelo *Cucumber mosaic virus* (CMV) em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (L.) Walp.) na cultivar CNC-0434.

Fonte: Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira (2010).

3.2.2 Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV)

O isolado de CABMV coletado encontrava-se associado ao CMV. Para isolar o CABMV foram utilizadas plantas indicadoras, ou seja, que apresentavam alta resistência ao CMV e suscetibilidade ao CABMV. Dessa forma, utilizou-se a cultivar Pampo que é suscetível ao CABMV e altamente resistente ao CMV (PONTE; ALVES, 1994). Amostras foliares infectadas da cultivar Pampo foram enviadas ao

Laboratório de Fitovirologia e Fisiopatologia do Instituto Biológico, em São Paulo, para análise. A pureza do isolado viral foi confirmada por meio de ELISA e transcrição reversa seguida de Reação em cadeia da Polimerase (RT-PCR), com primers específicos para o CABMV.



Figura 2 – Sintoma de mosaico induzido pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na cultivar CNC-0434.

Fonte: Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira (2010).

3.2.3 Cowpea severe mosaic virus (CPSMV)

Para purificação do CPSMV, sorotipo I, utilizou-se a linhagem TE 97-200-49F, descrita por Passos (1999), como indicadora do referido vírus. A multiplicação do inóculo, para realização dos experimentos, foi realizada na linhagem IT85F-2687, a qual em trabalho realizado por ROCHA et al. (2003), foi suscetível ao CPSMV e imune ao CMV e CABMV. Essa multiplicação foi realizada por meio de inoculações mecânicas sucessivas a partir de plantas doentes para plantas saudias. Amostras foliares infectadas de feijão-caupi, purificadas biologicamente, foram enviadas ao Laboratório de Fitovirologia e Fisiopatologia do Instituto Biológico, em São Paulo, para avaliar a pureza do isolado viral de CPSMV. A pureza do isolado foi confirmada por meio de RT-PCR com primers específicos para o CPSMV.



Figura 3 – Sintomas de mosaico, bolhosidade e distorção foliar induzidos pelo *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na linhagem IT85-2687.

Fonte: Maria do Socorro da Rocha Nogueira (2010).

3.3 Procedimento de inoculação

Para as inoculações simples com CMV, CABMV e CPSMV-I foram inoculadas oito plantas com o isolado viral e duas com tampão fosfato de sódio. O tecido foliar infectado foi macerado, em almofariz, na presença de tampão fosfato de sódio 0,01 M, pH 7,5 na proporção de 1,0 g de tecido foliar para 9,0 ml de tampão e, como abrasivo, foi utilizado “Celite” (NOGUEIRA et al., 2001). Nas inoculações envolvendo o CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I foram inoculadas cinco plantas com o isolado viral e cinco com tampão fosfato de sódio, utilizando-se para o CMV 1,0 g de tecido foliar para 9,0 ml de tampão. As inoculações duplas, ou seja, envolvendo CMV+CABMV e CMV+CPSMV-I foram usados tecidos foliares infectados, na proporção de 0,5 g de cada um dos vírus, de modo que se usou 1 g de tecido foliar para 9 ml de tampão. Nas inoculações envolvendo os três vírus foram utilizados 0,33 g de cada um dos vírus, perfazendo 1g tecido foliar para 9 ml de tampão fosfato de sódio 0,01 M, pH 7,5 na proporção de 1,0 g de tecido foliar para 9,0 ml de tampão e, como abrasivo, foi utilizado “Celite” (NOGUEIRA et al., 2001). Em todas as etapas, as plantas foram inoculadas seis dias

após o plantio e reinoculadas cinco dias após a primeira inoculação. Após as inoculações, as mesmas foram lavadas com água da torneira para retirada do excesso do inóculo.

3.4 Genótipos de feijão-caupi

O material genético de feijão-caupi foi composto por cultivares e linhagens brasileiras e por linhagens introduzidas do “International Institute of Tropical Agriculture” (IITA), em Ibadan, Nigéria. Os genótipos utilizados nessa pesquisa foram selecionados a partir da avaliação preliminar de 46 genótipos submetidos à inoculação mecânica pelos vírus CABMV e CPSMV-I (dados não publicados⁽¹⁾). Desses materiais, 31 genótipos foram selecionados para este trabalho com base no nível de resistência aos citados vírus. Em seguida foram selecionados mais 26 genótipos, com base na reação à inoculação com um isolado de CMV. Desse modo, formou-se um grupo de 57 genótipos (Tabela 3).

⁽¹⁾ Projeto: Identificação de fontes de resistência por meio dos efeitos qualitativos e quantitativos de infecções virais e produção de sonda não radioativa para detecção de vírus. Processo 48347/2007-4 CNPq. Coordenador: Francisco Rodrigues Freire Filho.

Tabela 3 – Genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) avaliados no presente trabalho. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	Cor do Grão	Peso de 100 grãos (g)	Procedência
BR17- Gurguéia	Sempre-verde	13,44	Embrapa Meio-Norte
BRS - Guariba	Branco	19,57	Embrapa Meio-Norte
BRS- Cauamé	Branco	17,62	Embrapa Meio-Norte
BRS14-Mulato	Marrom	13,50	Embrapa Meio-Norte
BRS-Aracê	Verde	13,78	Embrapa Meio-Norte
BRS-Itaim	Branco com halo preto	15,28	Embrapa Meio-Norte
BRS-Juruá	Verde	15,23	Embrapa Meio-Norte
BRS-Marataõa	Marrom	16,94	Embrapa Meio-Norte
BRS-Pajeú	Marrom	17,76	Embrapa Meio-Norte
BRS-Potengi	Branco	15,71	Embrapa Meio-Norte
BRS-Tumucumaque	Branco	22,21	Embrapa Meio-Norte
BRS-Xiquexique	Branco	17,44	Embrapa Meio-Norte
Canapuzinho	Marrom	21,24	Embrapa Meio-Norte
Capela	Azulado	23,32	Embrapa Meio-Norte
CNC-0434	Branco	14,62	IITA ⁽¹⁾
CNCx-698-128G	Marrom	14,71	Epace ⁽²⁾
Corujinha-CE	Mosquado cinza	13,88	Embrapa Meio-Norte
Inhuma	Marrom	15,22	Embrapa Meio-Norte
IT82D-60	Branco com halo preto	14,85	IITA
IT82D-889	Vermelho	13,71	IITA
IT84S-2135	Branco	17,98	IITA
IT85F-2687	Branco	15,24	IITA
IT86-716-2	Branco	13,03	IITA
IT87D-611-3	Branco	14,34	IITA
IT92KD-279-3	Sempre-verde	9,39	IITA
IT93K-452-1	Branco	16,75	IITA
IT93K-93-10	Vermelho	14,74	IITA
IT98K-1101-5	Preto	19,25	IITA
IT99K-1060	Marrom claro	16,84	IITA
IT99K-1122	Marrom	10,97	IITA
Mazagão	Branco	16,97	IITA
MNC01-631F-11	Marrom	22,11	Embrapa Meio-Norte
MNC01-631F-20-5	Marrom	19,50	Embrapa Meio-Norte
MNC03-716F-1	Marrom	16,22	Embrapa Meio-Norte
Pampo	Marrom	7,25	UFC ⁽³⁾
Patativa	Marrom	18,04	Epace
PI-582669	Sempre-verde	10,92	USDA ⁽⁴⁾
RJ-04-48	Marrom	14,40	UFRRJ ⁽⁵⁾
TE93-244-23F-6	Marrom	18,89	Embrapa Meio-Norte
TE94-256-2E	Marrom	18,37	Embrapa Meio-Norte

continua ...

Genótipos	Cor do Grão	Peso de 100 grãos (g)	Procedência
TE97-200-49F	Marrom	18,81	Embrapa Meio-Norte
TE97-299G-24	Marrom	15,81	Embrapa Meio-Norte
TE97-309G-10	Marrom	16,94	Embrapa Meio-Norte
TE97-309G-22	Marrom	18,54	Embrapa Meio-Norte
TE97-309G-24	Marrom	20,13	Embrapa Meio-Norte
TE97-309G-4	Marrom	16,02	Embrapa Meio-Norte
TE97-309G-9	Marrom	12,15	Embrapa Meio-Norte
TE97-321G-10	Marrom	19,17	Embrapa Meio-Norte
TE97-321G-8	Marrom	19,85	Embrapa Meio-Norte
TE97-367G-3	Branco	21,38	Embrapa Meio-Norte
TVu 379	Branco	9,53	IITA
TVu 382	Branco	9,77	IITA
TVu 3961	Branco	9,88	IITA
TVu-408-P2	Marrom	9,13	IITA
TVu 410	Marrom	9,61	IITA
Vita-3	Vermelho	18,31	IITA

conclusão

⁽¹⁾ International Institute of Tropical Agriculture. ⁽²⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Ceará. ⁽³⁾ Universidade Federal do Ceará. ⁽⁴⁾ United States Departments of Agriculture. ⁽⁵⁾ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

3.5 Dinâmica da avaliação

Os genótipos utilizados nessa pesquisa foram submetidos a duas etapas de avaliação. Na primeira, 57 genótipos foram avaliados em gaiolas protegidas com tela antiafídeo e em campo. Na segunda etapa, 18 genótipos selecionados na primeira etapa foram avaliados em gaiolas e em condição de campo conforme esquema apresentado na Figura 4.

3.5.1 Primeira avaliação

3.5.2 Avaliação em gaiolas protegidas com tela antiafídeos

Os 57 genótipos selecionados foram submetidos à avaliação quanto à resistência ao CMV. Além disso, os 26 genótipos que ainda não haviam sido avaliados quanto resistência ao CABMV e CPSMV-I foram submetidos a essa análise. Nessa avaliação, cada genótipo foi representado por dez plantas, semeadas em bandejas de isopor, cada uma com 128 células, contendo solo autoclavado, constituído por esterco, terra e palha de arroz na proporção de 3:2:1,

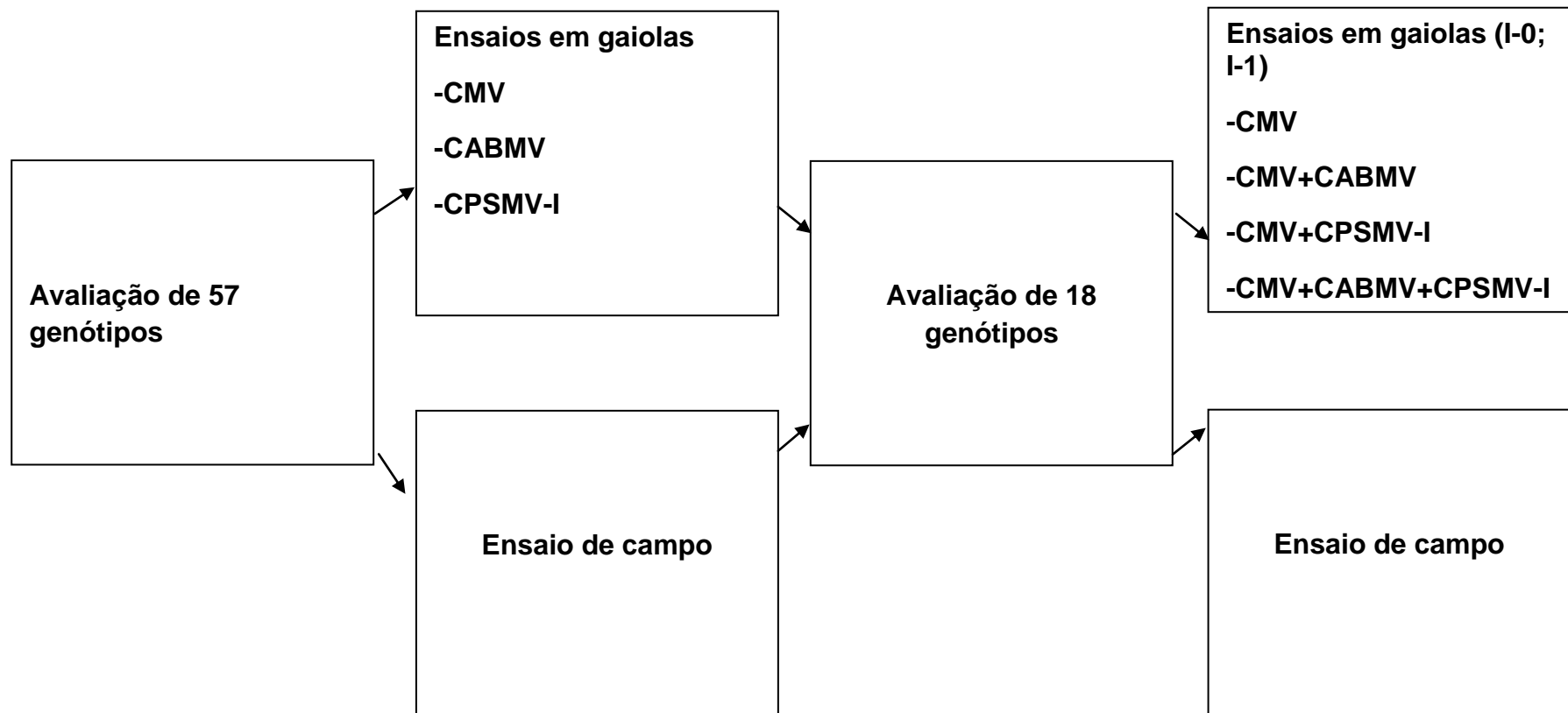


Figura 4 – Dinâmica da avaliação utilizada no presente trabalho.

respectivamente. Oito plantas foram inoculadas com os isolados virais e duas foram inoculadas apenas com tampão fosfato de sódio. Na Figura 5 estão apresentadas as gaiolas protegidas com tela antiafídeos utilizadas na condução dos experimentos. Os efeitos qualitativos foram avaliados por meio da descrição dos sintomas visuais de acordo com os seguintes critérios: BI- bolhosidade; Lc- Lesão clorótica; M- Mosaico; MI- mosaico leve; Ms- mosaico severo; Ma- Morte apical; Mt- Morte; Ne- Necrose; Rf- redução foliar; Ss- sem sintoma (VALE e LIMA, 1994; ROCHA et al., 2003).



Figura 5 – Gaiolas protegidas com tela antiafídeos utilizadas na condução dos experimentos.
Fonte: Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira (2010).

3.5.3 Avaliação em campo

A avaliação em campo foi realizada em área Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, situado a uma latitude 05°05'S, longitude 42°48'W Gr e a 72 m de altitude, no período de março a agosto de 2009. O ensaio foi conduzido em Latossolo Vermelho Amarelo, textura areia franca (Embrapa, 1999). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A parcela experimental foi composta de uma fileira de 4 m com espaçamento de 1,4 m entre fileiras e de 0,4 m entre plantas dentro da fileira.

Antes da sementeira dos genótipos foi semeada a cultivar crioula denominada de Branco Ligeiro, suscetível aos vírus CABMV, CPSMV e CPGMV, para atrair os

insetos vetores de vírus e servir como fonte de inóculo. Para aumentar a probabilidade de infecção desse material pelo vírus do mosaico dourado do feijão-caupi, foram transplantadas 145 plantas da cultivar BRS-Urubuquara previamente infectadas pelo citado vírus, as quais foram uniformemente distribuídas na área do experimento. Aos 51 dias após o plantio da cultivar crioula, nas entrelinhas dessa cultivar, foi implantado o experimento. Por ocasião do plantio, no início de cada parcela experimental foi semeado outra cultivar crioula chamada Aparecido, reconhecida como altamente suscetível a vírus, especialmente ao CPGMV. Aos 21 dias após o plantio dos genótipos, retirou-se a cultivar Branco Ligeiro. Desse modo, com o plantio dessas cultivares crioulas, foi ampliada a possibilidade de exposição dos genótipos aos insetos vetores de todos os vírus estudados. Nessa etapa, em cada parcela contaram-se as plantas saudáveis e as plantas doentes, após a debulha da produção da parcela foram contados 100 grãos tomados ao acaso e pesados em balança digital, em seguida foi pesada a produção de grãos da parcela.

3.5.4 Segunda Avaliação

Com base nos resultados da primeira avaliação foram selecionados os genótipos BR17-Gurguéia, BRS-Pajeú, CNC-0434, CNCx-698-128G, IT85F-2687, IT93K-452-1, IT99K-1060, Pampo, Patativa, TE97-200-49F, TE97-309G-9, TE97-30G-22, TE97-309G-24, TVu 379, TVu 382, TVu 410, TVu 3961 e o TVu 966 que foi incluído para participar da segunda avaliação em gaiola e em campo.

3.5.5 Ensaio em gaiola protegida com tela antiafídeos

Os genótipos foram submetidos à avaliação na presença de um isolado viral de CMV e da combinação de isolados de CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I.

Para cada tipo de isolado viral foram realizados, em uma mesma gaiola, dois ensaios, um com tampão fosfato de sódio e outro com inóculo viral. Os ensaios foram modelados em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições por genótipo, cada repetição foi representada por uma planta.

Foram realizados oito experimentos. Experimento com I-0 e experimento com I-1 para o inóculo de CMV; para CMV+CABMV; para CMV+CPSMV-I e para CMV+CABMV+CPSMV-I. Em todos os experimentos cada genótipo foi semeado em cinco

copos com capacidade para 500 ml contendo 315 gramas de solo autoclavado, constituído por esterco, terra e palha de arroz nas proporções de 3:2:1, respectivamente. Em cada copo foram semeadas três sementes, sendo realizado o desbaste para uma planta por copo aos cinco dias após a germinação. As inoculações mecânicas foram realizadas aos seis dias após a semeadura e as reinoculações quatro dias após a primeira inoculação.

Os genótipos foram avaliados quanto aos efeitos qualitativos e quantitativos das infecções virais. Os efeitos qualitativos foram avaliados por meio da descrição dos sintomas visuais de acordo com os seguintes critérios: BI- bolhosidade; Lc- Lesão clorótica; M- Mosaico; MI- mosaico leve; Ms- mosaico severo; Ma- Morte apical; Mt- Morte; Ne- Necrose; Rf- redução foliar; Ss- sem sintoma (VALE; LIMA, 1994; ROCHA et al., 2003). Já os efeitos quantitativos foram avaliados por meio da medida da altura da planta (cm) e do peso da matéria seca (g) da parte aérea. Para este estudo foram realizadas leituras da altura da planta em três períodos do desenvolvimento das plantas, aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Para a obtenção do peso da matéria seca, aos 34 dias após a semeadura, as plantas foram cortadas rente ao solo e colocadas em estufa a 65 °C por 96 horas e em seguida pesadas em balança.

Os ensaios foram submetidos à análise de variância individual, à análise conjunta, envolvendo experimento com o I-0 e o respectivo I-1 para cada inóculo viral. Foram feitos desdobramentos da soma de quadrados para genótipo dentro de inóculo e para inóculo dentro de genótipo. Para realização da análise de variância para o caráter porcentagem de plantas assintomáticas, os dados foram transformados para $\arcsen\sqrt{x}$.

3.5.6 Ensaio em campo

No ensaio em campo, sob infecção natural, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A parcela experimental foi composta de três fileiras de 4,5 m cada uma, o espaçamento entre fileiras foi de 0,80 m e de 0,4 m entre covas dentro da fileira. Foram semeadas três sementes por covas, deixando-se uma planta após o desbaste. O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, situado a uma latitude 05°05'S, longitude 42°48'W Gr e a 72 m de altitude, em um Neossolo-Flúvico Moderado, textura franco argilo-arenoso (Embrapa, 1999), em Teresina, PI, no período de agosto a novembro

de 2010. A exemplo da primeira etapa, nesta etapa, em cada parcela, contaram-se as plantas assintomáticas e as plantas doentes, tomaram-se ao acaso cinco vagens das quais foi medido o comprimento e contado o número de grãos, após a debulha da produção da parcela foram contados 100 grãos, tomados ao acaso, e pesados, em seguida foi pesada a produção de grãos da parcela.

3.6 Análise estatística

Em todos os ensaios, antes de se proceder à análise estatística dos dados, foi realizada uma análise de resíduo para todos os caracteres, com a finalidade de avaliar a existência de dados discrepantes, verificar a homogeneidade das variâncias e ajustes dos erros a uma distribuição aproximadamente normal (PARENTE, 1984).

Foram utilizados os softwares Genes (CRUZ, 2007) e SAS (SAS INSTITUTE, 2000) para análise de variância e comparação de médias pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, seguindo a metodologia proposta por Zimmermann (2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Primeira avaliação

4.1.1 Ensaio sob infecção viral induzida em gaiola com tela antiafídeo

A reação dos 57 genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação mecânica com os vírus CMV, CABMV e CPSMV-I isoladamente está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Sintomas apresentados pelos genótipos de feijão-caupi sob inoculação mecânica com os vírus CMV, CABMV e CPSMV-I em condição de gaiolas protegidas com tela antiafídeos. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	Sintomas ⁽¹⁾		
	CMV ⁽²⁾	CABMV ⁽³⁾	CPSMV-I ⁽⁴⁾
BR17- Gurguéia ⁽⁵⁾	Ss	M, BI, CI	Ss
BRS- Cauamé	MI	Ss	Lc, M, Rf
BR14-Mulato ⁽⁵⁾	MI	MI, BI	M, BI, CI
BRS-Aracê	MI	M	Lc, M, Rf
BRS-Guariba ⁽⁵⁾	MI	M, BI, CI, Ne	M, BI, CI
BRS-Itaim	MI	Ss	Lc, M, Rf
BRS-Juruá	MI	M	Lc, M, Rf
BRS-Marataõa	MI	M	M, BI, CI
BRS-Pajeú	MI	M	Lc, M, Rf
BRS-Potengi	MI	Ss	Lc, M, Rf
BRS-Tumucumaque	MI	M	Lc, M, Rf
BRS-Xiquexique ⁽⁵⁾	MI	Ss	M, BI, CI
Canapuzinho ⁽⁵⁾	MI	MI, CI, Ne	Ms, BI, CI, Ne
Capela ⁽⁵⁾	MI	Ms, CI	Ms, BI, CI, Ne
CNC-0434 ⁽⁵⁾	MI	M, BI, CI, Ne	Ss
CNCx-698-128G ⁽⁵⁾	MI	M, BI	Ss
Corujinha-CE ⁽⁵⁾	MI	MI	M, CI, Ne
Inhuma ⁽⁵⁾	MI	M, CI	Ms, BI, CI, Ne
IT82D-60 ⁽⁵⁾	MI	Ms, BI	Ms, BI, CI,
IT82D-889 ⁽⁵⁾	MI	MI	Ms, BI, CI
IT84S-2135	MI	Ss	M, BI, CI, Mp
IT85F-2687 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ms, BI, CI, Ne
IT87D-611-3	MI	MI	Lc, M, Rf
IT92KD-279-3	Ss	M, CI	Lc, M, Rf, Ne
IT93K-452-1	MI	MI	Lc, M, Rf, Ne

continua...

Genótipos	Sintomas ⁽¹⁾		
	CMV ⁽²⁾	CABMV ⁽³⁾	CPSMV-I ⁽⁴⁾
IT93K-93-10	MI	MI	Lc, M, Rf, Ne
IT98K-1101-5	Ss	MI	Lc, M, Rf, Ne
IT99K-1060	MI	MI	Mt
IT99K-1122	Ss	MI	Lc, M, Rf
Mazagão ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ms, BI, CI
MNC01-631F-11	Ss	ML	Lc, M, Rf
MNC01-631F-20-5	Ss	Ss	Lc, M, Rf
MNC03-716F-1	Ss	M	Lc, M, Rf
Pampo	MI	M, BI	Lc, M, Rf
Patativa ⁽⁵⁾	MI	M	Ss
PI-582669	MI	M	Lc, M, Rf
RJ-04-48 ⁽⁵⁾	MI	M, BI	Ss
IT86-716-2	MI	Ss	M, BI, CI, Mp
TE93-244-23F-6 ⁽⁵⁾	MI	M, BI, Ne	MI, BI
TE94-256-2E ⁽⁵⁾	MI	M, BI	Ss
TE97-200-49F ⁽⁵⁾	MI	M, BI	M, BI, CI
TE97-299G-24 ⁽⁵⁾	MI	MI, Ne	Ms, BI, CI
TE97-309G-10 ⁽⁵⁾	MI	M	Ss
TE97-309G-22 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TE97-309G-24	Ss	M	Ss
TE97-309G-4 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TE97-309G-9 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TE97-321G-10 ⁽⁵⁾	MI	M, BI, Ne	M, BI, CI
TE97-321G-8 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TE97-367G-3 ⁽⁵⁾	MI	Ss	M, BI, CI, Ne
TVu 379 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TVu 382 ⁽⁵⁾	MI	Ss	Ss
TVu 3961 ⁽⁵⁾	MI	M, BI	Ss
TVu-408-P2	Ss	Ss	Lc, M, Rf
TVu 410	Ss	Ss	Lc, M, Rf, Ne
TVu 966 ⁽⁵⁾	Ss	Ss	Ss
Vita-3	MI	M	Lc, M, Rf

conclusão

⁽¹⁾ M- Mosaico. MI- Mosaico leve. Ms- Mosaico severo. CI- Clorose. Lc- Lesão clorótica. Rf-Redução foliar. Ne- Necrose. Ma- Morte apical. Mt- Morte. Ss- Sem sintomas. ⁽²⁾ *Cucumber mosaic virus* (CMV). ⁽³⁾ *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). ⁽⁴⁾ *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV-I). ⁽⁵⁾ Dados de sintomas referentes ao CABMV e CPSMV-I obtidos do projeto "Identificação de fontes de resistência por meio dos efeitos qualitativos e quantitativos de infecções virais e produção de sonda não radioativa para detecção de vírus". Processo 48347/2007-4 CNPq. Coordenador: Francisco Rodrigues Freire Filho.

Entre os genótipos inoculados com o isolado de CMV, o BR17-Gurguéia, IT92KD-279-3, IT98K-1101-5, IT99K-1122, MNC01-631F-11, MNC01-631F-20-5, MNC03-716F-1, TE97-309G-24, TVu-408-P2, TVu 410 e TVu 966 não exibiram sintomas de infecção viral.

No que se refere à inoculação com o isolado de CABMV, os genótipos BRS-Cauamé, BRS-Itaim, BRS-Potengi, BRS-XiqueXique, IT84S-2135, IT85F-2687, Mazagão, MNC01-631F-20-5, TE86-716-2, TE97-309G-22, TE97-309G-4, TE97-309G-9, TE97-321G-8, TE97-367G-3, TVu 379, TVu 382, TVu-408-P2, TVu 410 e TVu 966 não exibiram sintomas perceptíveis do referido vírus.

Entre os genótipos inoculados com isolado do CPSMV-I, BR 17-Gurguéia, CNC-0434, CNCx-698-128G, Patativa, RJ-04-48, TE94-256-2E, TE97-309G-10, TE97-309G-22, TE97-309G-24, TE97-309G-4, TE97-309G-9, TE97-321G-8, TVu 379, TVu 382, TVu 3961 e TVu 966 não exibiram sintomas.

Apenas a linhagem TVu 966 não exibiu sintomas de nenhum dos três vírus. Contudo merecem destaque os genótipos MNC01-631F-20-5, TVu-408-P2 e TVu 410 que não exibiram sintomas perceptíveis de CMV e nem de CABMV, os genótipos TE97-309G-22, TE97-309G-4, TE97-309G-9, TE97-321G-8, TVu 379 e TVu 382 que não exibiram sintomas perceptíveis de CABMV e de CPSMV-I e os genótipos BR17-Gurguéia e TE97-309G-24 que não apresentaram sintomas de CMV e nem de CPSMV-I. A resistência apresentada pelo genótipo TVu 410 ao CMV já havia sido detectada por Mih et al. (1991), e a dos genótipos TVu 379, TVu 382 e TVu 966 ao CAMBV e ao CPSMV por Lima et al. (1986).

4.1.2 Ensaio sob infecção viral natural em campo

Na avaliação dos 56 genótipos em campo, a análise de variância indicou efeito significativo para genótipos nos três caracteres avaliados, evidenciando existência de variabilidade genética para porcentagem de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade (Tabela 5).

Tabela 5 – Quadrado médio da porcentagem de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade, e média e coeficiente de variação submetidos à infecção viral natural em campo. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	G. L.	Plantas assintomáticas (%) ⁽¹⁾	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade (g/4m ²)
Genótipos	55	0,7658 **	69,3195 **	28637,4290 **
Erro	164	0,0774	1,6938	681,294
Média		0,9242	15,9706	93,7537
CV (%)		30,1194	8,1491	27,8406

⁽¹⁾ Dados transformados $\arcsen\sqrt{x}$.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "F".

Os resultados de comparação de médias para os caracteres porcentagem de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade estão apresentados na Tabela 6. O teste Scott-Knott permitiu detectar diferenças entre genótipos em todos os caracteres avaliados. Para o caráter porcentagem de plantas assintomáticas houve a formação de quatro grupos de genótipos, 17 no grupo com o maior percentual de plantas assintomáticas, destacando-se os genótipos Patativa e TVu 382 que além do alto percentual de plantas assintomáticas apresentaram as maiores produtividades. A maioria dos genótipos apresentou média para o peso de 100 grãos superior à média geral de 15,97g. Os genótipos que apresentaram os maiores valores para o caráter peso de 100 grãos, foram Capela (23,33g), MNC01-631F-11 (22,86g), BRS-Tumucumaque (22,22g), TE97-367G-3 (21,78g) e Canapuzinho (21,25g). No caráter produtividade, 21 genótipos apresentaram produtividade superior à média geral do ensaio. Esses resultados indicam que nesse conjunto de genótipos há variabilidade genética para os três caracteres avaliados.

Tabela 6 – Médias da proporção de plantas assintomáticas, peso de 100 grãos e produtividade de 56 genótipos de feijão-caupi submetidos à infecção viral natural, em condição de campo. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Plantas assintomáticas (%) ⁽²⁾		Peso de 100 grãos (g)		Produtividade (g/4m ²)	
TVu 382	1,48	A	9,78	F	310,02	A
Patativa	1,57	A	18,74	C	282,87	A
CNC-0434	1,31	A	14,63	E	265,61	B
TVu 379	1,41	A	9,43	F	265,53	B
TE97-309G-24	1,40	A	20,13	B	262,36	B
TE97-321G-8	1,57	A	19,85	B	245,51	B
TE97-309G-10	1,40	A	16,95	D	242,12	B
CNCx-698-128G	1,57	A	14,71	E	229,54	B
BRS-Marataõa	1,17	B	16,94	D	196,04	C
TVu 3961	1,21	B	9,89	F	174,71	C
BRS-Gurguéia	1,48	A	13,45	E	173,24	C
TE97-200-49F	1,45	A	18,81	C	172,35	C
Corujinha-CE	0,48	D	13,89	E	166,79	C
TE97-309G-9	1,47	A	15,90	D	151,62	C
TVu 410	0,69	C	9,62	F	134,36	D
Capela	0,46	D	23,33	A	130,86	D
TE97-299G-24	1,18	B	15,81	D	122,80	D
BRS-Xiquexique	0,38	D	17,45	C	112,21	D
TE97-309G-22	1,48	A	18,55	C	108,92	D
TE97-321G-10	0,81	C	19,17	B	100,72	E
BRS-Pajeú	0,32	D	17,76	C	96,34	E
RJ-04-48	1,37	A	14,40	E	89,56	E
TE97-367G-3	0,69	C	21,78	A	84,74	E
Vita-3	0,90	B	18,31	C	76,62	E
MNC03-716F-1	0,20	D	16,23	D	73,26	E
TE94-256-2E	0,13	D	18,37	C	62,06	F
TVu-408-P2	0,52	D	9,13	F	61,75	F
TE93-244-23F-6	0,77	C	19,75	B	55,55	F
BR14-Mulato	1,05	B	13,51	E	53,35	F
Canapuzinho	0,93	B	21,25	A	53,31	F
BRS-Tumucumaque	1,11	B	22,22	A	51,29	F
BRS-Potengi	0,83	C	16,79	D	50,55	F
IT85F-2687	1,15	B	16,04	D	47,01	F
IT86-716-2	0,64	C	13,03	E	45,73	F
BRS-Guariba	0,93	B	19,57	B	45,47	F
BRS-Aracê	0,97	B	13,78	E	45,05	F
IT84S-2135	1,13	B	17,99	C	41,22	F
TE97-309G-4	1,37	A	16,03	D	38,26	F
IT87D-611-3	0,76	C	14,35	E	38,12	F
BRS-Cauamé	1,07	B	17,62	C	36,62	F
IT93K-452-1	0,63	C	16,76	D	35,89	F

continua...

Genótipos ⁽¹⁾	Plantas assintomáticas (%) ⁽²⁾		Peso de 100 grãos (g)		Produtividade (g/4m ²)	
MNC01-631F-20-5	0,51	D	20,55	B	35,24	F
MNC01-631F-11	0,39	D	22,86	A	31,74	F
IT99K-1060	1,40	A	16,85	D	30,63	F
Mazagão	1,26	A	16,98	D	29,21	F
IT82D-889	0,41	D	13,72	E	19,80	G
IT98K-1101-5	1,13	B	19,26	B	19,07	G
PI-582669	0,63	C	10,93	F	18,80	G
Inhuma	0,24	D	17,31	C	18,23	G
BRS-Juruá	0,30	D	15,24	D	13,02	G
IT92KD-279-3	0,98	B	9,13	F	12,63	G
IT93K-93-10	0,82	C	14,75	E	11,18	G
IT99K-1122	1,27	A	10,97	F	10,15	G
BRS-Itaim	0,27	D	17,64	C	8,24	G
IT82D-60	0,79	C	14,85	E	2,75	G
Pampo	0,00	D	-	-	-	-

conclusão

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Dados transformados para $\arcsen\sqrt{x}$.

4.2 Segunda avaliação

4.2.1. Ensaio sob infecção viral induzida em gaiolas com tela antiáfideo

4.2.2.1 Inoculação com extrato de plantas infectadas com isolado de CMV

Os resultados da análise de variância para a inoculação com CMV são apresentados na Tabela 7. Constatou-se que houve efeitos significativos de genótipo tanto para a inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) quanto para a inoculação mecânica com isolado de CMV (I-1) para a altura de planta aos 20 dias (L2), 34 dias (L3), diferença da altura de planta (DL3L1) e para o peso da matéria seca (PMS). Com o resultado significativo da análise de variância individual para o I-0 e I-1, realizou-se a análise de variância conjunta (Tabela 8). Essa análise revelou efeito significativo para genótipo, inoculação e para a interação genótipo x inoculação para os caracteres L2, L3 e DL3L1. Somente não houve significância para inoculação no caráter PMS. A significância da interação genótipo x inoculação indica que os genótipos reagiram de forma diferente tanto para I-0 quanto para I-1.

Com base no resultado da análise conjunta foi feita a análise de genótipo dentro de inóculo (Tabela 9) e de inóculo dentro de genótipo (Tabela 10). As médias

Tabela 7 – Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise de variância individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com um isolado do CMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferenças entre altura de plantas e peso matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾							
		L2		L3		DL3L1		PMS	
		I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
Genótipo	17	55,2918**	29,0378**	135,6111**	152,0702**	126,8513**	136,0066**	1,0109**	0,8123**
Erro	72	0,7292	0,8062	4,8296	4,9319	5,4002	5,5179	0,0560	0,0677
Total	89								
Média		15,1184	15,4624	27,7684	29,2067	21,8703	23,4448	2,1866	2,1242
CV (%)		5,6486	5,8069	7,9141	7,6036	10,6255	10,0193	10,8292	12,252

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 8 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtidos pela análise de variância conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com um isolado de CMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
Genótipo	17	73,8727 **	257,3347 **	225,885 **	1,4863 **
Inoculação	1	5,3251 **	93,0932 **	111,5619 **	0,1752
Genótipo x Inoculação	17	10,4569 **	30,3465 **	36,9728 **	0,337 **
Erro combinado	144	0,7677	4,8807	5,459	0,0619
Total	179				
Média		15,2904	28,4876	22,6575	2,1554
CV (%)		5,7304	7,7551	10,3120	11,5431

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 9– Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com um isolado de CMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
I-0	17	55,2918 **	135,6111 **	126,8513 **	1,0109 **
I-1	17	29,0378 **	152,0702 **	136,0066 **	0,8123 **
Resíduo	144	0,7677	4,8807	5,4590	0,0619

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 10 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com um isolado de CMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	L3			L5			DL3L1			PMS		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
BR17-Gurguéia	1	0,645	Ns	1	7,225	Ns	1	1,521	Ns	1	0,021	Ns
CNCx689-128G	1	12,144	**	1	34,151	**	1	23,654	*	1	6,933	Ns
Patativa	1	19,881	**	1	127,164	**	1	108,109	**	1	0,190	Ns
TE97-309G-22	1	120,270	**	1	28,832	*	1	117,649	**	1	1,369	**
TE97-309G-9	1	9,801	**	1	13,689	Ns	1	9,025	Ns	1	0,004	Ns
TVu 379	1	0,049	Ns	1	30,625	*	1	32,400	*	1	0,121	Ns
TVu 382	1	0,036	Ns	1	5,271	Ns	1	8,208	Ns	1	0,144	Ns
TVu 3961	1	0,361	Ns	1	31,329	*	1	25,281	*	1	0,033	Ns
TVu 966	1	1,936	Ns	1	37,0947	**	1	45,199	**	1	0,121	Ns
CNC-0434	1	5,098	*	1	2,959	Ns	1	10,040	Ns	1	0,159	Ns
IT85F-2687	1	0,331	Ns	1	142,491	**	1	176,971	**	1	0,784	*
TE97-200-49F	1	5,270	**	1	0,081	Ns	1	1,481	Ns	1	1,369	**
TVu 410	1	1,296	Ns	1	3,969	Ns	1	5,041	Ns	1	0,071	Ns
IT93K-452-1	1	0,052	Ns	1	0,625	Ns	1	1,936	Ns	1	0,484	**
IT99K-1060	1	1,156	Ns	1	0,961	Ns	1	0,676	Ns	1	0,100	Ns
Pampo	1	0,225	Ns	1	26,830	*	1	30,457	*	1	0,484	**
TE97-309G-24	1	0,185	Ns	1	1,444	Ns	1	2,725	Ns	1	0,400	*
BRS-Pajeú	1	4,356	**	1	114,244	**	1	139,726	**	1	0,049	Ns
Resíduo	144	0,7677		144	4,8807		144	5,4590		144	0,0619	

(1) ** e * Significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente, Ns- Não significativo. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

dos genótipos são apresentadas na Tabela 11. Na análise de genótipos dentro de inóculo as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11). No caráter L2, no I-0, foram formados nove grupos com destaque para o genótipo TE97-309G-22, que apresentou média de 25,50 cm, diferindo estatisticamente dos demais. No I-1, os genótipos TE97-309G-22, Pampo e BRS-Pajeú apresentaram os maiores valores para altura, não diferindo estatisticamente entre si. No caráter L3, I- 0, houve a formação de cinco grupos com destaque para a cultivar Pampo, que apresentou altura de planta de 37,10 cm não diferindo estatisticamente da linhagem TE97-200-49F com 37,00 cm. Para o I-1, as linhagens TE97-309G-22 e TE97-200-49F apresentaram os maiores valores para

altura com 37,84 cm e 37,18 cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

No caráter DL3L1, no I-0, foram formados quatro grupos e no I-1 cinco grupos. No I-0 destacaram-se os genótipos CNC-0434, TE97-200-49F e Pampo e, no I-1 os genótipos CNCx-698-128G, TE97-309G-22 e TE97-200-49F. No PMS, no I-0, foram formados cinco grupos, destacaram-se os genótipos TE97-309G-22, TE97-309G-9, IT85F-2687, IT99K-1060, TE97-309G-24 e BRS-Pajeú. No I-1, destacaram-se os genótipos TE97-200-49F, IT99K-1060 e BRS-Pajeú. Somente os genótipos IT99K-1060 e BRS-Pajeú ficaram no grupo A nos dois níveis de inoculação.

Nas comparações de inóculo dentro de genótipo, pelo teste F, (Tabela 11), constatou-se em L2, L3 e DL3L1 que alguns genótipos apresentaram nas plantas inoculadas I-1 uma maior altura de planta e conseqüentemente uma maior diferença de altura em relação às inoculadas com I-0. Contudo a maioria dos genótipos apresentou em I-0 citados caracteres numericamente superiores a I-1. Indicando que na maioria dos genótipos não houve diferença entre I-0 e I-1 ou o I-0 foi maior que I-1. Resultado semelhante ocorreu com o PMS, em que dos 18 genótipos, 12 não apresentaram diferença significativa quanto ao PMS e três apresentaram PMS em I-0 significativamente maior que em I-1. Desse modo, os resultados indicam que a infecção com CMV não afetou significativamente nem a altura e nem o PMS da maioria dos genótipos.

Tabela 11 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de alturas entre plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV (I-1) obtidos em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Caracter ⁽²⁾															
	L2				L3				DL3L1				PMS			
	I-0 ⁽³⁾		I-1 ⁽⁴⁾		I-0		I-1		I-0		I-1		I-0		I-1	
BR17-Gurguéia	13,67	G a	14,18	D a	29,22	C a	30,92	D a	24,10	B a	24,88	B a	1,24	E a	1,33	D a
CNCx-689-128G	15,00	E b	17,20	B a	31,22	C b	34,92	B a	26,08	B b	29,16	A a	2,18	B a	2,18	B a
Patativa	12,62	H b	15,44	C a	25,28	D b	32,41	C a	20,51	C b	27,09	B a	2,20	B a	1,92	C a
TE97-309G-22	25,50	A a	18,56	A b	34,44	B b	37,84	A a	25,49	B b	32,35	A a	2,68	A a	1,94	C b
TE97-309G-9	14,20	F b	16,18	B a	24,28	D a	26,62	E a	18,94	C a	20,84	C a	2,52	A a	2,48	B a
TVu 379	11,30	I a	11,44	F a	26,80	D a	23,30	F b	21,88	C a	18,28	D b	1,76	C a	1,54	D a
TVu 382	14,12	F a	14,24	D a	27,86	D a	26,41	E a	22,94	C a	21,13	C a	2,28	B a	2,04	C a
TVu 3961	12,44	H a	12,82	E a	22,46	E a	18,92	G b	16,38	D a	13,20	E b	2,10	B a	1,98	C a
TVu 966	13,54	G a	14,42	D a	26,38	D b	30,23	D a	20,76	C b	25,01	B a	2,24	B a	2,02	C a
CNC-0434	15,33	E b	16,76	B a	33,23	B a	32,14	C a	28,47	A a	26,46	B a	2,13	B a	1,88	C a
IT85F-2687	15,06	E a	15,42	C a	21,80	E b	29,35	D a	14,56	D b	22,97	C a	2,84	A a	2,28	B b
TE97-200-49F	16,29	D b	17,74	B a	37,00	A a	37,18	A a	31,26	A a	30,49	A a	2,12	B b	2,86	A a
TVu 410	13,22	G a	12,50	E a	24,78	D a	26,04	E a	19,60	C a	21,02	C a	1,52	D a	1,69	D a
IT93K-452-1	17,28	C a	17,42	B a	30,06	C a	29,56	D a	21,86	C a	22,74	C a	1,60	D b	2,04	C a
IT99K-1060	12,36	H a	13,04	E a	19,92	E a	20,54	G a	14,66	D a	15,18	E a	2,48	A a	2,68	A a
Pampo	19,24	B a	18,94	A a	37,10	A a	33,82	B b	30,52	A a	27,03	B b	1,98	C b	2,42	B a
TE97-309G-24	13,10	G a	12,83	E a	21,64	E a	22,40	F a	16,64	D a	17,69	D a	2,67	A a	2,27	B b
BRS-Pajeú	17,86	C b	19,18	A a	26,36	D b	33,12	C a	19,02	C b	26,49	B a*	2,82	A a	2,68	A a
Média	15,12		15,46		27,77		29,21		21,87		23,44		2,19		2,12	
CV (%)	5,64		5,80		7,91		7,60		10,62		10,02		10,83		12,25	

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Para uma mesma característica, médias na horizontal seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste “F” ao nível de 5% de probabilidade. ⁽³⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. ⁽⁴⁾ I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

4.2.2.2 Inoculação mecânica com mistura de extratos de plantas infectadas com isolado de CMV e CABMV

Na Tabela 12 são apresentados os resultados da análise de variância para a inoculação com CMV+CABMV. Houve efeito significativo de genótipo tanto para a inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) quanto para a inoculação mecânica com os isolados de CMV+CABMV (I-1) para todos os caracteres avaliados. Esses resultados indicam a existência de variabilidade genética entre os genótipos. Realizou-se, em seguida, a análise de variância conjunta, que revelou efeitos significativos para todos os caracteres avaliados (Tabela 13).

A partir dos resultados da análise conjunta realizou-se a análise de genótipo dentro de inóculo (Tabela 14) e de inóculo dentro de genótipo (Tabela 15). As comparações de médias dos genótipos dentro de inóculo foram realizadas pelo teste de Scott-Knott e de inóculo dentro de genótipo pelo teste “F” ambos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 16).

No caráter L2, I-0, foram formados sete grupos, com destaque para a linhagem IT93K-452-1 que apresentou média geral de 23,15 cm diferindo estatisticamente das demais. Porém, no I-1, a cultivar Pampo foi a que apresentou a maior altura de 21,86 cm diferindo estatisticamente das demais. No caráter L3, no I-0, foram formados seis grupos com destaque para os genótipos Pampo, a qual apresentou altura de planta de 43,26 cm e TE97-200-49F com 43,20 cm. No I-1, a cultivar Pampo apresentou a maior altura com 41,66 cm diferindo estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 16).

Para o caráter DL3L1, nos dois níveis de inoculação foram formados seis grupos. No I-0, os genótipos TE97-200-49F e Pampo apresentaram os maiores valores para altura, não diferindo estatisticamente entre si. Para o I-1, a cultivar Pampo apresentou a maior altura diferindo estatisticamente das demais. No caráter PMS, no I-0, foram formados dois grupos, o primeiro com sete genótipos, entre os quais se destacaram o TVu 966 e o TVu 379, respectivamente com PMS de 3,34g e 3,06g. No I-1, foram formados quatro grupos, novamente com destaque para os genótipos o TVu 379 com 3,00g e o TVu 966 com PMS de 2,96g (Tabela 16).

Tabela 12 – Quadrado médio do genótipo e do erro obtidos pela análise de variância individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação de isolados do CMV+CABMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferenças entre altura de plantas e peso matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾							
		L2		L3		DL3L1		PMS	
		I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
Genótipo	17	76,6030**	52,5575**	291,1554**	195,4776**	224,7129**	163,3277**	1,0772**	2,3318**
Erro	72	0,6145	0,5962	4,6926	4,7233	4,9577	5,7718	0,2482	0,2224
Total	89								
Média		14,4492	14,0812	28,8986	26,0073	22,9710	19,5240	2,3477	1,7768
CV (%)		5,4255	5,4837	7,4960	8,3565	9,6930	12,3051	21,2208	26,5425

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 13 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtido pela análise de variância conjunta dos ensaios inoculados com tampão de fosfato de sódio (I-0) e com a combinação de isolados do CMV+CABMV (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
Genótipo	17	123,0782 **	430,3614 **	335,1372 **	2,7709 **
Inoculação	1	6,0937 **	376,1867 **	534,7103 **	14,6707 **
Genótipo x Inoculação	17	6,0822 **	56,2717 **	52,9034 **	0,638 **
Erro combinado	144	0,6054	4,7079	5,3647	0,2353
Total	179				
Média		14,2652	27,4529	21,2475	2,0622
CV (%)		5,4544	7,9036	10,901	23,5222

⁽¹⁾** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão de fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 14 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CABMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
I-0	17	76,6030 **	291,1554 **	224,7129 **	1,0772 **
I-1	17	52,5575 **	195,4776 **	163,3277 **	2,3318 **
Resíduo		0,6054	4,7079	5,3647	0,2353

⁽¹⁾** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 15 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CABMV (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	L2			L3			DL3L1			PMS		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
BR17-Gurguéia	1	5,512	*	1	98,094	**	1	154,606	**	1	0,018	Ns
CNCx689-128G	1	1,116	Ns	1	0,001	Ns	1	3,721	Ns	1	0,144	Ns
Patativa	1	13,877	**	1	426,409	**	1	423,280	**	1	10,201	**
TE97-309G-22	1	2,025	Ns	1	90,240	**	1	99,477	**	1	0,180	Ns
TE97-309G-9	1	8,501	**	1	20,909	*	1	41,861	**	1	0,289	Ns
TVu 379	1	0,256	Ns	1	0,784	Ns	1	2,704	Ns	1	0,009	Ns
TVu 382	1	5,388	**	1	54,756	**	1	43,681	**	1	1,369	*
TVu 3961	1	1,387	Ns	1	25,091	*	1	15,575	Ns	1	0,036	Ns
TVu 966	1	0,361	Ns	1	0,004	Ns	1	0,484	Ns	1	0,361	Ns
CNC-0434	1	2,304	Ns	1	39,601	**	1	34,225	*	1	0,441	Ns
IT85F-2687	1	1,681	Ns	1	9,216	Ns	1	23,226	*	1	0,339	Ns
TE97-200-49F	1	14,872	**	1	180,115	**	1	165,812	**	1	2,190	**
TVu 410	1	0,052	Ns	1	69,590	**	1	78,849	**	1	0,493	Ns
IT93K-452-1	1	39,363	**	1	184,783	**	1	186,333	**	1	4,194	**
IT99K-1060	1	5,070	*	1	15,376	Ns	1	9,025	Ns	1	0,502	Ns
Pampo	1	1,919	Ns	1	6,406	Ns	1	20,632	Ns	1	0,686	Ns
TE97-309G-24	1	5,155	**	1	28,900	*	1	21,492	*	1	2,916	**
BRS-Pajeú	1	0,655	Ns	1	82,530	**	1	109,085	**	1	1,151	*
Resíduo	144	0,6054		144	4,7079		144	5,3647		144	0,2353	

(1) ** e * Significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente, Ns- Não significativo. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

A comparação entre inóculo dentro de genótipo revelou efeito significativo, pelo teste F (Tabela 16). No caráter L2, os genótipos Patativa, TE97-309G-9, TVu 382, TE97-200-49F e IT93K-452-1 tiveram a altura de planta significativamente maior nas plantas inoculadas com tampão fosfato de sódio. Entretanto, a maioria dos genótipos não diferiu estatisticamente de uma inoculação para outra. Da mesma forma para o caráter L3, além dos genótipos citados anteriormente, o BR17-Gurguéia, TE97-309G-22, TVu 410 e BRS-Pajeú também tiveram os valores de altura das plantas inoculadas com tampão superior àquelas inoculadas com extrato de plantas infectadas com a mistura dos isolados virais. Resultados semelhantes foram obtidos por Kareem e Taiwo (2007) com inoculações realizadas aos 10 e aos 30 dias após a semeadura. No PMS, os genótipos Patativa, TVu 382, TE97-200-49F,

IT93K-452-1, TE97-309-24 e BRS-Pajeú apresentaram significativamente maior altura de planta no I-0 do que no I-1. Esse resultado indica que esses genótipos sofreram a ação do inóculo com a mistura viral. Para os demais genótipos não houve diferença significativa, indicando que esses genótipos não sofreram com a inoculação mista do CMV+CABMV.

Entre os genótipos merecem destaque TVu 379 e TVu 966, que se mantiveram no grupo A tanto I-0 quanto I-1.

Tabela 16 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de alturas entre plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CABMV (I-1) obtidos em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Caracter ⁽²⁾															
	L2				L3				DL3L1				PMS			
	I-0 ⁽³⁾		I-1 ⁽⁴⁾		I-0		I-1		I-0		I-1		I-0	I-1		
BR17-Gurguéia	15,02	D b	16,50	D a	38,07	B a	31,81	B b	32,01	B a	24,15	C b	2,14	B a	2,22	B a
CNCx-689-128G	13,54	E a	14,21	E a	29,00	C a	28,98	C a	23,80	D a	22,58	C a	1,46	B a	1,22	C a
Patativa	16,42	C a	14,06	E b	28,78	C a	15,72	G b	21,24	D a	8,23	F b	2,28	B a	0,26	D b
TE97-309G-22	13,34	E a	12,44	F a	30,91	C a	24,90	E b	25,89	C a	19,58	D b	1,78	B a	1,51	C a
TE97-309G-9	14,26	E a	12,42	F b	30,12	C a	27,23	D b	25,28	C a	21,19	D b	2,66	A a	2,32	B a
TVu 379	10,08	G a	10,40	G a	20,40	E a	19,84	F a	16,06	E a	15,02	E a	3,06	A a	3,00	A a
TVu 382	11,38	F a	9,91	G b	28,52	C a	23,84	E b	22,86	D a	18,68	D b	2,10	B a	1,36	C b
TVu 3961	15,60	D a	14,86	E a	29,66	C b	32,82	B a	24,03	D a	26,52	B a	2,28	B a	2,16	B a
TVu 966	10,46	G a	10,84	G a	21,50	E a	21,54	F a	16,76	E a	16,32	E a	3,34	A a	2,96	A a
CNC-0434	10,40	G a	11,36	G a	18,50	F b	22,48	F a	13,62	F b	17,32	E a	2,12	B a	1,70	C a
IT85F-2687	15,28	D a	14,46	E a	25,54	D a	23,62	E a	18,01	E a	14,96	E b	2,56	A a	2,19	B a
TE97-200-49F	20,47	B a	18,03	C b	43,20	A a	34,71	B b	36,02	A a	27,87	B b	2,86	A a	1,92	B b
TVu 410	13,76	E a	13,62	E a	27,31	D a	22,03	F b	21,25	D a	15,63	E b	1,86	B a	1,42	C a
IT93K-452-1	23,15	A a	19,18	B b	36,22	B a	27,63	D b	26,47	C a	17,83	E b	2,24	B a	0,94	C b
IT99K-1060	9,32	G b	10,74	G a	16,94	F a	19,42	F a	13,04	F a	14,94	E a	2,04	B a	1,59	C a
Pampo	20,98	B a	21,86	A a	43,26	A a	41,66	A a	35,48	A a	32,61	A a	2,62	A a	2,10	B a
TE97-309G-24	11,40	F b	12,84	F a	22,40	E b	25,80	D a	18,04	E b	20,97	D a	2,26	B a	1,18	C b
BRS-Pajeú	15,23	D a	15,74	D a	29,84	C a	24,09	E b	23,62	D a	17,01	E b	2,60	A a	1,92	B b
Média	14,45		14,08		28,90		26,01		22,97		19,52		2,35		1,78	
CV (%)	5,43		5,48		7,50		8,36		9,69		12,31		21,22		26,54	

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Para uma mesma característica, médias na horizontal seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste “F” a 5% de probabilidade. ⁽³⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. ⁽⁴⁾ I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CABMV. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

4.2.2.3 Inoculação com mistura de extratos de plantas infectadas com isolados de CMV e CPSMV-I

Os resultados da análise de variância para inoculação com CMV+CPSMV-I indicam efeitos significativos de genótipo, tanto para I-0 quanto para I-1, para todos os caracteres analisados (Tabela 17). A análise conjunta mostrou significância de 1% pelo teste F para genótipo, inoculação e para a interação genótipo x inoculação para a maioria dos caracteres, com exceção da inoculação em L2 (Tabela 18). O resultado do desdobramento de genótipo dentro de inóculo e de inóculo dentro de genótipo são apresentados nas Tabelas 19 e 20, respectivamente.

Na análise de genótipos dentro de inóculo as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 21). Na L2, no I-0, houve a formação de cinco grupos com destaque para os genótipos IT93K-452-1 com uma altura de planta de 18,00 cm e a Pampo com 17,60 cm. No I-1 as maiores médias foram obtidas pelos genótipos TE97-200-49F e Pampo, respectivamente, com 17,50 e 17,40 cm. Nos caracteres L3 e DL3L1, tanto no I-0 quanto no I-1, a cultivar BR17-Gurguéia apresentou melhor desempenho. No caráter PMS, formaram-se três grupos no I-0, com destaque para os genótipos IT93K-452-1, Pampo, TE97-309G-9 e TVu 382. No I-1, houve a formação de seis grupos com oito genótipos ficando no primeiro grupo. Entretanto, dos quatro genótipos que se destacaram no I-0 somente dois, TE97-309G-9 e TVu 382 ficaram entre os melhores no I-1.

Na análise de inóculo dentro de genótipo, embora em L2 alguns genótipos tenham apresentado crescimento em I-1 significativamente maior que em I-0, na maioria dos casos em que houve diferença significativa, esta ocorreu em favor de I-0. Esse resultado é bem evidente em L3 e DL3L1. Resultado semelhante é também observado no PMS. Constatou-se, portanto, que oito genótipos não sofreram redução significativa na altura de planta, nas diferenças de altura e nem no PMS, destacando-se os genótipos BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-24 e BRS-Pajeú (Tabela 21). A resistência da cultivar BR17-Gurguéia ao CPSMV-I também foi detectada por Paz et al., 1999.

Tabela 17 – Quadrado médio do genótipo e do erro obtidos pela análise de variância individual dos ensaios inoculados com tampão de fosfato de sódio (I-0) e com a combinação de isolados do CMV+CPSMV-I (I-1) para a altura (cm) e diferenças entre altura de plantas e peso matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾							
		L2		L3		DL3L1		PMS	
		I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
Genótipos	17	25,6224**	47,7434**	166,087**	253,8678**	146,995**	247,2893**	0,3904**	3,7056**
Erro	72	0,5478	0,4398	2,8591	2,4159	3,0178	2,3252	0,047	0,0423
Total	89								
Média		12,68	12,66	24,38	22,69	18,74	16,96	2,43	1,95
CV(%)		5,84	5,24	6,93	6,85	9,27	8,99	8,93	10,54

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 18 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtidos pela análise de variância conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
Genótipo	17	62,4517 **	367,0844 **	348,5237 **	2,1524 **
Inoculação	1	0,0086	129,0997 **	143,7552 **	10,2645 **
Tratamento x Inoculação	17	10,9341 **	52,871 **	45,7611 **	1,9435 **
Erro combinado	144	0,4938	26,375	2,6715	0,0446
Total	179				
Média		12,6726	23,5357	17,8537	21,191
CV (%)		5,5453	9,9003	9,1548	9,6474

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 19 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrados médios ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
I-0	17	25,6424 **	166,0877 **	146,9955 **	0,3904 **
I-1	17	47,7434 **	253,8678 **	247,2893 **	3,7056 **
Resíduo		0,4938	26,3750	2,6715	0,0446

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 20 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	L2			L3			DL3L1			PMS		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
BR17-Gurguéia	1	0,013	Ns	1	14,448	*	1	13,549	*	1	0,014	Ns
CNCx689-128G	1	9,604	**	1	27,225	**	1	23,104	**	1	0,049	Ns
Patativa	1	0,578	Ns	1	12,544	*	1	21,644	**	1	0,036	Ns
TE97-309G-22	1	10,445	**	1	9,880	Ns	1	1,724	Ns	1	0,055	Ns
TE97-309G-9	1	0,331	Ns	1	3,364	Ns	1	7,815	Ns	1	5,694	Ns
TVu 379	1	0,961	Ns	1	7,921	Ns	1	4,356	Ns	1	0,576	**
TVu 382	1	0,121	Ns	1	32,544	**	1	37,404	**	1	0,310	**
TVu 3961	1	2,500	*	1	32,747	**	1	43,247	**	1	0,256	*
TVu 966	1	1,024	Ns	1	2,809	Ns	1	4,900	Ns	1	0,008	Ns
CNC-0434	1	3,721	**	1	40,885	**	1	37,947	**	1	0,256	*
IT85F-2687	1	32,544	**	1	111,958	**	1	103,427	**	1	6,209	**
TE97-200-49F	1	27,291	**	1	11,664	*	1	8,100	Ns	1	1,296	**
TVu 410	1	2,460	*	1	3,600	Ns	1	2,025	Ns	1	2,809	**
IT93K-452-1	1	7,029	**	1	181,817	**	1	108,241	**	1	12,860	**
IT99K-1060	1	84,914	**	1	461,856	**	1	451,315	**	1	12,197	**
Pampo	1	0,092	Ns	1	33,139	**	1	17,540	*	1	6,368	**
TE97-309G-24	1	0,289	Ns	1	32,113	**	1	21,668	**	1	0,006	Ns
BRS-Pajeú	1	1,971	Ns	1	7,396	Ns	1	13,689	*	1	0,0003	Ns
Resíduo	144	0,4938		144	26,3750		144	2,6715		144	0,0446	

(¹) ** e * Significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente, Ns- Não significativo. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 21 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de alturas entre plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CPSMV-I (I-1) obtidos em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Caracter ⁽²⁾									
	L2		L3		DL3L1		PMS			
	I-0 ⁽³⁾	I-1 ⁽⁴⁾	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
BR17-Gurguéia	14,72 B a	14,65 C a	37,66 A a	35,26 A b	32,32 A a	30,00 A b	2,46 B a	2,53 A a		
CNCx-689-128G	11,84 D b	13,80 D a	24,18 D b	27,48 C a	18,70 E b	21,74 C a	2,60 B a	2,74 A a		
Patativa	12,38 C a	11,90 E a	20,48 F a	18,24 G b	15,85 E a	12,90 F b	2,44 B a	2,32 B a		
TE97-309G-22	11,76 D b	13,80 D a	24,11 D a	26,10 D a	19,75 D a	20,58 C a	2,24 C a	2,09 B a		
TE97-309G-9	13,04 C a	13,40 D a	22,08 E a	20,92 F a	16,68 E a	14,91 E a	2,78 A a	2,78 A a		
TVu 379	10,22 E a	10,84 F a	21,50 E a	23,28 E a	16,98 E a	18,30 D a	2,08 C b	2,56 A a		
TVu 382	11,52 D a	11,74 E a	24,96 D a	21,35 F b	20,26 D a	16,39 E b	2,78 A a	2,43 A b		
TVu 3961	12,62 C b	13,62 D a	30,02 C a	26,40 D b	24,24 C a	20,08 C b	2,32 C b	2,64 A a		
TVu 966	12,54 C a	13,18 D a	27,76 C a	28,82 C a	22,44 C a	23,84 B a	2,56 B a	2,62 A a		
CNC-0434	11,98 D b	13,20 D a	22,44 E b	26,48 D a	16,86 E b	20,75 C a	2,44 B b	2,76 A a		
IT85F-2687	13,46 C a	9,85 G b	18,28 G a	11,59 I b	11,50 G a	5,07 H b	2,00 C a	0,42 E b		
TE97-200-49F	14,20 B b	17,50 A a	29,02 C b	31,18 B a	21,80 C a	23,60 B a	2,48 B a	1,76 C b		
TVu 410	10,63 E a	9,64 G b	16,10 G a	14,90 H a	10,74 G a	9,84 G a	2,06 C a	1,00 D b		
IT93K-452-1	18,00 A a	16,33 B b	29,28 C a	20,75 F b	19,94 D a	13,36 F b	2,89 A a	0,62 E b		
IT99K-1060	10,22 E a	4,39 H b	20,60 F a	7,00 J b	15,70 E a	2,27 I b	2,43 B a	0,22 F b		
Pampo	17,60 A a	17,40 A a	33,22 B a	29,58 C b	26,46 B a	23,82 B b	2,86 A a	1,26 D b		
TE97-309G-24	10,40 E a	10,74 F a	17,76 G b	21,34 F a	13,24 F b	16,18 E a	2,20 C a	2,25 B a		
BRS-Pajeú	11,11 E b	12,00 E a	19,44 F a	17,72 G a	14,00 F a	11,66 F b	2,12 C a	2,13 B a		
Média	12,68	12,66	24,38	22,69	18,74	16,96	2,43	1,95		
CV (%)	5,84	5,24	6,93	6,85	9,27	8,99	8,93	10,54		

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Para uma mesma característica, médias na horizontal seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste "F" a 5% de probabilidade. ⁽³⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. ⁽⁴⁾ I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

4.2.2.4 Inoculação com mistura de extratos de plantas infectadas com isolados de CMV, CABMV e CPSMV-I

Os resultados da análise de variância para inoculação com CMV+CABMV+CPSMV-I são apresentados na Tabela 22. Os efeitos de genótipo foram significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para todos os caracteres avaliados. Com o resultado significativo da análise de variância individual para o I-0 e I-1, realizou-se a análise de variância conjunta (Tabela 23). A partir do resultado da análise conjunta foi feita a análise de genótipo dentro de inóculo (Tabela 24) e de inóculo dentro de genótipo (Tabela 25).

As comparações da análise de genótipos dentro de inóculo foram realizadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 26). No caráter L2, no I-0, a cultivar Pampo, apresentou a maior média com 21,84 cm, porém, no I-1, foi severamente afetada, culminando com a morte das plantas. No caráter L3, I-0, o genótipo TE97-200-49F apresentou maior média de altura de planta, porém não diferiu estatisticamente das cultivares BR17-Gurguéia e Pampo. Porém, no I-1, a cultivar BR17-Gurguéia não sofreu com a inoculação dos isolados virais e apresentou a maior média. Com base na L3, nas diferenças de altura de planta e no PMS a cultivar BR17-Gurguéia apresentou o melhor comportamento frente a inoculação com o complexo viral CMV+CABMV+CPSMV-I.

As comparações de médias de inóculo dentro de genótipo mostraram em L3 e DL3L1 uma forte tendência de superioridade para as plantas inoculadas com solução tampão de fosfato de sódio. Resultados semelhantes foram observados no PMS (Tabela 26). Os genótipos TVu 410, TE97-200-49F, IT94K-1060 e Pampo foram os mais afetados pela inoculação mista com os três vírus, resultando na morte das plantas logo na primeira semana após a inoculação. Alguns desses genótipos já haviam sido identificados como suscetíveis ao CPSMV, o TE97-200-49F por Passos (1999) e o Pampo por Ponte e Alves (1994).

Por outro lado, alguns genótipos, embora sofrendo os efeitos da inoculação com a mistura dos isolados virais, foram menos afetados em seu desenvolvimento fisiológico, como os genótipos BR17-Gurguéia, TVu 382, TVu 966 e CNC-0434. Esses resultados evidenciam que esses genótipos apresentam uma certa vantagem em termos de resistência a esse complexo viral em relação aos demais genótipos avaliados.

Tabela 22 – Quadrado médio de genótipo e do erro obtidos pela análise de variância individual dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolados de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferenças entre altura de plantas e peso matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾							
		L2		L3		DL3L1		PMS	
		I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
Genótipo	17	65,0656 **	17,9460**	196,475**	116,6208**	180,0611**	125,2421**	1,1268**	0,9442**
Erro	72	0,5322	0,4088	6,9566	6,1148	7,1428	6,3901	0,1164	0,1075
Total	89								
Média		13,7400	12,4078	26,2456	20,6144	20,9760	15,3338	1,8020	0,9833
CV (%)		5,3098	5,1532	10,0495	11,9956	12,7413	16,4856	18,9341	33,3429

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 23 – Quadrado médio, média e coeficiente de variação obtido pela análise de variância conjunta dos ensaios inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) para os caracteres altura (cm) e diferença entre altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	DL3L1	PMS
Genótipo	13	51,7752 **	195,0249 **	201,5665 **	0,8865 **
Inoculação	1	6,4092 **	618,0389 **	639,7467 **	17,6516**
Genótipo x Inoculação	13	6,9407 **	37,6836 **	36,4041 **	0,8730 **
Erro combinado	96	0,5011	6,0999	6,4064	0,1074
Total	125				
Média		12,6666	23,1562	17,9199	1,4129
CV (%)		5,5890	10,6657	14,1245	23,2039

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão de fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 24 – Quadrado médio do efeito de genótipo dentro de inóculo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação dos isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação ⁽¹⁾	G. L.	Quadrado médio ⁽²⁾			
		L2	L3	Dif L3L1	PMS
I-0	13	40,7700 **	116,0877 **	112,7285 **	0,8153 **
I-1	13	17,9459 **	116,6208 **	125,2421 **	0,9442 **
Resíduo		0,5011	6,0999	6,4064	0,1074

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% pelo teste F. ⁽²⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de folhas infectadas com isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 25 – Quadrado médio do efeito de inóculo dentro de genótipo sobre a altura (cm) e diferença entre a altura de plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação com tampão fosfato de sódio (I-0) e com a combinação isolado de CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1). Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	L2			L3			DL3L1			PMS		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
BR17-Gurguéia	1	4,086	**	1	153,037	**	1	150,699	**	1	0,441	*
CNCx689-128G	1	11,925	**	1	1,600	Ns	1	0,576	Ns	1	0,841	**
Patativa	1	4,651	**	1	173,056	**	1	210,314	**	1	6,084	**
TE97-309G-22	1	0,417	Ns	1	144,404	**	1	149,621	**	1	0,782	**
TE97-309G-9	1	11,757	**	1	31,557	*	1	29,640	*	1	0,329	Ns
TVu 379	1	0,231	Ns	1	19,600	Ns	1	27,357	*	1	1,037	**
TVu 382	1	0,484	Ns	1	78,961	**	1	65,741	**	1	0,049	Ns
TVu 3961	1	0,566	Ns	1	0,049	Ns	1	0,009	Ns	1	1,296	**
TVu 966	1	0,014	Ns	1	34,969	*	1	49,729	**	1	0,448	*
CNC-0434	1	7,396	**	1	0,025	Ns	1	1,296	Ns	1	0,441	*
IT85F-2687	1	8,175	**	1	86,360	**	1	90,272	**	1	2,824	**
IT93K-452-1	1	39,645	**	1	340,505	**	1	326,612	**	1	8,427	**
TE97-309G-24	1	0,019	Ns	1	57,600	**	1	55,225	**	1	3,025	**
BRS-Pajeú	1	4,107	**	1	88,408	**	1	99,008	**	1	2,676	**
Residuo		0,501			6,010			6,406			0,107	

(1) ** e * Significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente, Ns- Não significativo. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura. L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e a primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca.

Tabela 26 – Médias, média geral e coeficiente de variação da altura (cm) e da diferença de alturas entre plantas e peso da matéria seca (g) de genótipos de feijão-caupi inoculados com tampão fosfato de sódio (I-0) e com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CABMV+CPSMV-I (I-1) obtidos em leituras realizadas aos seis, 20 e 34 dias após a semeadura. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Caracter ⁽²⁾							
	L2		L3		DL3L1		PMS	
	I-0 ⁽³⁾	I-1 ⁽⁴⁾	I-0	I-1	I-0	I-1	I-0	I-1
BR17-Gurguéia	17,69 C a	16,41 A b	38,64 A a	30,81 A b	33,42 A a	25,66 A b	2,26 B a	1,84 A b
CNCx-689-128G	11,40 G b	13,58 C a	19,14 D a	19,94 B a	14,62 D a	15,10 C a	1,20 D a	0,62 C b
Patativa	14,62 E a	13,26 C b	25,22 B a	16,90 B b	20,25 B a	11,08 D b	2,42 B a	0,86 C b
TE97-309G-22	10,64 H a	10,10 E a	22,70 C a	12,65 C b	17,78 C a	7,55 E b	1,14 D a	0,40 C b
TE97-309G-9	12,00 H b	14,87 B a	24,70 B a	20,00 B b	19,88 B a	15,33 C b	1,42 D a	1,90 A a
TVu 379	9,96 H a	9,66 E a	19,60 D a	16,80 B a	14,74 D a	11,43 D b	1,66 C a	1,02 B b
TVu 382	10,30 H a	9,86 E a	22,64 C a	17,02 B b	16,79 C a	11,66 D b	1,38 D a	1,24 B a
TVu 3961	13,70 F a	13,22 C a	28,58 B a	28,44 A a	23,52 B a	23,58 A a	1,62 C a	0,90 C b
TVu 966	10,90 H a	10,98 D a	25,60 B a	21,86 B b	21,10 B a	16,64 C b	1,68 C a	1,26 B b
CNC-0434	11,08 H b	12,80 C a	25,20 B a	25,30 A a	20,50 B a	19,78 B a	1,60 C a	1,18 B b
IT85F-2687	13,13 F a	10,00 E b	21,78 C a	11,60 C b	15,51 D a	5,10 E b	1,84 C a	0,00 D b
TE97-200-49F	18,91 B	Mt ⁽⁵⁾	38,72 A	Mt	33,42 A	Mt	1,57 C	Mt
TVu 410	15,64 D	Mt	26,30 B	Mt	21,10 B	Mt	1,84 C	Mt
IT93K-452-1	19,48 B a	14,88 B b	28,18 B a	14,70 C b	21,68 B a	8,48 E b	2,12 B a	0,00 D b
IT99K-1060	10,80 H	Mt	18,20 D	Mt	13,58 D	Mt	1,57 C	Mt
Pampo	21,84 A	Mt	37,56 A	Mt	30,66 A	Mt	3,05 A	Mt
TE97-309G-24	11,01 H a	10,92 D a	22,86 C a	18,06 B b	18,06 B a	13,42 C b	1,78 C a	0,68 C b
BRS-Pajeú	14,22 E a	12,00 D b	26,80 B a	16,50 B b	20,9 B a	10,00 E b	2,29 B a	0,50 C b
Média	13,74	12,41	26,25	20,61	20,98	15,33	1,80	0,98
CV (%)	5,31	5,15	10,05	12,00	12,74	16,48	18,93	33,34

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Para uma mesma característica, médias na horizontal seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste “F” a 5% de probabilidade. ⁽³⁾ I-0- Plantas de feijão-caupi inoculadas com tampão fosfato de sódio. ⁽⁴⁾ I-1- Plantas de feijão-caupi inoculadas com extratos de plantas infectadas com isolado do CMV+CABMV+CPSMV-I. L1- Leitura realizada aos seis dias após a semeadura. L2- Leitura realizada aos 20 dias após a semeadura, L3- Leitura realizada aos 34 dias após a semeadura. DL3L1- Diferença entre a terceira e primeira leitura. PMS- Peso da matéria seca. ⁽⁵⁾ Mt- Morte das plantas.

4.2.2.5 Sintomas visuais apresentados por genótipos de feijão-caupi sob infecção simples com CMV e com CMV associado ao CABMV e ao CPSMV-I

As reações dos genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação mecânica com extratos de plantas infectadas com isolado de CMV e com isolado de CMV associado a isolados de CABMV e CPSMV-I são apresentadas na Tabela 27. Na Figura 6 são apresentados os sintomas provocados pelas inoculações do CMV e das misturas virais no genótipo IT93K-452-1. Constata-se nessa figura que as plantas inoculadas com CMV praticamente não foram afetadas pelo vírus. Nas inoculações com CMV+CABMV e CMV+CPSMV-I as plantas sofreram redução de tamanho, principalmente na inoculação com CMV+CPSMV-I. Na inoculação com CMV+CABMV+CPSMV-I houve morte das plantas.

Tabela 27 – Sintomas apresentados pelos genótipos de feijão-caupi sob inoculação mecânica com os vírus CMV, CABMV e CPSMV-I. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos	Sintomas ⁽¹⁾			
	CMV	CMV+CABMV	CMV+CPSMV-I	CMV+CABMV+CPSMV-I
BR17- Gurguéia	Ss	M, BI	Ss	MI
CNCx-698-128G	MI	M	MI	M, BI
Patativa	MI	Ss	MI	Ss
TE97-309G-22	MI	Ss	MI	Ss
TE97-309G-9	MI	Ss	MI	Ss
TVu 379	MI	MI	MI	MI
TVu 382	MI	Ss	MI	MI
TVu 3961	MI	M	M	M, BI
TVu 966	Ss	Ss	Ss	MI
CNC-0434	MI	M, BI	MI	M, BI
IT85F-2687	MI	Ss	Ms, BI, Rf, Lc, Ma	M, BI, Lc, Ne, Mt
TE97-200-49F	MI	M	Ms, Lc, Rf	M, BI, Lc, Ne, Mt
TVu 410	Ss	M	Ms, BI, Rf	M, BI, Lc, Ne, Mt
IT93K-452-1	MI	Ms, BI, Rf	Ms, Lc, Rf	M, BI, Lc, Ne, Mt
IT99K-1060	MI	M, BI	Ms, Lc, Rf	M, BI, Lc, Ne, Mt
Pampo	MI	Ms, BI	Ms, BI	Ms, Lc, Ne
TE97-309G-24	Ss	M	Ss	M, BI
BRS-Pajeú	MI	M, BI	M	M, BI, Lc, Ne, Mt

⁽¹⁾ M- Mosaico. MI- Mosaico leve. Ms- Mosaico severo. BI- Bolhosidade. Lc- Lesão clorótica. Rf- Redução foliar. Ne- Necrose. Ma- Morte apical. Mt- morte. Ss- Sem sintoma.

O efeito da infecção com CMV foi apenas de mosaico leve. A inoculação induziu sintomas de infecção na maioria dos genótipos avaliados, com exceção do BR17-Gurguéia, TVu 966, TVu 410 e TE97-309G-24. Entretanto, os sintomas desapareceram entre duas e três semanas após inoculação. O genótipo TVu 410 também foi identificado por Mih et al. (1991) com altamente resistente ao CMV. No

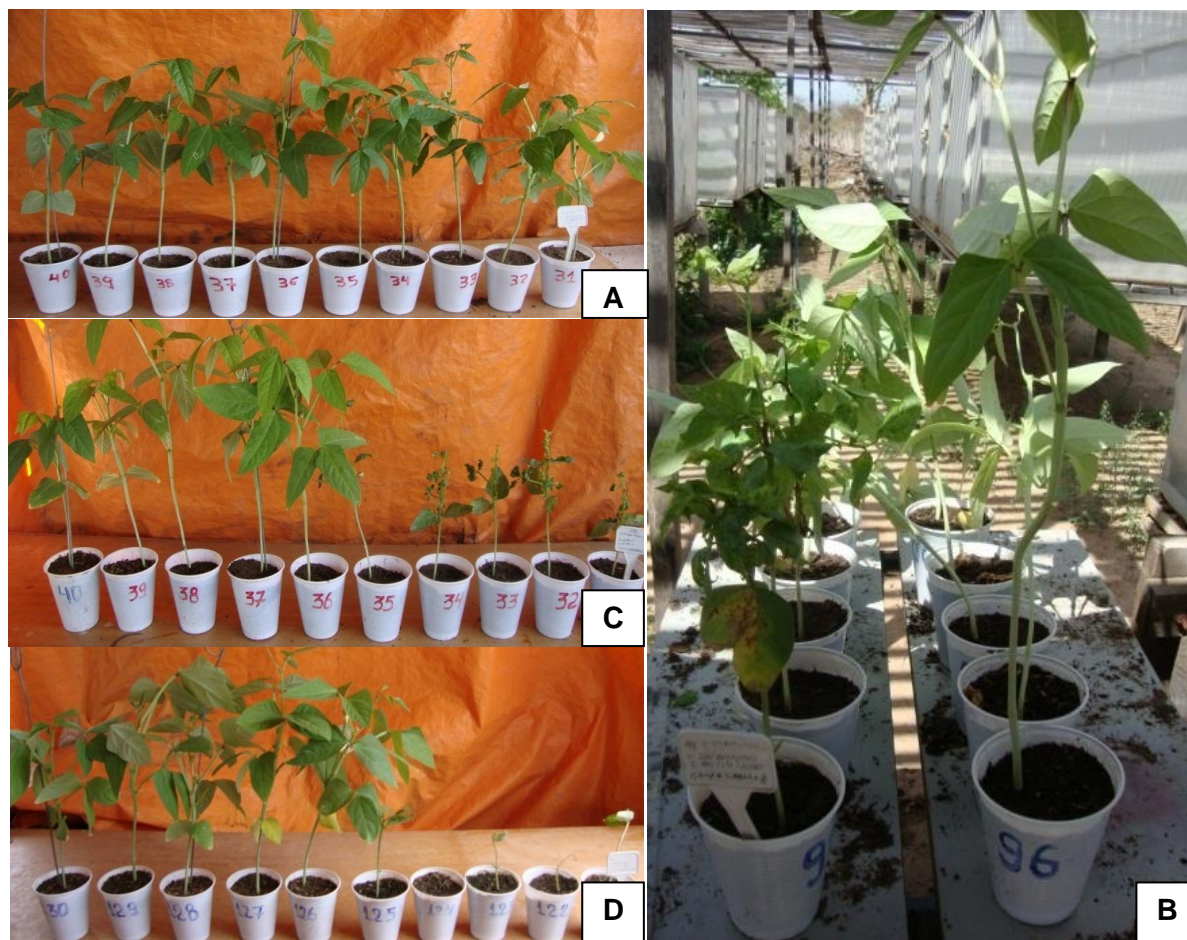


Figura 6 – Reação de genótipos de feijão-caupi na linhagem IT93K-452-1 inoculados com isolados virais. A- As cinco primeiras plantas foram inoculadas com isolado viral do CMV e as cinco últimas plantas com tampão fosfato de sódio. B- As cinco primeiras plantas foram inoculadas com a combinação do isolados viral do CMV+CABMV e as cinco últimas plantas com fosfato de sódio. C- As cinco primeiras plantas foram inoculadas com a combinação do isolado viral do CMV+CPSMV-I e as cinco últimas plantas com tampão fosfato de sódio. D- As cinco primeiras plantas foram inoculadas com a combinação do isolado viral do CMV+CABMV+CPSMV-I e as cinco últimas plantas com tampão fosfato de sódio.

Fonte: Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira (2010).

que se refere ao desaparecimento dos sintomas nas plantas, resultados semelhantes foram descritos por Lin et al. (1981a); Lin et al. (1981b); Mih et al. (1991). A resistência da linhagem IT85F-2687 ao CMV depende do isolado utilizado. Estudos realizados por ROCHA et al. (2003) identificaram a linhagem IT85F-2687 como imune ao CMV. Entretanto, no presente estudo essa mesma linhagem apresentou suscetibilidade ao isolado de CMV. Resultado mostrando suscetibilidade dessa linhagem ao CMV foram obtidos por Queiroz et al. (2010). A cultivar CNC-0434 apresentou suscetibilidade ao isolado de CMV corroborando com os resultados obtidos por Vale e Lima (1994).

As inoculações mistas envolvendo o CMV+CABMV permitiram identificar seis genótipos não exibindo sintoma perceptível de vírus Patativa, TE97-309G-22, TE97-309G-9, TVu 382, TVu 966 e IT85F-2687. A linhagem TVu 382 referida na literatura como imune ao CABMV (LIMA et al., 1986) apresentou o mesmo comportamento quando inoculado com a combinação CMV+CABMV. Rocha et al. (2003), investigando o comportamento de genótipos de tegumento branco submetidos à infecção viral, constataram que a linhagem IT85F-2687 foi imune aos dois vírus isoladamente, entretanto, no presente estudo, quando inoculado com o isolado do CMV e CABMV separadamente ou em combinação com os dois isolados, foi suscetível, indicando que provavelmente houve sinergismo entre os vírus. Os sintomas apresentados pela cultivar CNC-0434 foram semelhantes aos apresentados por Vale e Lima (1994).

Sob a infecção mista com CMV+CPSMV-I houve uma predominância de genótipos apresentando mosaico leve. O comportamento da cultivar CNC-0434, apresentando mosaico leve, foi semelhante ao observado por Vale e Lima (1994). Os genótipos BR17-Gurguéia, TVu 966 e TE97-309G-24 não exibiram sintomas frente a inoculação com essa combinação de isolados virais. Os genótipos mais afetados foram IT85F-2687, TE97-200-49F, TVu 410, IT93K-452-1, IT99K-1060 e Pampo.

A infecção com CMV+CABMV+CPSMV-I identificou apenas os genótipos Patativa, TE97-309G-22 e TE97-309G-9 não exibido sintomas perceptíveis de vírus. Esse resultado, de certo modo, não era esperado uma vez que os mesmos apresentaram mosaico leve quando foram inoculados com isolado de CMV e com a combinação dos isolados CMV+CPSMV-I.

Avaliando-se o comportamento dos genótipos frente às inoculações com os diferentes grupos de vírus, constatou-se que houve uma certa coerência de comportamento dos mesmos, principalmente nas inoculações mistas, os mais resistentes apresentaram sempre sintomas mais leves e os mais suscetíveis apresentaram um agravamento dos sintomas das infecções mais simples para as mais complexas.

4.3 Ensaio de campo

4.3.1 Avaliação de caracteres quantitativos

Para a avaliação realizada no segundo ensaio de campo, a análise de variância mostrou efeito significativo para genótipos em todos os caracteres avaliados, indicando existência de variabilidade genética entre genótipos (Tabela 28).

Tabela 28 – Quadrado médio de genótipo e do erro, média e coeficiente de variação da porcentagem de plantas assintomáticas e dos componentes da produção de genótipos de feijão-caupi submetidos à inoculação natural por vírus em condições de campo. Teresina, Piauí, 2010.

Fonte de variação	G. L.	Caracteres				
		plantas assintomáticas ⁽¹⁾	Comprimento da vagem (cm)	Nº de grãos por vagem	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade (g/3,2m ²)
Genótipo	17	0,4542**	84,1957**	55,6168**	131,1733**	113266,6330 **
Erro	51	0,143	0,581	1,7583	0,3114	8139,026
Média		0,9185	14,9545	12,2663	14,5896	281,7441
CV (%)		41,1718	5,097	10,8102	3,8249	32,0207

⁽¹⁾ ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "F".

A comparação de média dos caracteres, pelo teste de Scott-Knott está apresentada na Tabela 29. No caráter porcentagem de assintomáticas foram formados dois grupos de genótipos, com a maioria compondo o primeiro grupo. Neste grupo destacaram-se os genótipos BRS Pajeú, TE97-309G-9, TVu 410, Patativa e IT85F-2687. No caráter comprimento de vagem foram formados seis grupos. Os genótipos TE97-200-49F, TE97-309G-22 e BRS-Pajeú apresentando vagens com 20,02 cm, 19,14 cm e 18,78 cm, respectivamente, apresentaram as maiores médias para esse caráter. Para o caráter número de grãos por vagem, os genótipos foram distribuídos em quatro grupos, com a maioria ficando no grupo B. O genótipo TVu 410 apresentou maior valor para esse caráter com uma média de 18,65 grãos por vagem. No caráter peso de 100 grãos, os genótipos foram divididos em dez grupos. A maior média foi apresentada pelo genótipo IT99K-1060 (20,78g). Os genótipos BRS-Pajeú, TE97-309G-9, BR17-Gurguéia, TVu 410, Patativa e TE97-309G-24 apresentaram os melhores desempenhos para produtividade de grãos. Houve uma certa correspondência entre o caráter porcentagem de plantas

assintomáticas e produtividade para os genótipos BRS-Pajeú, TE97-309G-9, TVu 410, Patativa e TE97-309G-24.

Tabela 29 – Médias da proporção de plantas assintomáticas, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produtividade de 18 genótipos de feijão-caupi submetidos à infecção natural por vírus, em condição de campo. Teresina, Piauí, 2010.

Genótipos ⁽¹⁾	Plantas assintomáticas (%) ⁽²⁾	Comprimento de vagem (cm)	Nº de grãos por vagem	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade (g/4m ²)
BRS-Pajeú	1,21 A	18,78 A	14,30 B	18,78 C	535,59 A
TE97-309G-9	1,37 A	16,41 B	13,40 B	18,67 C	497,00 A
BR17-Gurguéia	0,47 B	16,63 B	14,25 B	13,65 F	471,33 A
TVu 410	1,17 A	17,35 B	18,65 A	8,60 H	432,75 A
Patativa	1,27 A	16,35 B	12,60 B	18,40 C	416,90 A
TE97-309G-24	0,89 A	17,47 B	14,15 B	20,15 B	411,16 A
CNCx-689-128G	0,69 B	15,46 C	13,10 B	14,66 E	370,79 B
TE97-200-49F	1,08 A	20,02 A	13,70 B	19,05 C	335,93 B
TE97-309G-22	0,91 A	19,14 A	13,20 B	19,70 B	329,63 B
IT99K-1060	0,84 A	14,09 D	10,25 C	20,78 A	303,60 B
IT85F-2687	1,50 A	13,31 D	9,70 C	16,21 D	247,80 C
IT93K-452-1	0,60 B	14,81 C	10,40 C	18,83 C	208,83 C
TVu 379	1,02 A	14,32 D	14,45 B	9,40 G	165,65 C
CNC-0434	0,35 B	15,72 C	13,40 B	16,08 D	137,85 C
TVu 382	1,03 A	14,70 C	14,20 B	9,90 G	136,38 C
TVu 966	0,95 A	17,03 B	12,65 B	13,99 F	51,00 D
TVu 3961	0,30 B	7,28 E	7,70 D	5,20 I	15,75 D
Pampo	0,87 A	0,00 F	0,00 F	0,00 J	3,48 D

⁽¹⁾ Médias na vertical seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Dados transformados para $\arcsen\sqrt{x}$.

Considerando-se os resultados dos ensaios, os genótipos que apresentaram o melhor comportamento frente às infecções controladas com CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I foram BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-22, TE97-309G-9, TVu 379, TVu 382, TVu 3961, TVu 966 e TE97-309G-24. Os genótipos BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-22, TE97-309G-9 e TE97-309G-24 mostram boa adaptação e têm sementes com características com padrão comercial, portanto podem ser usados diretamente em programa de melhoramento (Figura 7. A, B, C, D e E). Enquanto, os genótipos TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961 mostraram baixa adaptação e têm grãos muito pequenos, fora do padrão comercial, portanto precisam de um pré-melhoramento antes de serem incluídos em um programa de melhoramento (Figura 7. F, G, H, I e J).



Figura 7 – Genótipos mais promissores às inoculações virais. A. Cultivar BR17-Gurguéia. B. CNCx-698-128G. C. Cultivar Patativa. D. Linhagem TE97-309G-9. E. Linhagem TE97-309G-22. F. Linhagem TE97-309G-24. G. Linhagem TVu 379. H. Linhagem 382. I. Linhagem TVu 3961. J. Linhagem TVu 966.

Fonte: Cláudia Roberta Ribeiro de Oliveira (2010)

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa foram extraídas as seguintes conclusões:

- a) Houve diferença entre genótipos nas infecções com CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I.
- b) As infecções mistas com CMV+CABMV e com CMV+CPSMV-I reduzem a altura da planta e o peso da matéria seca em cultivares suscetíveis.
- c) A infecção com CMV+CABMV+CPSMV-I reduz a altura da planta, o peso da matéria seca e provoca a morte de plantas nos genótipos mais suscetíveis.
- d) Os genótipos que apresentaram o melhor comportamento frente às infecções controladas com CMV, CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I e CMV+CABMV+CPSMV-I foram BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, Patativa, TE97-309G-9, TE97-309G-22, TE97-309G-24, TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961.
- e) Os genótipos BR17-Gurguéia, CNCx-698-128G, TE97-309G-9, TE97-309G-22, TE97-309G-24 e Patativa mostraram boa adaptação e têm sementes com características com padrão comercial, portanto podem ser usados diretamente em programa de melhoramento.
- f) Os genótipos TVu 379, TVu 382, TVu 966 e TVu 3961 mostram baixa adaptação e têm grãos muito pequenos, fora do padrão comercial, portanto precisam de um pré-melhoramento antes de serem incluídos em um programa de melhoramento.

REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO, I.P.; LILIANE, R.M.; RESENDE, L.V.; BARROS, M.C.S; LIMA, G.S.A.; COELHO, R.S.B.; LIMA, J.A.A. Genes diferentes podem conferir resistência ao *Cowpea serere mosaic virus em caupi*, **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 274-278, 2005.
- ASSUNÇÃO, I.P.; LISTIK, A.F.; BARROS, M.C.S.; AMORIM, E.P.R.; SILVA, S.J.C.; IZABEL, O.S.; RAMALHO-NET, C.E.; LIMA, G.S.A. Diversidade genética de Begomovirus que infectam plantas invasoras na Região Nordeste. **Planta Daninha**, v.24, p. 239-244, 2006.
- ATIRI, G.I.; MIH, A.M. Effect of timing and sequence of inoculation of *Cowpea aphid borne* and *Cucumber mosaic virus* on the performance of four cowpea lines. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p. 53-56, 1992.
- BARRETO, P.D. *Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro*. In: Manoel Abílio de Queiroz; Clara Oliveira Goedert; Semíramis Rabelo Ramalho Ramos. (Org.) **Recursos genéticos e programa de melhoramento de feijão de corda no Ceará: avanços e perspectivas**: 1 ed. Petrolina: Embrapa – CPASTSA, 1999.
- BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Avaliação de Genótipos de Feijão-de-Corda sob infecção simultânea por “*Cowpea aphid-borne mosaic virus*” e “*Cucumber mosaic virus*”. Fortaleza. Embrapa-CNPAT. 1999.
- BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A.; QUINDERÉ, M.A.W. Genótipos de feijão de corda resistentes ao Mosaico Dourado. In: V Reunião nacional de Pesquisa de caupi. **Avanços Tecnológicos no feijão-caupi**. 2001. p. 58-62.
- BARROS, G.B. Identificação e caracterização de plantas de feijão-caupi obtidas por meio de retrocruzamentos resistentes aos vírus *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV). 40p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.
- BATISTA, M.F; COSTA, C.L.; LIN, M.T. Transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi por besouros *crisomelídeos*. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p. 264-268, 1998.
- BASHIR, M.; HAMPTON, R.O. Natural occurrence of five cowpea viruses in Pakistan. **Plant Disease**, v.77, p. 948-951, 1993.

BASHIR, M.; HAMPTON, O. Detection and identification of seed-borne viruses from cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) germplasm, **Plant Pathology**, v.45, p.54-58, 1996.

BASHIR, M.; AHMAD, Z.; GHAFUOH, A. Cowpea aphid-borne potyvirus: a review. **International Journal of Pest Management**, v. 48, p. 155-168, 2002.

BENDEDO, I.P. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 132-160.

BERTACINI, P.V.; ALMEIDA, A.M.R.; CHAGAS, C.M.; LIMA, J.A.A. Ocorrência natural do Vírus do Mosaico Severo do Caupi, infectando soja e caupi no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p. 271, 1994. Suplemento.

BOARI, A.J.; AMBROZEVICIUS, L.P.; MATSUOKA, K.; CARVALHO, M.G. Infecção natural de *Peperomia Caperata* pelo Vírus do Mosaico do Pepino (CMV). **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p. 422, 1996a. Suplemento.

BOARI, A.J.; KRAUSE, R.; CARVALHO, M.G. Infecção natural de *Impatiens sp.* pelo Vírus do Mosaico do Pepino (CMV). **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p. 422, 1996b. Suplemento.

BRIOSO, Paulo Sergio Torres. Uso de biologia molecular na identificação de vírus na cultura do feijão-caupi. In: II Congresso Nacional de Feijão-caupi, 2009, Belém. Da Agricultura de Subsistência ao Agronegócio. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, (Palestra).

BOOKER, H.M.; UMAHARAN, P.; MCDAVID, C.R. Effect of *Cowpea mosaic virus* on crop growth characteristics and yield of cowpea. **Plant Disease**, v.89, p. 515-520, 2005.

CAMARÇO, R.F.E.A; NASCIMENTO, A.K.Q; ANDRADE, E.C; LIMA, J.A.A. Biological, serological and molecular comparison between isolates of *Cowpea severe mosaic virus*. **Tropical Plant Pathology**, v.34, p. 239-244, 2009.

COELHO, L.M.; PIO RIBEIRO, G.; LIMA, A.A; BURITY, H.A.; MARIANO, R.L.R.; KITAJIMA, E.W.; PADOVAN, I.P. Caracterização de um isolado Pernambucano do Vírus Mosaico Severo do Caupi. **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, p.331-335, 1992.

COSTA, C.L.; LIN, M.T.; SPERANDIO, C.A. Besouros Crisomelídeos vectores do Sorotipo IV do "Cowpea severe mosaic virus" isolado do feijoeiro, **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.523, 1981.

CUPERTINO, F.P.; COSTA, C.L.; LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W. Infecção Natural do feijoeiro pelo vírus do Mosaico severo do Caupi no Centro-Oeste do Brasil, **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.529, 1981.

CUPERTINO, F.P.; COSTA, C.L.; LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W. Infecção Natural do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo Vírus do Mosaico severo do feijão Macassar, **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p.275-283. 1982.

CRUZ, C.D. Programa genes. Aplicativos computacional em Genética e Estatística. [www. Ufv.br/dbg/genes. htm](http://www.Ufv.br/dbg/genes.htm) versão 2007.

DANIELS, J.; CAMPBELL. R.N. Characterization of *Cucumber mosaic virus* isolates from California. **Plant Disease**, v.76, p.1245-1250, 1992.

DUARTE, L.M.L.; RIVAS, E.B.; ALEXANDRE, M.A.V.; MATOS, M.F. *Hypocyrta nervosa* e *Impatiens walleriana* naturalmente infectados com o Vírus do Mosaico do Pepino. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p. 424, 1996. Suplemento

EIRAS, M.; BOARI, A.J.; COLARICCIO, A.; CHAVES, A.L.R.; BRIONES, M.R.S.; FIGUEIRA, A.R.; HAKAKAVA. R. Characterization of isolates of cucumovirus *Cucumber mosaic virus* present in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v.86, p 61-69, 2004.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 412p.

FAO. FAOSTAT. Crops. Cow peas, dry. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anscor>.

FRANGIONI, D.S.S.; PAVAN, M.A.; COLARICCIO, A. Identificação do Cucumber mosaic virus subgrupo I em pimentão no estado de São Paulo e triagem para resistência. **Summa Phytopathologica**, v. 29, p. 19-24, 2003.

FREIRE FILHO, F.R. Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E.. Org. **O caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP/Ibadan: IITA, 1988. p. 25-46.

FREIRE FILHO, F.R. Desenvolvimento, seleção e difusão de germoplasma de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.): relatório final. Teresina Meio-Norte, 1999. 1v.(Embrapa.) Programa 4. Sistema de Produção de grãos. Projeto (04.0.99.543). Projeto concluído.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília, Embrapa Informações tecnológicas. p.27-92, 2005.

FROTA, K.M.G.; SOARES, R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar BRS Milênio. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.28, p.470-476, 2008.

FROTA, K.M.G.; MORGANO, M.A.; SILVA, M.G.; ARAÚJO, M.A.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p. 44-50, 2010.

GOMES, E.R.; SOARES, U.M. Cultivares e linhagens de *Vigna unguiculata* resistentes ao Vírus do Mosaico Severo do Caupi. In: III Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi. 1991. p. 54.

GÓMEZ, P.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, A.M.; MOURY, B.; ARANDA, M.A. Genetic resistance for the sustainable control of plant virus diseases: breeding, mechanisms and durability. **European Journal Plant Pathology**, v. 125, p. 1-22, 2009.

GONÇALVES, M.F.B.; LIMA, J.A.A. Efeitos do “Cowpea severe mosaic vírus” sobre a produtividade do feijão de corda cv. Pitiúba, **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p.547, 1982, Suplemento.

KAREEM, K.T.; TAIWO, M.A.; Interactions of viruses in Cowpea: effects on growth and yield parameters, **Virology Journal**, v.4, p.1-7, 2007.

KOBAYASHI, M.; SASAKI, K.; ENOMOTO, M.; EHARA, Y. Highly sensitive determination of transient generation of biophotons during hypersensitive response to cucumber mosaic virus in cowpea. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.465-472. 2007.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 19, 2007.

LIMA, J. A. A.; OLIVEIRA, F.M.E.W.; KITAJIMA, E.W.; LIMA, M.G.A. Propriedades biológicas, citológicas e sorológicas de um potyvirus isolado de feijão de corda no ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p.205-216, 1981.

LIMA, J. A. A.; GONÇALVES, M. F. B.; LIMA, M. G. A. E SILVEIRA, L. F. S. Ausência de transmissão de “*Cowpea severe mosaic vírus*” através de sementes de feijão-de-corda cv. Pitiúba, **Fitopatologia Brasileira**, v.8, p.619, 1983, Suplemento.

LIMA, J.A.A; GONÇALVES, M.F.B.; SANTOS, C.D.G. Diferenças e similaridades entre estirpes de “*Cowpea severe mosaic virus*” isoladas no Ceará e Piauí, **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p.115, 1986a.

LIMA, J.A.A; SANTOS, C.D.G.; SILVEIRA, L.F.S. Comportamento de genótipos de Caupi em relação aos dois principais vírus que ocorrem no Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p.151-161, 1986b.

LIMA, J. A. A.; SILVEIRA, L. F. S.; OLIVEIRA, J. P. Não transmissibilidade de “*Cowpea severe mosaic vírus*” por sementes de *Vigna unguiculata* cvs. Pitiúba e Seridó, **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.50-54, 1989.

LIMA, J.A.A.; PESSOA, S.H.A.; MOREIRA, R.S. Avaliação sorológica da incidência de vírus em experimento com 100 cultivares de *Vigna unguiculata*, em Fortaleza, Ceará. In: III Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi. 1991a. p. 53.

LIMA, J.A.A. Viroses de importância para *Vigna unguiculata* no Brasil e opções de controle. In: Reunião de Pesquisa de Caupi. 1991b. p. 9-11.

LIMA, J.A.A; HOLANDA-JUNIOR, F.I.F.; GONÇALVES, M.F.B.; SANTOS, A.E.B.A. Perpetuação da infecção mista de *Cucumovirus* e *Potyvirus* em caupi por sementes e por afídeos. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p. 426, 1996a. Suplemento.

LIMA, J.A.A; DI”GENES, E.M.L.; LIMA, R.C.A. Ação da pulverização com extrato de folhas de goiabeira clarificado sobre a infecção do Vírus do Mosaico Severo do Caupi. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p. 426, 1996b. Suplemento

LIMA, J.A.A.; LIMA, R.C.A.; GONÇALVES, M.F.B.; SITTOLIN, I.M. Biological and serological characteristics of a genetically different cowpea severe mosaic virus strain. **Virus Reviews and Research.**, v.3, p.57-65, 1998.

LIMA, J. A. A.; SITTOLIN, I. M.; LIMA, R. C. A. **Diagnoses e Estratégias de Controle de Doenças Ocasionadas por Vírus. Melhoramento Genético. FEIJÃO-CAUPI: Avanços Tecnológicos.** In: Freire Filho, F. R.; Ribeiro, V. Q.; Lima, J. A. A.; Silva, P. H. S. p. 405-459, 2005.

LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W.; RIOS, G.P. Serological identification of several cowpea viruses in central Brazil, **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p.73-85, 1981a.

LIN, M.T.; SANTOS, A.A.; KITAJIMA, E.W. Host reactions and transmission of two seed-borne cowpea viruses from central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.193-203, 1981b.

LIN, M.T.; ANJOS, J.R.N.; RIOS, G.P. Serological grouping of *Cowpea severe mosaic virus* isolates from Central Brazil. **Phytopathology**, v.71, p. 435-438, 1981c.

LIN, M.T.; SANTOS, A.A.; MUNOZ, J.O.; Ocorrência de vírus do Mosaico do Pepino, no estado do Piauí. In: I Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi, 1982, Teresina. Resumos. Goiânia: Embrapa-CPAMF, 1982 p. 101-102.

LIN, M.T.; HILL, J.H.; KITAJIMA, E.W.; COSTA, C.L. Two new serotypes of *Cowpea severe mosaic virus*. **Phytopathology**, v.74, n.5, p.581-585, 1984.

LOURENÇÃO, A.L. Situação atual da mosca branca no Brasil – Medidas de controle. **Biológico**, v.64, p.153-155, 2002. Palestra

MIH, A.M.; ATIRI, G.I.; THOTTAPPILLY, G. Relationships between co-infection with *Cowpea aphid-borne* and *Cucumber mosaic virus* and yield of cowpea lines with resistance to these viruses, **Phytoparasitica**, v.19,n.1 p.65-72. 1991.

MIYAI, T.; FARIAS, P.A.; GALLETI, S.R.; EIRAS, M.; CHAVES, A.L.R.; COLARICCIO, A. Estudo da concentração de partículas do *Cucumber mosaic virus* através de microscopia eletrônica de transmissão em diferentes hospedeiras. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, p. 33-37, 2002.

NASU, Y.; KARASAWA, A.; HASE, S.; EHARA, Y. Cry, Resistance Locus of Cowpea to *Cucumber mosaic virus* Strain Y. **Phytopathology**, v.86, p. 946-951.1996.

NOGUEIRA, M.S.R; FREIRE FILHO, F.R. & BRIOSO, P.S.T. Resistência e estudo da herança em caupi 'Costelão' à infecção ao Cowpea severe mosaic virus-sorotipo I. In: V REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI.56. 2001, Teresina. **ANAIS**. Teresina: Avanços Tecnológicos no Feijão-cauoi. Embrapa. 2001. P. 63-66

NOGUEIRA, M.S.R.; FREIRE FILHO, F.R.; PEREIRA, R.C.; SILVA, J.R.; FIGUEIREDO, D.V.; BRIOSO, P.S.T. Resistência ao *Cowpea severe mosaic virus* sorotipo I em linhagens de feijão-caupi, oriundas do Piauí. Teresina(PI). In: VI Reunião Nacional feijão-caupi e I Congresso Nacional de Pesquisa de caupi. **Anais**. Teresina, Tecnologia para o Agronegócio. Embrapa, 2006. v.121, p.1-5.

NOGUEIRA, M.S.R.; OLIVEIRA, C.R.R.; SITTOLIN, I.M.; BARROS, G.B.; FREIRE FILHO, F.R.; BRIOSO, P.S.T. Incorporação de genes de resistência a vírus em cultivares elites de feijão-caupi. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi – CONAC, Belém. **Anais ...** Belém: Embrapa Meio-Norte, 2009.

OMBAKHO, G.A.; TYAGI, A.P.; PATHAK, R.S. Inheritance of resistance to the cowpea aphid in cowpea. **Theoretical and applied genetics**, v.74, p. 817-819. 1987.

PADULOSI, S.; NG, N.Q. Origin, taxonomy and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) *walp.* In: SINGH, B.B.; MOHAN, R.; DASHIELL, K.E.; JACKAI, L.E.N. (ed.), **Advances in cowpea research**. International Institute of Tropical Agriculture. Tsukuba: IITA: JIRCAS, 1997. P.1-12.

PARENTE, R.C.P. **Aspectos da análise de resíduos**. 139p (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP, ESALQ, Piracicaba, 1984.

PASSOS, M.M. **Fonte de Resistência, diferenciação biológica e identificação molecular de sorotipos virais, e competição de genótipos de caupi no Estado do Rio de Janeiro**. 48p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

PAZ, C.D.; LIMA, J.A.A.; PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M.; ANDRADE, G.P.; GONÇALVES, M.F.B. Purificação de um isolado do vírus do Mosaico Severo do Caupi, obtido em Pernambuco, produção de antissoro e determinação de fontes de resistência em caupi. **Summa Phytopathologica**, v.25, p. 285-288, 1999.

PONTE, J.J. da.; ALVES, M. E. Reações do caupi cv. “Pampo” (*Vigna unguiculata*) em relação a três viroses. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 92-94, 1994.

PIO RIBEIRO, G.; WYATT, S.D.; KUHN, C.W. Cowpea Stunt: A disease caused by a synergistic interaction of two viruses. **Phytopathology**, v. 68, p.1260-1265. 1978.

QUEIROZ, J.V.J.; PIO RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P.; NICOLINI, C. Infecção simples e mista de Cowpea aphid borne mosaic virus e Cucumber mosaic virus em genótipos de feijão-caupi.

Disponível em: http://www.sigeventos.com.br/.../pro_programa_detalhe.asp?..
Acesso em: 3 fevereiro 2010.

RIOS, G.R. Resistência ao Vírus do Mosaico Severo do Caupi, **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.309, 1984.

ROCHA, M.M.; LIMA, J.A.A.; FREIRE FILHO, F.R.; ROSAL, C.J.S.; LOPES, A.C.A. Resistência de genótipos de Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) de tegumento branco a isolados de vírus das famílias *Bromoviridae*, *Comoviridae* e *Potyviridae*. **Ciência Rural**. v.8, p. 85-92, 2003.

SAS INSTITUTE (CARY, NC). SAS/STAT: User's guide, version 8.1. Cary 2000. v.1. 943p.

SALAS, F.J.S; BARRADAS, M.M.; PARRA, J.R.P. Tentativas de transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi (CpSMV-SP) por artrópodos, em laboratório, **Scientia Agrícola**, v. 56, p. 1-12, 1999.

SANTOS, A.A. Doenças do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. no Estado do Piauí. In: I Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi-RENAC. Resumos. Goiânia. 1982. p. 99-100.

SANTOS, A.A. Transmissão de vírus através de sementes de caupi (*Vigna unguiculata*) no Estado do Piauí. **Fitopatologia Brasileira**, v.12, p. 90-91, 1987.

SANTOS, A.A.; FREIRE FILHO, F.R. Redução da produção de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) causada pelo Vírus do Mosaico Dourado do Caupi. **Anais**. V Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí. 1988. p. 91-93.

SANTOS, A.A.; FREIRE FILHO, F.R.; CARDOSO, M.J.; FROTA, A.B. Nova cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) com resistência múltipla a vírus. **Fitopatologia Brasileira**. v.15, p. 84-86, 1990.

SANTOS, C.A.F.; ARAÚJO, F.P. Produtividade e morfologia de genótipos de caupi em diferentes densidades populacionais nos sistemas irrigado e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1977-1984, 2000.

SANTOS, F.M.L.; LIMA, J. A.A.; SANTOS, A.A.; BARRETO, P.H. Infecções simples e múltiplas de vírus em caupi no Ceará, **Fitopatologia Brasileira**, 24, p. 518-522, 1999.

SILVA, P.H.S da.; BLEICHER, E.; CARNEIRO, J. da S.; BARBOSA, F.R. Manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura do caupi. In: HAJI, F.N.P.; BEICHER, E. (Ed.). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 2004. p.121-129.

SINGH, B.B.; EHLERS, J.D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F.R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A.; TARAWALI, S.A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, P.M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

TAIWO, M. A.; AKINJOGUNLA, J. Cowpea viruses: Quantitative and qualitative effects of single and mixed viral infections. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, p. 1749-1756, 2006

TAIWO, M. A; KAREEM, K.T.; NSA, I.Y.; HUGHES, J.D'A. Cowpea viruses: Effect of single and mixed infections on symptomatology and virus concentration, **Virology Journal**, v.4, p. 1-5, 2007.

TEIXEIRA, S.M.; MAY, P.H.; SANTANA, A.C. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília. International Institute of Tropical Agriculture/Embrapa, 1988. p. 99-136.

THOTTAPPILLY, G.; ROSSEL, H.W. Worldwide occurrence and distribution of virus diseases . In: Cowpea Research, Production and Utilization, SINGH, S.R. & RACHIE, K.O. p. 155-171, 1985.

THOTTAPPILLY, G.; ROSSEL, H.W. Viruses diseases of cowpea in tropical Africa. **Tropical Pest Management**, v.38, p. 337-348. 1992.

VALE, C.C.; LIMA, J.A.A. Efeitos de infecção isoladas e mistas de vírus de grupos distintos em caupi. **Fitopatologia Brasileira**. v.19, p.193-197, 1994.

VALE, C.C.; LIMA, J.A.A. Herança da imunidade da cultivar Macaibo Vigna unguiculata ao vírus do mosaico severo da caupi. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p. 30-32, 1995.

ZERBINI JUNIOR., F.M.; CARVALHO, M.G.; ZAMBOLIM, E.M. Introdução à Virologia Vegetal. Viçosa: UFV, 2002. 145 p. (Caderno didático).

ZIMMERMANN, F.J.P. Estatística aplicada à pesquisa agrícola. Santo Antônio de Goiás. GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402p.