



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO VÍRUS DA
MANCHA ANELAR DO MAMOEIRO-
ESTIRPE MELANCIA (PRSV-W) EM *Cucurbita
moschata* DUCH. E SUA INTROGRESSÃO EM
Cucurbita pepo L.**

ANA CLÁUDIA BARNECHE DE OLIVEIRA

1999

219

FOA

ASSINATURA

Data 07 / 11 / 17

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFLA

48699
MFN 34207

ANA CLÁUDIA BARNECHE DE OLIVEIRA

**HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO VÍRUS DA MANCHA ANELAR DO
MAMOEIRO-ESTIRPE MELANCIA (PRSV-W) EM *Cucurbita moschata*
DUCH. E SUA INTROGRESSÃO EM *Cucurbita pepo* L.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS
MINAS GERAIS

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira, Ana Cláudia Barneche de

Herança da resistência ao vírus da mancha anelar do mamoeiro-estirpe melancia (PRSV-W) em *Cucurbita moschata* Duch. e sua introgressão em *Cucurbita pepo* L. / Ana Cláudia Barneche de Oliveira. – Lavras : UFLA, 1999.

74 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Abóbora. 2. Abobrinha. 3. Melhoramento. 4. Cultura de embrião. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.623

ANA CLÁUDIA BARNECHE DE OLIVEIRA

**HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO VÍRUS DA MANCHA ANELAR DO
MAMOEIRO-ESTIRPE MELANCIA (PRSV-W) EM *Cucurbita moschata*
DUCH. E SUA INTROGRESSÃO EM *Cucurbita pepo* L.**

**Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de pós-
graduação em Agronomia, área de concentração em
Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".**

APROVADA em 08 de dezembro de 1999

Maria Luiza de Araujo, Dra.

PESAGRO/RIO-EEI

Antonia R. Figueira, PhD.

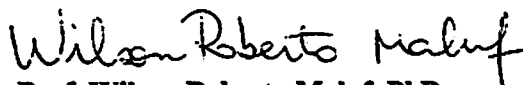
UFLA

José Eduardo B. P. Pinto, PhD.

UFLA

Luiz Antonio A. Gomes, Dr.

HortiAgro Sementes Ltda



Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD.

UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS-GERAIS - BRASIL**

À minha mãe

Olinda Barneche de Oliveira (In memorium)

pelo incentivo, apoio, amor, enfim a vida...

DEDICO

Ao meu pai

Jaime Marques de Oliveira

e irmãos

Lúcio Barneche de Oliveira

Maurício Barneche de Oliveira

pelo apoio, ajuda, confiança e compreensão

OFEREÇO

À Deus

"Senhor, tu nos amas, sustentas e acompanhas de tantas formas e cumpres as tuas promessas de amor e fidelidade. Nós somos pequenos e frágeis, mas, capacitados pelo teu Espírito Santo, podemos ser teus instrumentos na administração de tua criação."

MEU LOUVOR

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo alvo conquistado.

Ao professor Wilson Roberto Maluf pela confiança, amizade, lições de vida, e ensinamentos que contribuíram muito para minha formação profissional, meu eterno muito obrigado.

À amiga professora Maria das Graças Cardoso pela acolhida, amizade e ajuda.

Aos professores Antonia R. Figueira, José Eduardo B. P. Pinto pelas contribuições e laboratórios.

Aos professores e funcionários do departamento de Agricultura.

À UFLA, CAPES, FAPEMIG e HortiAgro pelo suporte físico e financeiro às pesquisas realizadas.

À família "Maluf" por todos os momentos de convivência e amizade: Arie, João Alencar, Renato Braga, Carlos, Sávio, Valter, Luiz, Moretto, Vicente, "Ná", Flávio, Luciano, Aldo, Múcio, Tocantins, Fabrício, Moita, Baiano, Rodrigo, Marcos.

Aos amigos do coração Joelson, Sebastião Márcio, Natanael, Dany e Luciano.

A todos os amigos e colegas da pós-graduação, especialmente: Vânia, Toni, Denmora, Liliane, Nuno, Rosana.

Às amigas do coração Mara e Norma, que mesmo distantes estiveram sempre ao meu lado, muito obrigado!

À família Klein, pela adoção e cuidado, vocês são demais!

Aos amigos da grande família da Igreja Adventista do Sétimo Dia.

À todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Ana Cláudia Barneche de Oliveira, filha de Jaime Marques de Oliveira e Olinda Barneche de Oliveira, nasceu na cidade de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, em 02 de março de 1966.

Concluiu o curso de Graduação em Agronomia, na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) no ano de 1986.

Concluiu o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) no ano de 1992.

Concluiu o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA) no ano de 1999.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	1
1 Introdução Geral	2
2 Referencial Teórico	4
2.1 Características gerais das Cucurbitáceas	4
2.2 Viroses das Cucurbitáceas	5
3 Referências Bibliográficas	12
CAPÍTULO 2: Estudo da herança da resistência ao vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) em abóbora <i>Cucurbita moschata</i>	17
1 Resumo	18
2 Abstract	19
3 Introdução	20
4 Material e Métodos	24
4.1 Obtenção das gerações	24
4.2 Manutenção do inóculo viral do PRSV-W	25
4.3 Herança da resistência em abóbora ao vírus PRSV-W	27
4.3.1 Avaliações de plantas individuais nas gerações P ₁ , P ₂ , F ₁ , F ₂ , RC ₁ e RC ₂	27
4.3.1.1 Delineamento experimental e condução	27
4.3.1.2 Avaliações dos sintomas	28
4.3.1.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	28
4.3.1.4 Teste da hipótese de herança monogênica	31
5 Resultados e Discussão	34
5.1 estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos	34
5.2 Teste da herança monogênica da resistência ao PRSV-W em <i>C. moschata</i>	37

6 Conclusões	45
7 Referências Bibliográficas	46
CAPÍTULO 3: Introgressão da resistência ao PRSV-W oriunda de <i>Cucurbita moschata</i> em <i>Cucurbita pepo</i> através de hibridação interespecífica	51
1 Resumo	52
2 Abstract	53
3 Introdução	54
3.1 Gênero <i>Cucurbita</i>	54
3.2 Hibridações	55
3.3 Cultura de embriões	57
4 Material e Métodos	60
4.1 Obtenção do híbrido interespecífico <i>C. pepo</i> x <i>C. moschata</i>	60
4.2 Avaliação da resistência do híbrido interespecífico ao PRSV-W	62
4.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	65
5 Resultados e Discussão	66
5.1 Obtenção do híbrido interespecífico <i>C. pepo</i> x <i>C. moschata</i>	66
5.2 Avaliação da resistência ao PRSV-W no híbrido interespecífico	68
6 Conclusões	71
7 Referências Bibliográficas	72

LISTA DE ABREVIATURAS

- PRSV-W** Papaya Ringspot Virus-Watermelon Strain = Vírus da mancha anelar do mamoeiro-estirpe melancia
- WMV** Watermelon mosaic virus = Vírus do mosaico da melancia
- CMV** Cucumber mosaic virus = Vírus do mosaico do pepino
- SqMV** Squash mosaic virus = Vírus do mosaico da abóbora
- ZYMV** Zucchini yellow mosaic virus = Vírus do mosaico amarelo da abobrinha de moita
- TRSV** Tobacco ringspot virus

RESUMO

OLIVEIRA, Ana Cláudia Barneche de Oliveira. Herança da resistência ao vírus da mancha anelar do mamoeiro-estirpe melancia (PRSV-W) em *Cucurbita moschata* Duch. e sua introgressão em *Cucurbita pepo* L. Lavras: UFLA, 1999. 74p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).*

O vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) é um dos principais vírus que causam doença no gênero *cucurbita*. Plantas infectadas exibem mosaico, deformações foliares e deformações nos frutos. Infecções precoces chegam a causar perdas de até 100%. O PRSV-W é transmitido por afídeos de modo não-persistente, o que torna o controle desta virose via manejo de insetos vetores pouco eficiente. Desta forma, a incorporação da resistência genética ao PRSV-W é altamente desejável. Dentro do gênero *cucurbita*, foram encontrados acessos resistentes ao PRSV-W nas espécies *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* e *C. moschata*, sendo *C. pepo* sempre suscetível. Este trabalho foi realizado em Lavras – MG, e teve como objetivos estudar a herança da resistência ao PRSV-W em *C. moschata*, e a introgressão da resistência ao PRSV-W oriunda de *C. moschata* na espécie *C. pepo*. A herança foi estudada a partir do cruzamento Baiana Tropical (P₁- resistente) x Chirimen (P₂- suscetível), nas gerações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁₁ (= F₁ x P₁) e RC₁₂ (=F₁ x P₂). Fizeram-se inoculações manuais com um isolado identificado de PRSV-W. As avaliações foram feitas dando-se notas individuais para as plantas, usando uma escala de notas de 1 até 5, sendo 1=maioria das folhas sem sintomas e 5= maioria das folhas com mosaico severo e/ou distorções foliares. A herdabilidade da resistência é alta, e é controlada por mais de um loco gênico com ação predominantemente aditiva. A introgressão da resistência foi realizada a partir do cruzamento entre Asmara (*C. pepo*) x Duda (*C. moschata*). Foi utilizada a técnica da cultura de embriões para regenerar as plantas dos cruzamentos interespecíficos, de onde foram regeneradas 4 plantas. O híbrido interespecífico recuperado mostrou nível de resistência intermediário aos pais. A recuperação de plantas F₂ resistentes ao PRSV-W indica que a introgressão da resistência ao PRSV-W em *C. moschata* é viável tecnicamente.

* Comitê Orientador: Wilson Roberto Maluf – UFLA (Orientador), José Eduardo B. P. Pinto – UFLA e Antonia R. Figueira - UFLA

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ana Cláudia Barneche de Oliveira. Inheritance of the resistance to papaya ringspot virus-watermelon strain in *Cucurbita moschata* Duch. and its introgression in *Cucurbita pepo* L. Lavras: UFLA, 1999. 74p. (Thesis - Doctorate in Program in Crop Science).*

Papaya ringspot virus – strain watermelon (PRSV-W) is one of the main viruses causing disease *Cucurbita* spp.. Infected plants display mosaic, leaf and fruit deformations. Early infections may cause losses of up to 100%. PRSV-W is transmitted by aphids in a non-persistent way which makes the control of this viral disease via vector management hardly efficient. Use of *Cucurbita* spp. cultivars with genetic resistance to PRSV-W is therefore highly desirable. Accessions of *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* and *C. moschata* with PRSV-W resistance have been identified, but that has not been the case with *C. pepo*. Inheritance of PRSV-W resistance in the species *C. moschata* was studied, with the objective of introgression into susceptible *C. pepo*. *C. moschata* 'Baiana Tropical' (P_1 – resistant) was crossed with Chirimen (P_2 – susceptible), and the F_1 was further backcrossed to both parents to obtain generations BC_{11} ($F_1 \times P_1$) and BC_{12} ($F_1 \times P_2$). Mechanical inoculations were made with a known PRSV-W isolate. Evaluations were made by scoring plant symptoms with a scale from 1 (= mostly symptomless leaves) to 5 (= most leaves with severe mosaic and/or leaf distortions). Heritability of PRSV-W resistance is high. There is probably more than one gene locus involved in resistance, and gene action was predominantly additive. Embryo rescue techniques were deployed to regenerate F_1 plants of the interspecific cross *C. pepo* x *C. moschata*. Interspecific hybrid plants showed intermediate levels of resistance relative to the parents. Recovery of highly resistant F_2 plants indicates that introgression of the PRSV-W resistance of *C. moschata* on *C. pepo* being technically viable.

* Guidance Committee: Wilson Roberto Maluf – UFLA (Major Professor), José Eduardo B. P. Pinto – UFLA e Antonia R. Figueira - UFLA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A família *Cucurbitaceae* é relativamente grande, contendo em torno de 130 gêneros e 900 espécies. Nela se inclui o gênero *Cucurbita*, composto por cerca de 26 espécies, das quais apenas cinco são cultivadas. Dentro do gênero *Cucurbita*, as espécies de maior importância econômica no Brasil são *Cucurbita pepo*, *C. maxima* e *C. moschata*.

Diversas viroses são responsáveis por consideráveis perdas na produção de cucurbitáceas. Destaca-se como uma das principais, no Brasil, a mancha anelar do mamoeiro - estirpe melancia (PRSV-W Papaya Ringspot Virus - Watermelon strain; sinonímia WMV-1 Vírus do mosaico da melancia-1). O vírus é membro do grupo dos Potyvirus, e os sintomas da virose vão de clorose e mosaico até distorções, principalmente nas folhas apicais. Também ocorrem deformações das flores e posteriormente dos frutos, cujo desenvolvimento normal pode ser inibido. Quando a infecção ocorre no início do ciclo, as perdas podem chegar a 100% do produto comercial em cultivares suscetíveis.

O método de controle químico é o mais utilizado no manejo de viroses, mas mostra baixa eficiência no caso do PRSV-W porque o vírus é transmitido pelos afídeos-vetores de forma não persistente, fazendo com que antes que o inseticida controle o vetor, o mesmo já tenha transmitido o vírus para as plantas. Com isso, há a necessidade de se buscarem outras formas de controle da doença. O uso de cultivares resistentes tem mostrado ser um método muito eficiente, pois além do controle da virose, apresenta um baixo custo para o produtor, diminuindo ou mesmo dispensando o uso de produtos químicos.

Dentro das espécies cultivadas do gênero *Cucurbita*, apenas para *C. maxima* já se estudaram fontes de resistência ao PRSV-W e seus modos de herança (Provvidenti, 1982; Maluf e Sousa, 1984; Garcia de Salcedo, 1984; Maluf, Silva e Moura, 1985; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987;

Maluf, Pereira, Figueira e 1997). Dentro da espécie *C. moschata*, existem estudos mostrando que há acessos com resistência ao PRSV-W (Kuabara, 1984; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987), mas até o momento não há relatos sobre o modo de herança desta resistência. Na espécie *Cucurbita pepo*, estudos revelaram não existirem fontes de resistência descritas, o que leva à busca da introgressão da resistência a partir de acessos de outras espécies (Demski e Chalkley, 1972; Provvidenti, Robinson e Munger, 1978; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987; McCandless, 1998).

O presente trabalho tem como objetivos: estudar a herança da resistência ao PRSV-W em *Cucurbita moschata*; e a introgressão da resistência ao PRSV-W proveniente da espécie *C. moschata* na espécie *C. pepo*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características gerais das Cucurbitáceas

Dentre as olerícolas pertencentes à família *Cucurbitaceae*, algumas espécies destacam-se como economicamente expressivas no abastecimento de hortaliças do Brasil. São elas as abóboras, melão, melancia, pepino e abobrinha. As características morfológicas mais importantes desta família são: plantas anuais ou perenes, herbáceas, de caule prostrado ou trepador, provido de gavinhas axilares, com tendência a emitir raízes a partir dos nós; folhas raramente compostas, alternas, de nervura palmeada, base geralmente cordiforme; flores solitárias, raramente em agrupamentos, axilares, opostas às gavinhas; cálice estrelado, esverdeado; corola campanulada, comumente dividida em cinco lóbulos, amarela ou branca; anteras bem desenvolvidas, formando uma só massa; ovário ínfero, placentação central ou parietal; estigma com três a cinco lóbulos, com papidos; fruto geralmente indeiscente, constitui-se de uma baga geralmente grande, cujas paredes externas endurecem e as internas permanecem carnosas; sementes planas, ricas em óleo, com endosperma reduzido ou nulo, cotilédones bem desenvolvidos, podem possuir uma dormência até 30 dias pós-colheita e neste período, a germinação, quando ocorre, é lenta (Casali, Saturnino e Pedrosa, 1982).

Da família *Cucurbitaceae*, destaca-se o gênero *Cucurbita*, ao qual pertencem as abóboras. O nome comum “abóbora” é muito amplo, com variações regionais, e, no Brasil, representa acessos de *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*. Em geral, empregam-se os seguintes termos populares:

- abobrinha - quando os frutos são consumidos ainda verdes; geralmente pertencem às espécies *C. pepo* e *C. moschata*;

- abóbora - quando os frutos são consumidos maduros (secos); geralmente pertencem à espécie *C. moschata*;
- moranga - quando os frutos, geralmente achatados ou arredondados, são consumidos maduros; em geral pertencentes à espécie *C. maxima*;
- mogango - quando os frutos, escuros, com gomos pronunciados e casca bastante dura, são consumidos maduros; geralmente pertencem a espécie *C. pepo*.

O centro de diversidade do gênero *Cucurbita* situa-se no trópico, concentrando-se na fronteira do México com a Guatemala. Existem cerca de 26 espécies de *Cucurbita*, das quais cinco são domesticadas e geneticamente isoladas uma da outra: *C. pepo* – nativa da América do Norte, ao norte da cidade do México; *C. moschata* – nativa do México e América Central; *C. maxima* – nativa do norte da América do Sul e América Central; *C. mixta* – nativa do México e América Central e *C. ficifolia* – nativa do México, América Central e norte da América do Sul. Dentre as espécies não cultivadas, destacam-se: *C. martinezii*, *C. lundelliana*, *C. foetidissima* e *C. ecuadorensis* (Maluf, 1996).

2.2 Viroses das Cucurbitáceas

Em razão da alta incidência de viroses, principalmente a causada pelo vírus da mancha anelar do mamoeiro, estirpe melancia, PRSV-W (Papaya ringspot virus – watermelon strain), as perdas na produção de cucurbitáceas podem ser drasticamente aumentadas nos casos em que as plantas são infectadas no início da cultura. Diferentes vírus estão associados com os sintomas severos de doenças nas cucurbitáceas cultivadas em todo o mundo. No Brasil, têm sido detectados, além do PRSV-W, o vírus do mosaico do pepino, CMV – “Cucumber mosaic virus”, o do mosaico da abóbora, SqMV – “Squash mosaic virus”, o vírus do mosaico da melancia- WMV (antigo mosaico da melancia-2,

WMV-2) = “Watermelon mosaic virus-2”), o vírus do mosaico amarelo da abobrinha de moita, ZYMV – “Zucchini yellow mosaic virus” e um *Tospovirus* (vírus do grupo do vira-cabeça do tomateiro). Além das infecções causadas por um vírus isoladamente, também ocorrem, com bastante frequência em cucurbitáceas, infecções virais mistas. Nas infecções mistas, podem ocorrer relações sinérgicas ou antagônicas, que podem causar aumento ou decréscimo das lesões produzidas e modificações nos sintomas, que em alguns casos podem ser muito mais severos do que os verificados nas infecções isoladas (Zambolim e Dusi, 1995 e Richards, 1999).

O vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) (anteriormente conhecido como vírus do mosaico da melancia, WMV-1) pertence ao grupo dos *Potyvirus*. Seu genoma consiste de RNA com partículas simples, flexíveis e filamentosas com dimensões de 780 nm x 12 nm. Possui uma fita simples de RNA positivo, é estável, e os produtos gênicos não estruturais acumulam em quantidades significativas nas células infectadas. Esse vírus pode ser transmitido mecanicamente e por várias espécies de afídeos (a exemplo de *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) de forma não persistente, não sendo transmitido por sementes. (Purcifull et al., 1984; Yuki, 1990 e Matthews, 1992). É um vírus distribuído em todo o mundo, sendo o de maior ocorrência e importância econômica em cucurbitáceas plantadas no Brasil (Zambolim e Dusi, 1995 e Richards, 1999). Sua ocorrência já foi descrita no Havá (Shanmugasundaram et al., 1969), nos Estados Unidos da América do Norte (Anderson, 1954; Webb, Bohn e Scott, 1965; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Provvidenti e Schroeder, 1970 e Webb, 1971), em El Salvador (Diaz, 1972), no México (Nelson, Laborde e McDonald, 1966), na Venezuela (Lastra, 1968), entre outros países; no Brasil sua ocorrência foi descrita no Distrito Federal e Amazonas (Lin et al., 1977), no Piauí (Lima, Souza e Martins, 1980), no Rio Grande do Norte (Lima, Fernandes e Mendes, 1980; Rocha et al., 1997),

em São Paulo (Costa, Kitajima e Nagai, 1972), na Bahia e Pernambuco (Ávila et al., 1984; Lima, Barbosa e Ávila, 1997), no Maranhão (Moura et al., 1997), no Pará (Albuquerque, Ikeda e Costa, 1972), em Minas Gerais (Pavan, 1985; Dusi, Pessoa e Gama, 1990 e Richards, 1999).

Há relatos de infecção por PRSV-W em 38 espécies dentro de 11 gêneros de *Cucurbitaceae*, sendo o melão, a abóbora, a melancia e o pepino, as espécies de maior valor econômico (Purcifull et al., 1984).

A diagnose precisa dos vírus que infectam cucurbitáceas é um requisito essencial ao desenvolvimento de medidas adequadas ao seu controle. A aplicação simultânea de dois ou mais métodos é muitas vezes necessária ao diagnóstico.

O uso de plantas indicadoras e gama de hospedeiros é um método simples, de baixo custo e de precisão satisfatória. Esse método pode ser utilizado por extensionistas e agricultores que possuam certo conhecimento da atividade biológica do vírus e que disponham de sementes das plantas testes, abrasivos e tampão de inoculação. Nos laboratórios de fitovirologia bem estruturados, além dos testes baseados na sintomatologia apresentada pelas plantas teste, o diagnóstico é auxiliado com o uso do microscópio eletrônico de transmissão. Assim, por meio da técnica de "leaf dip", é possível visualizar o tipo de partícula viral e, com a secção ultrafina, inclusões, que no caso dos Potyvirus apresentam-se na forma de cataventos e permitem diagnosticar o grupo viral (Purcifull et al., 1984; Zambolim e Dusi, 1995).

Os métodos diagnósticos sorológicos mais usados são, principalmente, os de dupla difusão em gel e o ELISA (ensaio de imunoadsorção com enzimas ligadas ao anticorpo). Ambos necessitam de anti-soros específicos ao vírus em estudo. ELISA é um método altamente sensível e mais adequado para o uso em larga escala. No Brasil, esses métodos são usados rotineiramente na maioria dos laboratórios das universidades e instituições de pesquisa, para onde as amostras

de cucurbitáceas infectadas deverão ser enviadas para diagnóstico (Zambolim e Dusi, 1995).

Outro método de identificação é a técnica da hibridização com cDNA, sondas que podem ser marcadas com compostos não-radioativos. Esta técnica é sensível e permite a distinção de vírus com até 90% de homologia em sua seqüência de nucleotídeos (Richards, 1999).

O PRSV-W pode ser identificado através de testes sorológicos, microscopia eletrônica, sondas de cDNA, sintomatologia e círculo de plantas hospedeiras, sendo esta última uma técnica de fácil execução e capaz, no caso de mistura, de separar os isolados de viroses (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Purcifull et al., 1984; Vega, Rezende e Yuki, 1995 e Richards, 1999).

As principais plantas hospedeiras diferenciadoras utilizadas na identificação de vírus em cucurbitáceas são: *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus*, *Cucumis melo*, *Citrullus lanatus*, *Luffa acutangula*, *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*, *Gomphrena globosa*, *Nicotiana tabacum* cvs. Samsun e Turkish NN, *Phaseolus vulgaris* cv. Black Turtle 2, *Nicotiana benthamiana*, *Pisum sativum* cv Alaska. *Cucurbita pepo* apresenta os sintomas de mosaico sistêmico e deformações foliares quando inoculada com SqMV, PRSV-W, WMV, CMV; TRSV e ZYMV (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Rezende et al., 1994; Vega, Rezende e Yuki, 1995). *Cucumis sativus* mostra os sintomas de mosaico e de deformação foliar quando infectado por PRSV-W, CMV, ZYMV e WMV (Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Vega, Rezende e Yuki, 1995). *Cucumis melo* apresenta os sintomas de mosaico sistêmico e lesão local quando inoculado com PRSV-W, CMV e ZYMV respectivamente (Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Vega, Rezende e Yuki, 1995); a linha B63-3 de

melão é infectada por TRSV, PRSV-W, WMV, CMV e SqMV, apresentando sintomas de mosaico e deformações foliares (Webb, 1971) e a linha B70-96 apresenta o sintoma de mosaico sistêmico quando infectada por WMV (Ávila, 1982). A melancia *Citrullus lanatus* apresenta o sintoma de mosaico quando infectada por PRSV-W, ZYMV, TRSV, WMV e CMV (Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull et al., 1984; Vega, Rezende e Yuki, 1995). A bucha *Luffa acutangula* é infectada por PRSV-W, CMV e TRSV apresentando sintoma de mosaico e mosqueado (Milne e Grogan, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984 e Pavan, 1985). *Chenopodium amaranticolor* e *Chenopodium quinoa* são infectados por WMV, CMV, TRSV e ZYMV, com sintomas de lesão local (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Vega, Rezende e Yuki, 1995). Deve-se ressaltar que embora Purcifull et al., (1984) relate que o PRSV-W é capaz de infectar *Chenopodium quinoa*, trabalho feito por Vega et al., (1995) mostra que os isolados de PRSV-W encontrados no Brasil não o fazem. *Gomphrena globosa* apresenta sintoma de lesão local quando infectada por ZYMV, WMV (Milne e Grogan, 1969; Vega, Rezende e Yuki, 1995). *Nicotiana tabacum* cv. Samsun é infectada por TRSV e CMV, apresentando sintoma de mosaico sistêmico (Webb, 1971) e a cultivar Turkish NN é infectada por CMV (Ávila, 1982 e Pavan, 1985). *Phaseolus vulgaris* cv. Black Turtle 2 não é infectado por ZYMV (Vega, Rezende e Yuki, 1995). *Nicotiana benthamiana* é infectada por WMV, apresentando o sintoma de mosaico sistêmico (Purcifull e Hiebert, 1979 e Purcifull et al., 1984). *Pisum sativum* cv Alaska é infectada por WMV, apresentando o sintoma de mosaico (Purcifull e Hiebert, 1979).

Os elevados índices de ocorrência e a severa incidência de mosaico verificados nos campos de cultura de cucurbitáceas resultam da presença de grandes populações ativas de afídeos e da persistência de fontes de vírus. A

sobrevivência, no campo, de cucurbitáceas silvestres e comerciais e de plantas daninhas infectadas, durante e entre as estações de plantio, é a principal fonte da elevada incidência viral. Para os vírus transmitidos de forma não persistente, o uso do inseticida para o controle dos insetos vetores das viroses não têm sido medida eficiente, pois o inseto pode transmitir o vírus antes da ação do inseticida. Como regra, apenas medidas preventivas de controle podem ser adotadas para evitar ou retardar a introdução das viroses no campo: usar sementes de origem idônea (no caso de viroses que possam ser transmitidas por sementes); preparar adequadamente o solo, com boa fertilização; controlar adequadamente as plantas daninhas; evitar o plantio sucessivo e o plantio próximo de campos mais velhos de cucurbitáceas; destruir restos de cultura infectados; usar, sempre que possível, cultivares resistentes (Zambolim e Dusi, 1995).

Dentre as medidas de controle mencionadas acima, o uso de cultivares resistentes tem se destacado nos últimos anos, principalmente, em função de seu baixo custo ao produtor, e grande contribuição para redução do uso de inseticidas no controle de insetos vetores de vírus. Até o início da década de 80 não havia cultivares importantes resistentes ao PRSV-W: o que se conhecia era que alguns acessos de abóboras ou morangas rasteiras (*Cucurbita moschata* e *C. maxima*) apresentavam um certo grau de resistência; em pepino, a linhagem G4A-15 apresentava tolerância à infecção para PRSV-W e WMV, e, em melão, os materiais B63-3 e B66-5 e PI 180283 apresentavam imunidade ao vírus. (Ávila, 1982).

No Brasil, a partir da década de 80 começaram a ser identificadas abóboras (*C. moschata*) resistentes ao PRSV-W, como Baiana Tropical, Jacarezinho AG1, Caravela (cultivares de polinização aberta), Duda e Piramoita (híbridos); e cultivares de moranga (*C. maxima*), como Várzea Alegre, Exposição, Coroa IAC (cultivares de polinização aberta) (Maluf et al., 1986) e

mais recentemente o híbrido Samantha de *C. maxima*. Todavia, não se têm feito, ainda, estudos para elucidar a herança da resistência ao vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) em *Cucurbita moschata*.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F.C.; IKEDA, H.; COSTA, A.S. Ocorrência do Vírus do Mosaico da Melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) em Plantações de Melão (*Cucumis melo* L.) na Região de Belém-PA. *Revista de Olericultura*, Campinas, v.12, p. 94, 1972.
- ANDERSON, C.W. Two Watermelon Mosaic Virus Strains from Central Florida. *Phytopathology*, St. Paul, v.44, n. 4, p. 198-202, Apr. 1954.
- ÁVILA, A.C. Viroses de Cucurbitáceas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.85, p. 52-54, 1982.
- ÁVILA, A.C.; DELLA VECCHIA, P.T.; LIN, M.T.; OLIVEIRA, L.O.B.de; ARAUJO, J.P.de. Identificação do Vírus do Mosaico da Melancia em Melão (*Cucumis melo*) e Melancia (*Citrullus lanatus*) na região do Submédio São Francisco. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.9, n.1, p. 113-117, fev. 1984.
- CASALI, V.W.D.; SATURNINO, H.M.; PEDROSA, J.F. Botânica e origem das cucurbitáceas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.85, p. 22-23, 1982.
- COSTA, A.S.; KITAJIMA, E.W.; NAGAI, H. Alguns Vírus que Afetam o Pepino (*Cucumis sativus* L.) em São Paulo. *Revista de Olericultura*, Campinas, v. 12, p. 100-101, 1972.
- DEMSKI, J.W.; CHALKLEY, J.H. Effect of watermelon mosaic virus on yield and marketability of summer squash. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v.56, n.2, p. 147-150, Feb., 1972.
- DIAZ, F.F. Identification and Distribution of Watermelon Mosaic Virus 1 in El Salvador. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v.56, n.5, p. 437-440, May. 1972.
- DUSI, A.N.; PESSOA, H.B.S.V.; GAMA, M.I.C.S. Ocorrência de viroses em cultura de pepino industrial no município de Janaúba-MG. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p. 89-90, mar. 1990.

- GARCÍA DE SALCEDO, M.J. Resistência ao Mosaico da Melancia Raça 1 e sua Herança em Moranga *Cucurbita maxima* Duchesne. Piracicaba: ESALQ, 1984. 76p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- KUABARA, M.Y. Reação de Abobrinha (*Cucurbita moschata* Duchesne) ao Vírus do Mosaico da Melancia Raça - 1 (WMV-1). Piracicaba: ESALQ, 1984. 69p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- KUABARA, M.Y.; SALCEDO, M.J.G.; COSTA, C.P. Fontes de resistência ao vírus do mosaico da melancia - 1 (WMV-1) em abóbora. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5, n.2, p. 20-22, nov., 1987.
- LASTRA, R. Occurrence of Cucurbit Viruses in Venezuela. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v.52, n.2, p. 171-174, Feb. 1968.
- LIMA, J.A.A; FERNANDES, E.R.; MENDES, M.L. Identificação Sorológicas de "Watermelon Mosaic Virus - 1" em Cucurbitáceas Cultivadas e Nativas do Rio Grande do Norte. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.5, n.3, p. 414, out. 1980.
- LIMA, J.A.A; SOUZA, C.A.U.; MARTINS, O.F. Infecção Dupla de "Watermelon Mosaic Virus" e "Squash Mosaic Virus" em Melancia no Est. Piauí. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.5, n.3, p. 417, out. 1980.
- LIMA, M.F.; BARBOSA, L.F.; ÁVILA, A.C.de. Levantamento de viroses na cultura da melancia na região do submédio São Francisco. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, p. 337, ago. 1997. (Resumo 614) Suplemento.
- LIN, M.T.; ÁVILA, A.C.; KITAJIMA, E.W.; VAN DER PAHLEN, A. Identificação e ocorrência do vírus do mosaico da abóbora no Distrito Federal e no Estado do Amazonas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 2, p. 86-87, 1977.
- MALUF, W.R. Melhoramento genético de hortaliças. Lavras:UFLA, 1996. 188p. Apostila (Disciplina DAG-527) Cap.: Melhoramento Genético das Abóboras (*Cucurbita* spp.), p. 135-149
- MALUF, W.R.; MOURA, W.de.M.; SILVA, I.S.da; CASTELO-BRANCO, M. Screening of *Cucurbita* spp. Accessions for Resistance to Watermelon Mosaic Virus-1. *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 161-167, 1986.

- MALUF, W.R.; PEREIRA, J.J.; FIGUEIRA, A.R. Inheritance of resistance to the papaya ringspot virus-watermelon strain from two different accessions of winter squash *Cucurbita maxima* Duch. *Euphytica*, Wageningen, v.94, p. 163-168, 1997.
- MALUF, W.R.; SILVA, I.S.da; MOURA, W.de.M.; Inheritance of watermelon mosaic virus-1 (WMV-1) resistance in squash *Cucurbita maxima* Duch. *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 1, p. 175-182, 1985.
- MALUF, W.R.; SOUSA, E.L.S. Resistência ao vírus do mosaico da melancia-1 (WMV-1) em moranga. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 2, n. 2, p. 22-25, nov. 1984.
- MATTHEWS, R.E.F. *Fundamentals of Plant Virology*. San Diego: Academic Press, Inc., 1992. 403p.
- McCANDLESS, L. Geneva Releases 'Whitaker' Summer Squash at the NYS Vegetable Conference [on line]. Feb. 1998. Disponível: <http://www.nysaes.cornell.edu/pubs/press/1998/whitaker.html> [capturado em 07 out. 1999].
- MILNE, K.S.; GROGAN, R.G. Characterization of Watermelon Mosaic Virus Strains by Serology and Other Properties. *Phytopathology*, St. Paul, v.59, n.6, p. 809-818, June, 1969.
- MILNE, K.S.; GROGAN, R.G.; KIMBLE, K.A. Identification of Viruses Infecting *Cucurbita* in California. *Phytopathology*, v. 59, n. 6, p. 819-828, June, 1969.
- MOURA, M.C.C.L.; LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, V.B.; GONÇALVES, M.F.B. Levantamento de vírus que infetam cucurbitáceas em municípios maranhenses. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 22, p. 339, ago. 1997. (Resumo 624) Suplemento.
- NELSON, M.R.; LABORDE, J.A.; MCDONALD, H.H. Cucurbit Viruses on the West Coast of Mexico. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v. 50, n. 12, p. 947-950, Oct. 1966.

- PAVAN, M.A. Vírus do Mosaico da Melancia: Purificação, Variabilidade e Distribuição nas Principais Regiões Produtoras de Pepino e Abobrinha de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1985. 69p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).**
- PROVVIDENTI, R. Sources of Resistance or Tolerance to Virus in Accessions of *Cucurbita maxima*. Cucurbit Genetics Cooperative Report, Madison, n. 5, p. 46-47, June. 1982**
- PROVVIDENTI, R.; ROBINSON, R.W.; MUNGER, M. Resistance in Feral Species to six Viruses Infecting Cucurbita. Plant Disease Reporter, St. Paul, v. 62, n. 4, p. 326-329, Apr. 1978.**
- PROVVIDENTI, R.; SCHROEDER, W.T. Epiphytotic of Watermelon Mosaic Among Cucurbitaceae in Central New York in 1969. Plant Disease Reporter, St. Paul, v. 54, n. 9, p. 744-748, Sept. 1970.**
- PURCIFULL, D.; EDWARDSON, J.; HIEBERT, E.; GONSALVES, D. Papaya Ringspot Virus. CMI/AAB (England): Descriptions of Plant Viruses, n. 292, July. 1984.**
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E. Serological Distinction of Watermelon Mosaic Virus Isolates. Phytopathology, St. Paul, v. 69, n. 2, p. 112-116, 1979.**
- REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.; VEGA, J.; SCAGLIUSI, SANDRA M.M.; BORBA, L.F.; COSTA, A.S. Isolados fracos do potyvirus causador do mosaico da abobrinha presentes em bolhas atuam na premunização. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 19, n. 1, p. 55-61, mar. 1994.**
- RICHARDS, R.S. Identificação, Caracterização Biológica e Obtenção de Sondas de cDNA para Vírus de Cucurbitáceas no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1999. 89p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).**
- ROCHA, G.C.; FERNANDES, E.R.; LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, V.B. Identificação sorológica de espécies de vírus que ocorrem em meloeiro, *Cucumis melo*, em Mossoró, RN. Herickson. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 22, p. 341, ago. 1997. (Resumo 634) Suplemento.**

- SHANMUGASUNDARAM, S.; ISHII, M.; GILBERT, J.C.; NAGAI, H.** Cucurbit virus studies in Hawaii. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 53, n. 1, p. 71-74, Jan. 1969.
- VEGA, J.; REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.** Detecção do vírus do mosaico amarelo da abobrinha-de-moita no Brasil: caracterização parcial de um isolado encontrado em São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 72-79, mar. 1995.
- WEBB, R.E.** Watermelon Mosaic Viruses 1 and 2 in Squash on the Atlantic Seaboard. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 55, n. 2, p. 132-135, Feb. 1971.
- WEBB, R.E.; BOHN, G.W.; SCOTT, H.A.** Watermelon Mosaic Viruses 1 and 2 in Southern and Western Cucurbit Production Areas. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 49, n. 6, p. 532-535, June. 1965.
- YUKI, V.A.** **Epidemiologia e Controle do Mosaico (VMM-Me) em Abobrinha-de-moita.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 84p. (Tese – Doutorado em Agronomia / Fitopatologia).
- ZAMBOLIM, E.M.; DUSLI, A.N.** Doenças Causadas por Vírus em Cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 60-62, 1995.

CAPÍTULO 2

ESTUDO DA HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO VÍRUS DA MANCHA ANELAR DO MAMOEIRO ESTIRPE MELANCIA (PRSV-W) EM ABÓBORA

Cucurbita moschata

1 RESUMO

No Brasil, a principal virose em cucurbitáceas é causada pelo vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W). Ele pertence ao grupo dos Potyvirus, é transmitido por afídeos de modo não-persistente, o que torna o controle desta virose via manejo de insetos vetores pouco eficiente. Desta forma, a incorporação da resistência genética ao PRSV-W é altamente desejável. Dentro do gênero *cucurbita*, foram encontrados acessos resistentes ao PRSV-W nas espécies *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* e *C. moschata*, sendo *C. pepo* sempre suscetível. Embora fontes de resistência ao PRSV-W tenham sido descritas em *C. moschata*, não se conhece ainda o tipo de herança. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo estudar a herança da resistência ao PRSV-W em *C. moschata*. O trabalho foi realizado na UFPA, Lavras – MG. A herança foi estudada a partir do cruzamento Baiana Tropical (P₁- resistente) x Chirimen (P₂- suscetível), nas gerações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁₁ (=F₁ x P₁) e RC₁₂ (= F₁ x P₂) com 120, 120, 120, 600, 300 e 300 plantas, respectivamente. Fizeram-se duas inoculações manuais (a primeira quando as folhas cotiledonares estavam totalmente expandidas, e a segunda 5 dias após a primeira) com extrato foliar de plantas de *C. pepo* com um isolado identificado de PRSV-W. O material foi transplantado logo após a segunda inoculação. As avaliações começaram 14 dias após o transplante, sendo realizadas 3 avaliações com intervalos de 7 dias entre elas. As avaliações foram feitas dando-se notas individuais para as plantas, através de uma escala de notas de 1 até 5, sendo 1=maioria das folhas sem sintomas e 5= maioria das folhas com mosaico severo e/ou distorções foliares. Os números de genes estimados foram 2.97, 2.91 e 2.09 para a primeira, segunda e terceira avaliações, respectivamente. A herdabilidade no sentido amplo é alta independente da avaliação (0.70, 0.58 e 0.44 , respectivamente, para a primeira, segunda e terceira avaliações). A análise de médias de gerações indicou que o componente aditivo [a] é maior do que o não aditivo [d]. O modelo aditivo-dominante é adequado para explicar os tipos de ação gênica envolvidos, e que os efeitos epistáticos não são importantes. Os valores estimados dos graus médios de dominância (GMD) foram 0.09, 0.18 e 0.31, respectivamente, para a primeira, segunda e terceira avaliações. O teste da herança monogênica da resistência ao PRSV-W levou à rejeição da hipótese de herança monogênica para o caráter. Estes resultados, em conjunto com a não significância da estimativa de [d], indicam a presença de 2 a 3 locos com ação gênica predominantemente aditiva ou de dominância incompleta em baixo grau no sentido da suscetibilidade.

ABSTRACT

PRSV-W is the main virus affecting cucurbits in Brazil. It is a potyvirus transmitted by aphids in a non-persistent way, which makes the control of the disease via aphid control hardly efficient. Accessions of *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* and *C. moschata* with PRSV-W resistance have been identified, but that has not been the case with *C. pepo*. Even though sources of PRSV-W resistance in *C. moschata* have been described, there have been no reports on the mode of inheritance of PRSV-W in this species. This paper reports on PRSV-W resistance in a cross between a resistant (Baiana Tropical, P₁) and a susceptible cultivar (Chirimen, P₂) of *C. moschata*. The F₁ (= P₁ × P₂) was further backcrossed to both parents to obtain generations BC₁₁ (= F₁ × P₁) and BC₁₂ (= F₁ × P₂). Plants of P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁₁ and BC₁₂ (120, 120, 120, 600, 300 and 300 plants respectively) were mechanically inoculated twice with a macerate of infected *C. pepo* leaves. Evaluations started 14 days after transplanting, and repeated twice at 7 day intervals. Evaluations were made by scoring plant symptoms with a scale from 1 (= mostly symptomless leaves) to 5 (= most leaves with severe mosaic and/or leaf distortions). Estimated gene numbers obtained from the 1st, 2nd and 3rd evaluation were 2.97, 2.91 and 2.09 respectively. Regardless of the evaluation dates, broad sense heritability estimates were high (0.70, 0.58 and 0.44, respectively). Generation mean analyses indicated that the additive component [a] is greater than the non-additive component [d]. The additive-dominant model is adequate to explain the types of gene action involved, and epistatic effects were not important. Average degrees of dominance estimated in the 1st, 2nd and 3rd evaluation dates were 0.09, 0.18 and 0.31 respectively. The hypothesis of monogenic inheritance was rejected, indicating that the trait is polygenically inherited. PRSV-W resistance in *C. moschata* appears to be under control of 2 – 3 gene loci, with predominantly additive gene action or with a low degree of incomplete dominance in the direction of greater susceptibility.

3 INTRODUÇÃO

Diferentes vírus estão associados com os sintomas severos de doenças nas cucurbitáceas cultivadas em todo o mundo. As perdas na produção de cucurbitáceas podem ser elevadas em razão da alta incidência destas viroses. No Brasil, destaca-se principalmente a virose causada pelo vírus da mancha anelar do mamoeiro, estirpe melancia, PRSV-W (Papaya ringspot virus – watermelon strain) (Zambolim e Dusi, 1995; Lima, Barbosa e Ávila, 1997; Lima, Oliveira e Gonçalves, 1997; Moura et al., 1997 e Rocha et al., 1997).

Os vírus podem causar infecções isoladas ou infecções mistas; nestas últimas podem ocorrer relações sinérgicas ou antagônicas (Zambolim e Dusi, 1995). Um exemplo de interação não sinérgica é a infecção mista causada pelos vírus do mosaico da melancia (PRSV-W) e do mosaico do pepino (CMV) em Caserta (*C. pepo*), em que as plantas duplamente infectadas não mostraram sintomas mais severos que aqueles observados nas infecções simples (Santos, 1990). Em infecção tripla com o PRSV-W, WMV-2 e ZYMV em *C. pepo*, ocorre a aceleração nos sintomas induzidos quando comparados com plantas com infecção simples (Richards, 1999).

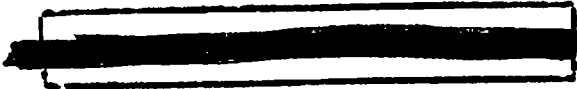
O vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) pertencente ao grupo dos Potyvirus, é transmitido mecanicamente e por várias espécies de afídeos, como *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*, de forma não persistente. Não é transmitido por sementes. (Purcifull et al. 1984; Yuki, 1990 e Matthews, 1992). O controle desta virose através do controle químico dos insetos vetores tem se mostrado ineficiente, e o uso de superfícies reflectivas, como a casca de arroz, apenas retarda a entrada do vírus (Yuki, 1990). A premunização com isolados fracos de PRSV-W também é um meio de se controlar a virose, mas para sua utilização há a necessidade de uma avaliação da viabilidade prática e econômica da premunização em plantios comerciais,

pois é necessária mais de uma premunização para se obter bons resultados (Rezende et al., 1994).

Baseando-se na baixa eficiência e elevado custo financeiro das estratégias usadas até o momento para o controle do PRSV-W, acredita-se que o uso da resistência varietal seja a alternativa mais plausível para um efetivo controle desta virose. Seu custo é baixo e o uso é bastante facilitado, em função da não exigência de conhecimentos específicos do controle por parte do produtor (Pereira, 1995).

Vários trabalhos foram realizados dentro do gênero *Cucurbita* para avaliação da reação ao PRSV-W, sendo encontrados bom níveis de resistência em acessos das seguintes espécies: *Cucurbita ecuadorensis*, *Cucurbita foetidissima*, *Cucurbita maxima* (alguns acessos e cultivares: Coroa IAC, Exposição, Várzea Alegre); *Cucurbita moschata* (as cultivares: Jacarezinho AG-1, Menina Brasileira, Caravela, e o acesso CMOS-003). Não foi encontrada nenhuma fonte de resistência ao PRSV-W entre os acessos de *C. pepo* testados (Provvidenti, Robinson e Munger, 1978; Provvidenti, 1982; Garcia de Salcedo, 1984; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987). Os híbridos intra-específicos mostraram níveis de resistência intermediário em relação ao seus respectivos genitores. Existem boas fontes de resistência dentro de *C. maxima* e *C. moschata* que podem ser exploradas em programas de melhoramento (Garcia de Salcedo, 1984; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987).

Greber e Herrington (1981) avaliaram, quanto à reação à infecção com PRSV-W, híbridos interespecíficos entre *C. ecuadorensis* e *C. maxima* ou *C. moschata*, e concluíram que os híbridos foram mais suscetíveis do que *C. ecuadorensis*, mas os sintomas foram leves e ocorreram só durante o início do desenvolvimento. A resistência ao PRSV-W mostrou-se persistente, dando boas perspectivas para ser usada num programa de retrocruzamento. A resistência de



C. ecuadorensis ao PRSV-W foi introgridida com sucesso em *C. maxima* (Herrington et al., 1989) e, mais recentemente, em *C. pepo* (McCandless, 1998).

Do cruzamento interespecífico (*C. pepo* cv. Yankee Hybrid x *C. moschata* cv. Butternut) e posteriores retrocruzamentos com a cv. Menina Brasileira (resistente ao PRSV-W) obteve-se, no Brasil, a abobrinha cv. Piramoita (*Cucurbita moschata*), também resistente ao PRSV-W, sendo a resistência do tipo tolerância (ocorre a multiplicação do vírus no hospedeiro resistente, porém não há a manifestação de sintomas, principalmente nos frutos imaturos) (Kuabara e Costa, 1984 e Kuabara, 1984).

Em trabalho realizado para estudar e avaliar a resistência ao PRSV-W encontrada na introdução de *C. maxima* (Várzea Alegre), concluiu-se que a resistência é controlada por um ou poucos genes que parecem apresentar efeitos predominantemente aditivos. Estimativas das herdabilidades no sentido amplo e restrito foram similares (0.58 e 0.57, respectivamente) devido à ação dos genes ser predominantemente aditiva (Maluf e Sousa, 1984; Maluf, Silva e Moura, 1985).

A herança da resistência ao PRSV-W em um híbrido interespecífico entre *C. ecuadorensis* x *C. maxima* é controlada por vários genes com efeitos aditivos. Não foi encontrada nenhuma associação entre o alto nível de resistência em *C. ecuadorensis* com características indesejáveis (Herrington et al., 1989).

Em estudo realizado com a cultivar Menina (*C. moschata*) quanto à resistência ao ZYMV, observou-se que a resistência é conferida por um alelo de efeito dominante, denominado *Zym*. Esta cultivar também mostrou resistência ao WMV-2, conferida também por um alelo de efeito dominante. Há indicação de que a resistência a estas duas viroses seja conferida pelo mesmo gene, ou por dois genes ligados (Gilbert-Albertini et al., 1993).

Estudos desenvolvidos quanto à herança da resistência ao PRSV-W em Redlands Trailblazer (cuja resistência ao PRSV-W provém de *C. ecuadorensis*),

ABL-010 (cuja resistência ao PRSV-W provém da cultivar Coroa – *C. maxima*) e Buttercup (uma cultivar padrão suscetível ao PRSV-W) sugerem que a resistência conferida por ABL-010 é controlada por 3 genes com dominância parcial. Já a resistência conferida por Redlands Trailblazer pode ser conferida por no mínimo dois genes com efeitos aditivos. Foram encontradas plantas suscetíveis nas populações segregantes vindas do cruzamento entre ABL-010 x Redlands Trailblazer (segregação transgressiva), indicando que pelo menos um dos locos envolvidos no controle da resistência em ABL-010 não foi alélico ao seu homólogo em Redlands Trailblazer. A resistência conferida por Redlands Trailblazer parece possuir um maior nível do que a conferida por ABL-010 (Pereira, 1995; Maluf, Pereira e Figueira, 1997).

Embora fontes de resistência ao PRSV-W tenham sido descritas na espécie *C. moschata* (Provvidenti, Robinson e Munger, 1978; Provvidenti, 1982; García de Salcedo, 1984; Maluf et al., 1986; Kuabara, Salcedo e Costa, 1987), não se conhecem estudos detalhados sobre a herança da resistência ao PRSV-W nesta espécie. O presente trabalho teve, pois, como objetivo, estudar a herança da resistência ao PRSV-W em *Cucurbita moschata*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção das gerações

O experimento foi realizado na horta experimental do Departamento de Agricultura – UFLA, no período de fevereiro a dezembro de 1997.

Foram utilizadas como acessos parentais as cultivares de *Cucurbita moschata* Baiana Tropical e Chirimen. Baiana Tropical é uma cultivar de abóbora com hábito de crescimento rasteiro, com frutos arredondados, de coloração verde com estrias amarelas. Chirimen é uma cultivar de abóbora de hábito de crescimento rasteiro mas compacto, os frutos são redondos, de coloração verde-escura, com gomos.

A Chirimen é suscetível ao PRSV-W (Maluf et al., 1986) e a Baiana é resistente ao PRSV-W, dados confirmados em avaliação inicial.

Sementes de ambas cultivares foram semeadas em bandejas de isopor (128 células) com substrato Plantmax® + casca de arroz carbonizada. Quando atingiram o estágio de duas folhas definitivas expandidas, foram transplantadas para canteiros (com 1,20 m de largura), com espaçamento de 1,5 m entre plantas.

Os cruzamentos foram efetuados entre as cultivares Baiana Tropical (denominada P_1) e Chirimen (denominada P_2) em ambos os sentidos ($P_1 \times P_2$ e $P_2 \times P_1$).

Os cruzamentos foram realizados nas primeiras horas da manhã (7 as 9 horas), conforme a seguinte metodologia: na tarde do dia anterior à antese, as flores masculinas e femininas, em botão, eram protegidas com sacos de papel e cliques; na manhã do dia da antese efetuaram-se os cruzamentos através da

polinização manual das flores femininas com o pólen das masculinas; logo após, as flores polinizadas foram protegidas com saco de papel e cliques e devidamente identificadas com etiquetas. Os frutos foram colhidos aproximadamente 90 a 120 dias após a polinização.

As sementes F_1 foram semeadas para obtenção da geração F_2 através da autofecundação controlada. As gerações de retrocruzamentos foram obtidas pelo cruzamento do F_1 (Baiana Tropical x Chirimen) com o genitor Baiana Tropical ($RC_1 = F_1 \times P_1$), e pelo cruzamento do F_1 com o genitor Chirimen ($RC_2 = F_1 \times P_2$).

4.2 Manutenção do inóculo viral do PRSV-W

O isolado do vírus PRSV-W foi mantido em plantas de *C. pepo* cultivar Caserta em casa-de-vegetação.

A pureza do isolado do PRSV-W foi testada através do uso do ciclo de plantas indicadoras. Utilizaram-se as seguintes plantas indicadoras:

Cucurbita pepo; *Chenopodium amaranticolor*; *Chenopodium quinoa*; *Gomphrena globosa*; *Nicotiana tabacum* cv. Turkish NN; *Nicotiana benthamiana* e *Luffa acutangula* (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Rezende et al., 1994; Vega, Rezende e Yuki, 1995).

As plantas foram inoculadas com extrato foliar de plantas de *C. pepo* cv Caserta que apresentavam sintomas severos de mosaico e deformações foliares. O inóculo foi extraído através da maceração de folhas jovens de *C. pepo* com sintomas da virose em uma solução tampão fosfato 0,01 M, pH 7,0 com adição

de 0,1% de sulfito de sódio. Foi usada a proporção de 90 mL de tampão para 10 g de tecido foliar fresco (Maluf, Silva, Moura, 1985).

As inoculações foram realizadas por fricção do extrato foliar, contendo o inóculo, em folhas previamente polvilhadas com carborundum (400 mesh). Logo em seguida, as folhas foram lavadas com água corrente para retirada do abrasivo.

A pureza do inóculo foi verificada através do uso do ciclo de plantas indicadoras, e as reações das mesmas encontram-se descritas na Tabela 1.

TABELA 1. Reações de hospedeiros diferenciais inoculados mecânicamente com isolado de PRSV-W. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Hospedeiro	Reações observadas
<i>Cucurbita pepo</i>	M
<i>Luffa acutangula</i>	Mq
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-
<i>Chenopodium quinoa</i>	-
<i>Gomphrena globosa</i>	-
<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Turkish NN	-
<i>Nicotiana benthamiana</i>	-

- Ausência de sintoma; M= Mosaico; Mq= Mosqueado

Pela combinação das reações obtidas nas plantas indicadoras, confirma-se tratar-se de um isolado de PRSV-W. O PRSV-W não é capaz de infectar *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*, *Gomphrena globosa*, *Nicotiana tabacum* cv. Turkish NN e *Nicotiana benthamiana*; infectando, no entanto, *Cucurbita pepo* e *Luffa acutangula* (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982;

Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Rezende et al., 1994; Vega, Rezende e Yuki, 1995).

As gerações obtidas (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2) foram inoculadas e as avaliações foram feitas através da escala de notas baseada na classificação da severidade dos sintomas (Maluf et al., 1986), em que foram dadas notas individualmente para cada planta, e depois foram calculadas as médias e as variâncias de cada população (Tabela 2). A partir destes dados, obtiveram-se as análises de variâncias, as distribuições de freqüências, as estimações dos componentes de variância e média, e o teste da hipótese da herança monogênica.

4.3 Herança da resistência em abóbora ao vírus PRSV-W

4.3.1 Avaliações de plantas individuais nas gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2

4.3.1.1 Delineamento experimental e condução

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados. Foram utilizados 3 blocos, com a seguinte constituição cada: 40 plantas da Baiana Tropical (P_1), 40 plantas da Chirimen (P_2), 40 plantas do F_1 ($P_1 \times P_2$), 200 plantas do F_2 ($P_1 \times P_2$), 100 plantas do RC_1 ($F_1 \times P_1$) e 100 plantas do RC_2 ($F_1 \times P_2$). Assim, foram avaliadas, no total, 120 plantas do P_1 , 120 plantas do P_2 , 120 plantas do F_1 , 600 plantas do F_2 , 300 plantas do RC_1 e 300 plantas do RC_2 .

O material foi semeado em bandejas (128 células) com substrato Plantmax ® + casca de arroz carbonizada. Foram realizadas duas inoculações enquanto as plantas estavam na bandeja. A primeira quando atingiram o estágio de folhas cotiledonares expandidas, e a segunda 5 dias após a primeira

inoculação. As inoculações foram realizadas conforme a metodologia já descrita no item 4.2 (Maluf, Silva e Moura, 1985). Após a segunda inoculação, as plantas foram transplantadas (26/03/98) para canteiros (com 1,20 m de largura) com espaçamento de 0,30 m entre plantas, onde foram conduzidas até as avaliações.

4.3.1.2 Avaliações dos sintomas

As avaliações começaram 14 dias após o transplante, sendo realizadas 3 avaliações com intervalos de 7 dias entre elas. As avaliações foram realizadas observando-se as plantas individualmente quanto à sua reação ao PRSV-W. Foi adotado o sistema de escala de notas na classificação da severidade dos sintomas (Maluf et al., 1986), como segue:

1 = maioria das folhas sem sintomas; uma folha nova apresentando sintomas brandos e/ou leve clareamento de nervuras;

2 = maioria das folhas com sintomas brandos, leve clareamento de nervuras ou manchas cloróticas esparsas;

3 = maioria das folhas com mosaico; sintomas variando de clareamento de nervuras com pontos cloróticos em menos de 50% da área foliar;

4 = quase todas as folhas com mosaico sistêmico; coalescência de áreas cloróticas, chegando a até 50% da área foliar;

5 = quase todas as folhas com mosaico severo; apresentando folhas com mais de 50% de sua área foliar afetada ou com distorções severas.

4.3.1.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As médias e variâncias obtidas das populações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 foram utilizadas para a obtenção das estimativas das variâncias genética ($\hat{\sigma}_G^2$),

ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) e de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$) das herdabilidades no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2) (Quadro 1).

QUADRO 1. Expressões das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos (Mather e Jinks, 1984; Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Cruz e Regazzi, 1994).
$\hat{\sigma}_E^2 = [\hat{\sigma}_{P_1}^2 \times \hat{\sigma}_{P_2}^2 \times \hat{\sigma}_{F_1}^2]^{1/3}$ $\hat{\sigma}_{F_2}^2 = \hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_E^2$ $\hat{\sigma}_G^2 = \hat{\sigma}_{F_2}^2 - \hat{\sigma}_E^2$ $\hat{\sigma}_G^2 = \hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_D^2$ $\hat{\sigma}_A^2 = 2\hat{\sigma}_{F_2}^2 - [\hat{\sigma}_{RC_1}^2 + \hat{\sigma}_{RC_2}^2]$ $\hat{\sigma}_D^2 = \hat{\sigma}_G^2 - \hat{\sigma}_A^2$ $h_a^2 = \hat{\sigma}_G^2 / \hat{\sigma}_{F_2}^2$ $h_r^2 = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_{F_2}^2$
$\hat{\sigma}_{P_1}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro do P ₁ (Baiana) $\hat{\sigma}_{P_2}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro do P ₂ (Chirimen) $\hat{\sigma}_{F_1}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro da geração F ₁ (Baiana x Chirimen) $\hat{\sigma}_{F_2}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro da geração F ₂ (Baiana x Chirimen) $\hat{\sigma}_{RC_1}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro da geração RC ₁ [F ₁ (Baiana x Chirimen) x Baiana] $\hat{\sigma}_{RC_2}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro da geração RC ₂ [F ₁ (Baiana x Chirimen) x Chirimen]
h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo h_r^2 : herdabilidade no sentido restrito

Os efeitos aditivo [a] e não-aditivo [d] do(s) gene(s) que controla(m) o caráter foram estimados a partir das médias de gerações, pelo método dos quadrados mínimos ponderados (Mather e Jinks, 1984). Também foram estimados o grau médio de dominância (GMD) e o número mínimo de genes (η) envolvidos na expressão do caráter (Quadro 2).

QUADRO 2. Componentes de médias das gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 , e estimativas do Grau médio de dominância (GMD), e número de genes (η) (Mather e Jinks, 1984; Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

$$\overline{P}_1 = m + [a]$$

$$\overline{P}_2 = m - [a]$$

$$\overline{F}_1 = m + [d]$$

$$\overline{F}_2 = m + \frac{1}{2}[d]$$

$$\overline{RC}_1 = m + \frac{1}{2}[a] + \frac{1}{2}[d]$$

$$\overline{RC}_2 = m - \frac{1}{2}[a] + \frac{1}{2}[d]$$

$$GMD = k = d/a$$

$$\eta = \frac{R^2(1+0.5k^2)}{8\hat{\sigma}_G^2}$$

onde: R= amplitude total na geração F_2

\overline{P}_1 , \overline{P}_2 , \overline{F}_1 , \overline{F}_2 , \overline{RC}_1 e \overline{RC}_2 são as médias estimadas de P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 , respectivamente

m = média dos genitores P_1 e P_2

[a] = efeito gênico aditivo

[d] = efeito gênico não-aditivo

4.3.1.4 Teste da hipótese de herança monogênica

Os dados obtidos para notas, observados nas plantas das diferentes gerações estudadas, foram utilizados para verificação da hipótese de herança monogênica sob diferentes graus médios de dominância presumidos.

A distribuição de frequências de plantas de cada geração, quanto às notas, foi determinada para cada população. Escolheu-se um ponto de truncagem (PT), abaixo do qual se situasse a maioria das plantas do genitor P_1 e acima do qual se situasse a maioria das plantas do genitor P_2 . No caso em questão, a nota 2 foi escolhida como ponto de truncagem (PT=2). Sob vários graus médios de dominância (GMD) presumidos foi testada a hipótese de herança monogênica, sob um grau médio de dominância (GMD) considerado, baseando-se nas seguintes suposições e procedimentos:

- a) a distribuição das notas (fenótipos) em cada uma das gerações (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2) segue uma distribuição normal;
- b) para cada uma das gerações parentais, a média verdadeira (\bar{P}_1 , \bar{P}_2) foi considerada igual à respectiva média estimada, e a variância verdadeira considerada igual à respectiva variância estimada;
- c) com base nas respectivas curvas normais, foram estimadas as porcentagens esperadas de plantas em P_1 e P_2 com notas menor ou igual ao ponto de truncagem (PT) (admitindo como sendo PT = 2);
- d) a média verdadeira da população F_1 foi admitida, como sendo:

$$\bar{F}_1 = (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)/2 + \text{GMD}(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)/2,$$

onde GMD é o grau médio de dominância presumido.

A variância verdadeira da população F_1 foi admitida como sendo igual à respectiva variância estimada;

- e) com base na distribuição normal da população F_1 , foi calculada, para esta população, a porcentagem esperada de plantas com notas \leq PT;

- f) sob hipótese de herança monogênica, calculou-se, para F_2 , a frequência esperada do número de plantas com notas $\leq PT$, como sendo a média ponderada das frequências esperadas em P_1 , F_1 e P_2 , com ponderações de 1:2:1 respectivamente;
- g) sob a hipótese de herança monogênica, calcularam-se, para o RC_1 e RC_2 , as frequências esperadas do número de plantas com nota $\leq PT$, como sendo a média ponderada das frequências esperadas em P_1 e F_1 , com ponderações de 1:1, respectivamente, para o RC_1 ; e a média ponderada das frequências esperadas em F_1 e P_2 , com ponderações de 1:1 respectivamente para o RC_2 ;
- h) as frequências esperadas das plantas com notas $\leq PT$, obtidas para P_1 (item c), P_2 (item c), F_1 (item d), F_2 (item e), RC_1 e RC_2 (item g) foram multiplicadas pelo número de plantas avaliadas por geração, obtendo, assim, o número esperado de plantas com notas $\leq PT$, sob a hipótese de herança monogênica com o grau de dominância GMD considerado;
- i) os números esperados de plantas em P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 com notas $\leq PT$ foram comparadas aos números efetivamente obtidos, computando-se o valor de chi-quadrado com 4 g.l., (pois as frequências de P_1 e P_2 foram somadas em uma categoria). A soma de P_1 e P_2 foi feita devido a se terem frequências esperadas “zero”, em alguma destas populações, inviabilizando a soma dos desvios para o cálculo do chi-quadrado;
- j) a significância do valor de chi-quadrado obtido levará à rejeição da hipótese de herança monogênica, sob o grau de dominância considerado. Por outro lado, a não significância do valor de chi-quadrado obtido levará à não rejeição dessa hipótese, admitindo-se,

então, a possibilidade de se tratar de herança monogênica, sob o GMD considerado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

As variâncias obtidas em P_1 , P_2 e F_1 são de magnitudes bastante discrepantes (Tabela 2), indicando que a magnitude da variância ambiental (σ_E^2) depende da população considerada. Não obstante, a análise das médias de gerações indicou que o componente aditivo [a] é maior do que o componente não aditivo [d].

Os valores próximos a zero das estimativas dos graus médios de dominância (GMD) 0.09, 0.18 e 0.31 (Tabela 2), respectivamente, para a primeira, segunda e terceira avaliações, em conjunto com a não significância da estimativa de [d], indicam ação gênica predominantemente aditiva ou de dominância incompleta em baixo grau no sentido da suscetibilidade ao PRSV-W. Os valores bem próximos das médias parentais nas populações F_1 e F_2 , em todas as avaliações, também indicam ação aditiva dos alelos que condicionam o fenótipo do caráter resistência ao PRSV-W. Os valores de χ^2 não significativos obtidos (Tabela 2) nas três avaliações indicam que o modelo aditivo-dominante é adequado para explicar os tipos de ação gênica envolvidos, e que os efeitos epistáticos não são importantes na expressão da resistência.

Tabela 2. Valores obtidos das médias das gerações e valores estimados dos parâmetros, m , $[a]$, $[d]$, GMD e η para resistência ao PRSV-W em *C. moschata*, em três avaliações (aos 14, 21 e 28 dias após a inoculação). UFLA, Lavras-MG, 1999.

Parâmetros	Primeira avaliação	Segunda avaliação	Terceira avaliação
$\overline{P_1}$	1.0378	1.1228	1.4159
$\overline{P_2}$	3.5166	4.3166	4.6333
$\overline{F_1}$	2.2338	2.8791	3.3556
$\overline{F_2}$	2.1774	2.8731	3.3149
$\overline{RC_1}$	2.1666	2.6333	3.2133
$\overline{RC_2}$	2.7482	3.3120	3.8127
m^*	$2.2541 \pm 0.1122^*$	$2.7122 \pm 0.0751^*$	$3.0761 \pm 0.1383^*$
$[a]^*$	$1.2160 \pm 0.1122^*$	$1.5844 \pm 0.0751^*$	$1.5483 \pm 0.1382^*$
$[d]^*$	0.1194 ± 0.2846^{ns}	0.2966 ± 0.2974^{ns}	0.4895 ± 0.3908^{ns}
χ^2	0.1860 ^{ns}	0.2813 ^{ns}	0.3817 ^{ns}
GMD	0.0981	0.1872	0.3161
η	2.9764	2.9124	2.0973

$\overline{P_1}$, $\overline{P_2}$, $\overline{F_1}$, $\overline{F_2}$, $\overline{RC_1}$ e $\overline{RC_2}$ são as médias obtidas de P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 , respectivamente

m = média dos genitores P_1 e P_2

$[a]$ = efeito gênico aditivo

$[d]$ = efeito gênico não-aditivo

GMD = Grau médio de dominância

η = número de genes estimado

* Nível de significância (0.05)

^{ns} Não significativo

* = estimativa \pm erro padrão

Os números de genes estimados (η) (Tabela 2) foram de 2.97, 2.91 e 2.09 para a primeira, segunda e terceira avaliações, respectivamente, indicando não se tratar de herança monogênica.

Independentemente da avaliação, os valores estimados da herdabilidade (Tabela 3) no sentido amplo foram altos (0.97, 0.94 e 0.93, respectivamente, para a

primeira, segunda e terceira avaliações), indicando que a variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$) foi maior do que a ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$) e que a resistência ao PRSV-W foi pouco influenciada pelo ambiente, sob as condições ambientais utilizadas.

Tabela 3. Valores obtidos das estimativas das variâncias genética ($\hat{\sigma}_G^2$), ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) e de dominância ($\hat{\sigma}_D^2$) das herdabilidades no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2), para resistência ao PRSV-W em *C. moschata*, em três avaliações (aos 14, 21 e 28 dias após a inoculação). UFLA, Lavras – MG, 1999.

Parâmetros	Primeira avaliação	Segunda avaliação	Terceira avaliação
$\hat{\sigma}_{P_1}^2$	0.0557	0.2325	0.6379
$\hat{\sigma}_{P_2}^2$	1.1102	0.6551	0.3014
$\hat{\sigma}_{F_1}^2$	1.4881	1.6631	1.0872
$\hat{\sigma}_{F_2}^2$	1.5118	1.5156	1.0684
$\hat{\sigma}_{RC_1}^2$	1.4107	1.7513	1.0981
$\hat{\sigma}_{RC_2}^2$	1.9523	1.8854	1.2131
$\hat{\sigma}_G^2$	1.0601	0.8828	0.4749
$\hat{\sigma}_E^2$	0.4516	0.6328	0.5935
$\hat{\sigma}_A^2$	-0.3394*	-0.6055*	-0.1743*
$\hat{\sigma}_D^2$	nc	nc	nc
h_a^2	0.7012 ± 0.1033	0.5824 ± 0.0604	0.4445 ± 0.0648
h_r^2	nc	nc	nc

* = Estimativas negativas
nc = Não calculada

Devido à obtenção de estimativas negativas para σ_A^2 em todas as avaliações, as estimativas de σ_D^2 e de herdabilidades no sentido restrito também não puderam ser obtidas (Tabela 3). No entanto, uma vez que a ação gênica é

predominantemente aditiva e os valores da herdabilidade no sentido amplo são bastante altos, conclui-se que os verdadeiros valores das herdabilidades no sentido restrito também sejam altos (iguais ou ligeiramente inferiores aos das herdabilidades no sentido amplo). Em virtude de altos valores de herdabilidade no sentido restrito, os ganhos genéticos obtidos pela seleção das plantas mais resistentes em populações segregantes tendem a ser bastante altos.

5.2 Teste da herança monogênica da resistência ao PRSV-W em *C. moschata*

A distribuição de freqüências de fenótipos nas populações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁ e RC₂ indicam que a herança da resistência ao PRSV-W em *Cucurbita moschata* parece ser de natureza oligogênica ou poligênica. As distribuições de freqüências encontradas em F₂ foram bastante semelhantes às encontradas em F₁, embora no primeiro caso reflitam variância genética e ambiental, e, no segundo, apenas a ambiental (Figuras 1, 2 e 3). Este aparente paradoxo pode ser atribuído à natureza heterogênea da variância ambiental, que depende da população considerada (Tabela 2).

A metodologia descrita no item 4.3.1.4, previamente utilizada por Souza Sobrinho (1998), Gomes (1999) e Rezende (1999), permite testar a hipótese de herança monogênica mesmo em casos em que a variância ambiental (isto é, variância dos progenitores e do F₁) seja não homogênea. Para o caráter resistência ao PRSV-W, os valores de χ^2 referentes à hipótese de herança monogênica foram significativos para todos os graus médios de dominância presumidos, nas três avaliações (Figuras 4, 5 e 6). Isso leva à rejeição da hipótese de herança monogênica para o caráter.

A resistência ao PRSV-W em *C. moschata* parece, pois, ser controlada por mais de um loco gênico. Há, provavelmente, 2 a 3 locos envolvidos no controle da resistência, conforme estimativas previamente obtidas (Tabela 2). O número de genes e o modo de ação predominantemente aditivo concordam com os resultados obtidos por vários autores (Maluf e Sousa, 1984; Maluf, Silva e Moura, 1985; Herrington et al., 1989; Pereira, 1995; Maluf, Pereira e Figueira, 1997) em relação à resistência ao PRSV-W em *C. maxima* ou *C. ecuadorensis*. Estes autores verificaram que a resistência de *C. maxima* e *C. ecuadorensis* ao PRSV-W é também controlada por mais de um gene, também com efeitos predominantemente aditivos ou dominância parcial em baixo grau no sentido de menor resistência.

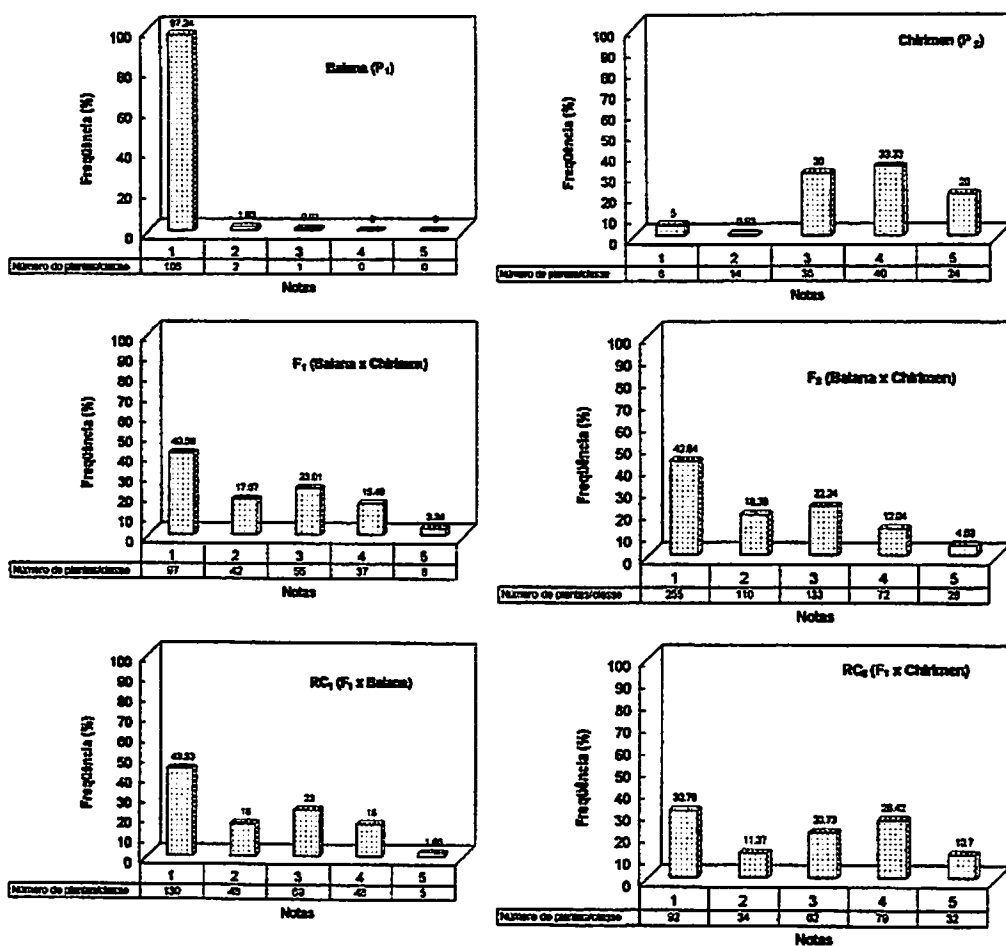


FIGURA 1 – Distribuição das freqüências observadas, na primeira avaliação, quanto à severidade de infecção pelo PRSV-W dos genitores e das gerações obtidas do cruzamento entre Baiana e Chirimen. UFLA, Lavras-MG, 1999.

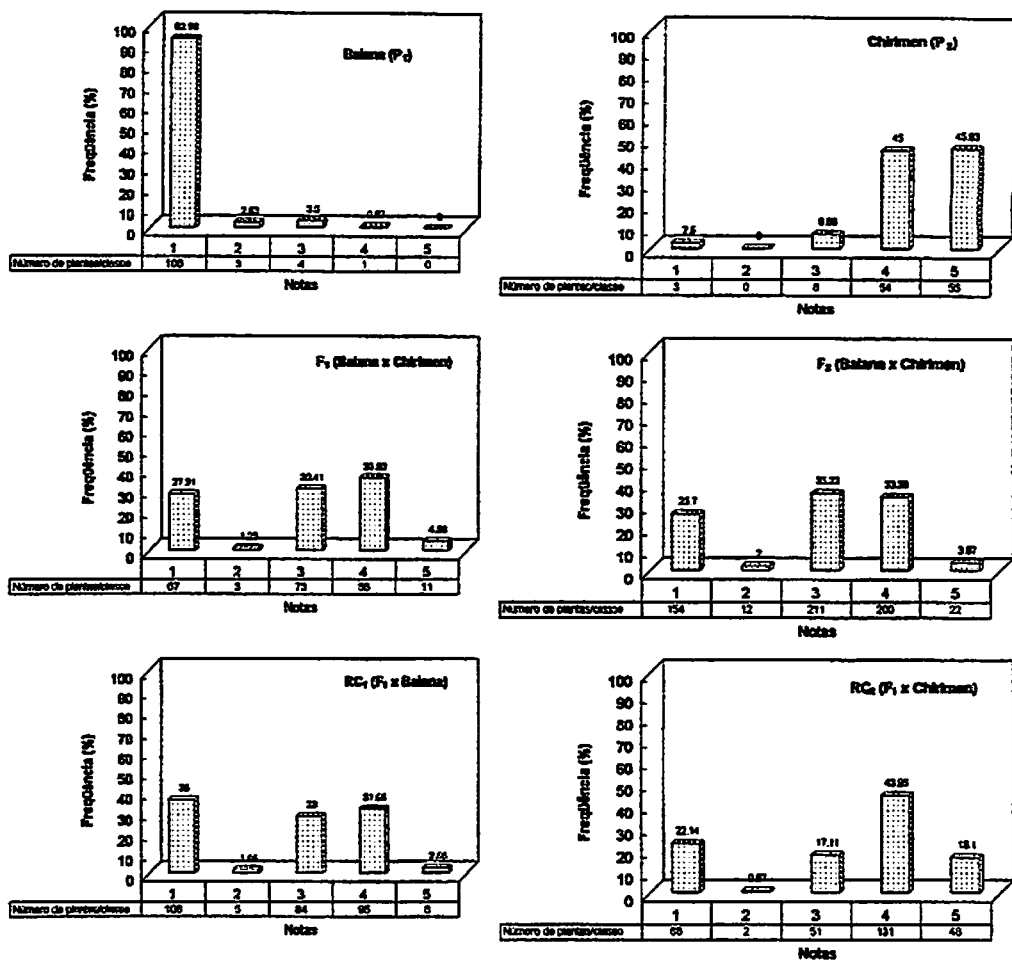


FIGURA 2 – Distribuição das frequências observadas, na segunda avaliação, quanto à severidade de infecção pelo PRSV-W dos genitores e das gerações obtidas do cruzamento entre Baiana e Chirimen. UFLA, Lavras-MG, 1999.

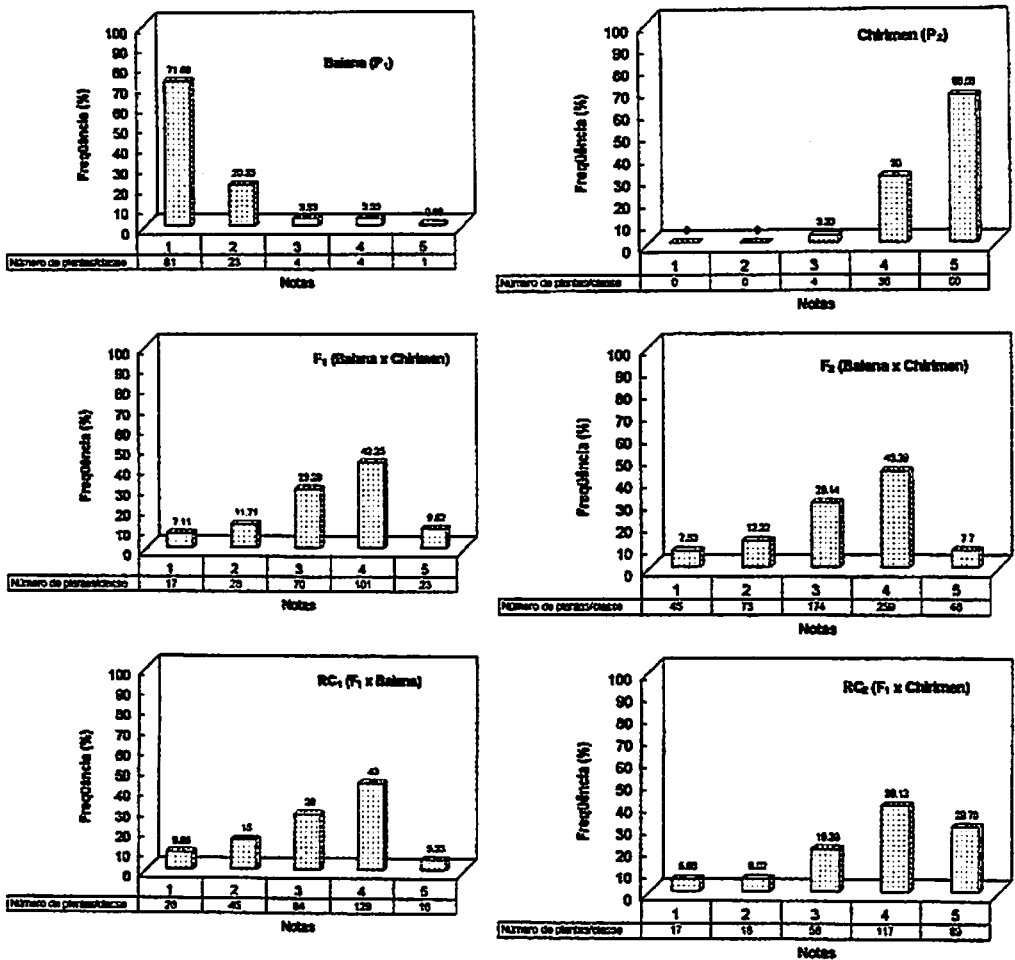


FIGURA 3 – Distribuição das freqüências observadas, na terceira avaliação, quanto à severidade de infecção pelo PRSV-W dos genitores e das gerações obtidas do cruzamento entre Baiana e Chirimen. UFLA, Lavras-MG, 1999.

RESISTÊNCIA AO PRSV-W

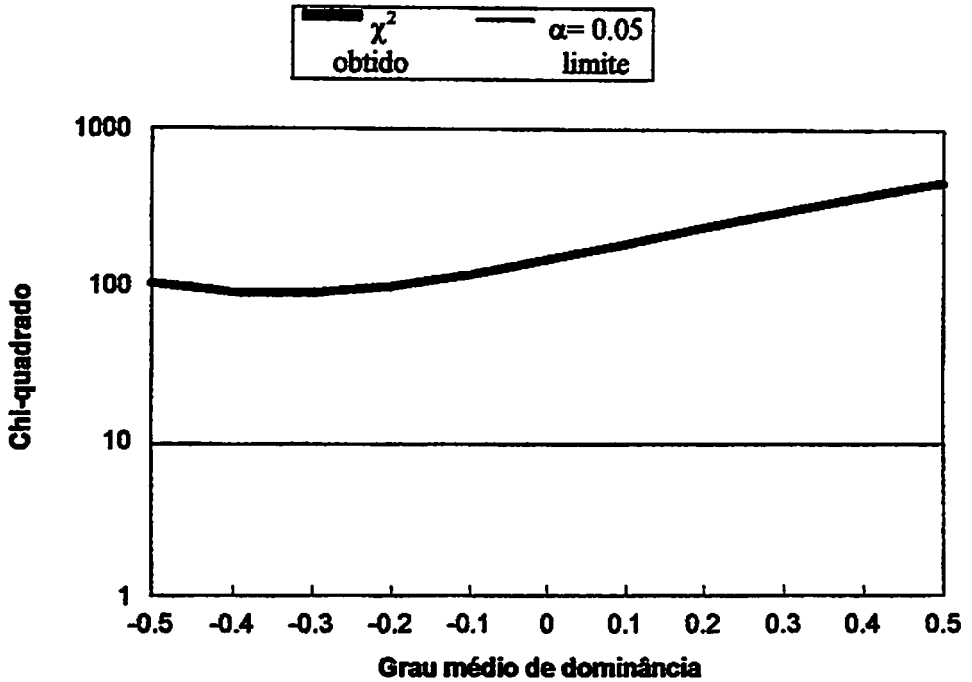


FIGURA 4 – Valores de χ^2 para a hipótese de herança monogênica, sob diferentes graus médios de dominância presumido das notas, na primeira avaliação. UFLA, Lavras – MG, 1999.

RESISTÊNCIA AO PRSV-W

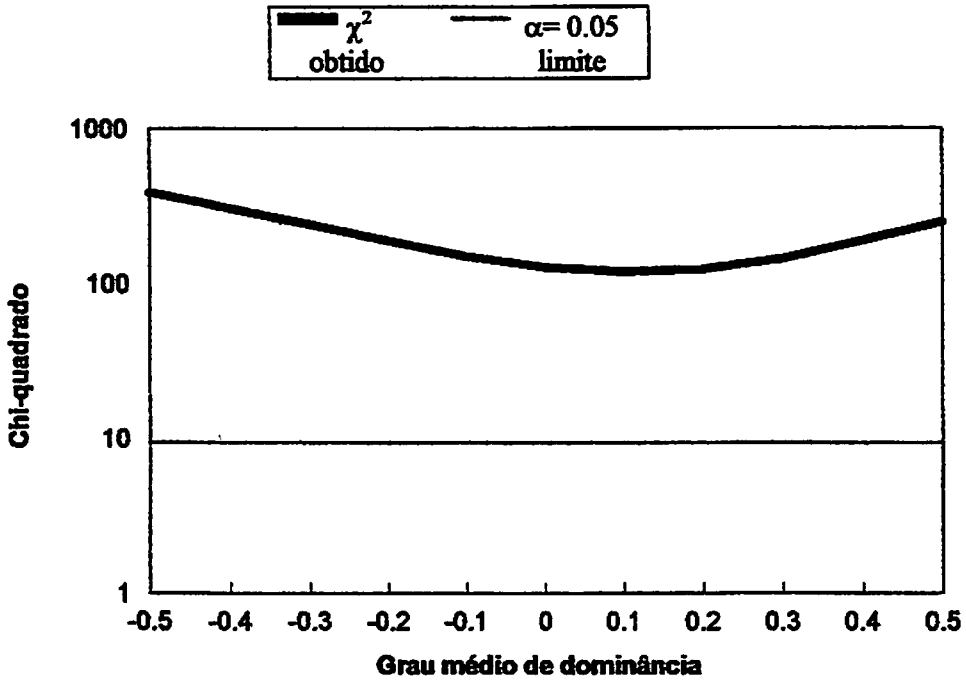
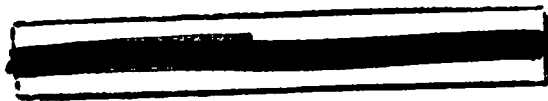


FIGURA 5 – Valores de χ^2 para a hipótese de herança monogênica, sob diferentes graus médios de dominância presumido das notas, na segunda avaliação. UFLA, Lavras – MG, 1999.



RESISTÊNCIA AO PRSV-W

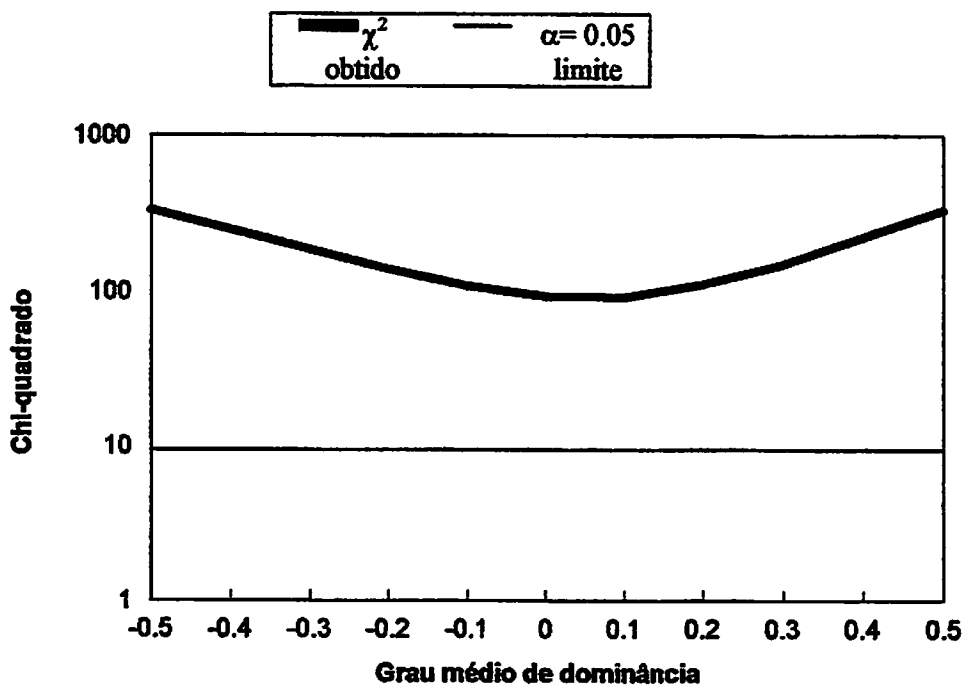


FIGURA 6 – Valores de χ^2 para a hipótese de herança monogênica, sob diferentes graus médios de dominância presumido das notas, na terceira avaliação. UFLA, Lavras – MG, 1999.

6 CONCLUSÕES

A resistência da cultivar Baiana Tropical de *Cucurbita moschata* ao PRSV-W é controlada por mais de um loco gênico, com ação predominantemente aditiva.

A herdabilidade da resistência ao PRSV-W é alta.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, A.C. Viroses de Cucurbitáceas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.85, p. 52-54, 1982.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- DELLA VECCHIA, P.T.; ÁVILA, A.C. Herança da Resistência ao Vírus do Mosaico da Melancia-1 em Melão. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 10, n. 3, p. 467-474, out. 1985.
- GARCÍA DE SALCEDO, M.J. Resistência ao Mosaico da Melancia Raça 1 e sua Herança em Moranga *Cucurbita maxima* Duchesne. Piracicaba: ESALQ, 1984. 76p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- GILBERT-ALBERTINI, F.; LECOQ, H.; PITRAT, M.; NICOLET, J.L. Resistance of *Cucurbita moschata* to watermelon mosaic virus type 2 and its genetic relation to zucchini yellow mosaic virus. Euphytica, Wageningen, v. 69, p. 231-237, 1993.
- GOMES, L.A.A. Herança da resistência da alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Grand Rapids ao nematóide de galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Lavras: UFLA, 1999. 70p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- GREBER, R.S.; HERRINGTON, M.E. Reaction of interspecific hybrids between *Cucurbita ecuadorensis*, *C. maxima* and *C. moschata* to inoculation with cucumber mosaic virus and watermelon mosaic virus 1 and 2. Review of Plant Pathology, Fareham Royal, v. 60, n. 2, p. 97-98, Feb. 1981.
- HERRINGTON, M.E.; BYTH, D.E.; TEAKLE, D.S.; BROWN, P.J. Inheritance of resistance to papaya ringspot virus type W in hybrids between *Cucurbita ecuadorensis* and *C. maxima*. Australian Journal of Experimental Agriculture, Melbourne, v. 29, n. 2, p. 253-259, 1989.
- KUABARA, M.Y. Reação de Abobrinha (*Cucurbita moschata* Duchesne) ao Vírus do Mosaico da Melancia Raça - 1 (WMV-1). Piracicaba: ESALQ, 1984. 69p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

- KUABARA, M.Y.; COSTA, C.P. Reação e Tipo de Resistência de Abobrinha cv Piramoita (*Cucurbita moschata* Duch.) ao Vírus do Mosaico da Melancia Raça 1 (WMV-1). In: CONGRESSO BRASILEIRO, 1, E REUNIÃO LATINO AMERICANA DE OLERICULTURA, 24., 1984, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: SOB, 1984. p.87.
- KUABARA, M.Y.; SALCEDO, M.J.G.; COSTA, C.P. Fontes de resistência ao vírus do mosaico da melancia - 1 (WMV-1) em abóbora. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 5, n. 2, p. 20-22, nov. 1987.
- LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, V.B.; GONÇALVES, M.F.B. Comparação de propriedades sorológicas de quatro espécies de potyvirus isoladas de cucurbitáceas no nordeste. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, p. 337, ago. 1997. (Resumo 612) Suplemento.
- LIMA, M.F.; BARBOSA, L.F.; ÁVILA, A.C.de. Levantamento de viroses na cultura da melancia na região do submédio São Francisco. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 22, p. 337, ago. 1997. (Resumo 614) Suplemento.
- MALUF, W.R.; MOURA, W.de.M.; SILVA, I.S.da; CASTELO-BRANCO, M. Screening of *Cucurbita* spp. Accessions for Resistance to Watermelon Mosaic Virus-1. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 161-167, 1986.
- MALUF, W.R.; PEREIRA, J.J.; FIGUEIRA, A.R. Inheritance of resistance to the papaya ringspot virus-watermelon strain from two different accessions of winter squash *Cucurbita maxima* Duch. *Euphytica*, Wageningen, v. 94, p. 163-168, 1997.
- MALUF, W.R.; SILVA, I.S.da; MOURA, W.de.M.; Inheritance of watermelon mosaic virus-1 (WMV-1) resistance in squash *Cucurbita maxima* Duch. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 1, p. 175-182, 1985.
- MALUF, W.R.; SOUSA, E.L.S. Resistência ao vírus do mosaico da melancia-1 (WMV-1) em moranga. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 2, n. 2, p. 22-25, nov. 1984.

- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Introdução à Genética Biométrica**. Tradução de Francisco A. Moura Duarte et al., Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242p. Tradução de: Introduction to biometrical genetics.
- MATTHEWS, R.E.F. **Fundamentals of Plant Virology**. San Diego: Academic Press, Inc., 1992. 403p.
- McCANDLESS, L. **Geneva Releases 'Whitaker' Summer Squash at the NYS Vegetable Conference** [on line]. Feb. 1998. Disponível: <http://www.nysaes.cornell.edu/pubs/press/1998/whitaker.html> [capturado em 07 out. 1999].
- MILNE, K.S.; GROGAN, R.G. **Characterization of Watermelon Mosaic Virus Strains by Serology and Other Properties**. *Phytopathology*, St. Paul, v.59, n.6, p. 809-818, June, 1969.
- MILNE, K.S.; GROGAN, R.G.; KIMBLE, K.A. **Identification of Viruses Infecting Cucurbita in California**. *Phytopathology*, v. 59, n. 6, p. 819-828, June, 1969.
- MOURA, M.C.C.L.; LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, V.B.; GONÇALVES, M.F.B. **Levantamento de vírus que infetam cucurbitáceas em municípios maranhenses**. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 22, p.339, ago. 1997. (Resumo 624) Suplemento.
- PAVAN, M.A. **Vírus do Mosaico da Melancia: Purificação, Variabilidade e Distribuição nas Principais Regiões Produtoras de Pepino e Abobrinha de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1985. 69p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).
- PEREIRA, J.J. **Herança da Resistência ao Vírus da Mancha Anular do Mamoeiro-estirpe Melancia ("Papaya Ringspot Virus – Type –W") em Moranga (*Cucurbita maxima* Duch)**. Lavras: UFLA, 1995. 52p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia/Fitopatologia).
- PROVVIDENTI, R. **Sources of Resistance or Tolerance to Virus in Accessions of *Cucurbita maxima***. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, Madison, n. 5, p. 46-47, June. 1982.
- PROVVIDENTI, R.; ROBINSON, R.W.; MUNGER, M. **Resistance in Feral Species to six Viruses Infecting Cucurbita**. *Plant Disease Reporter*, Washington, v. 62, n. 4, p. 326-329, Apr. 1978.

- PURCIFULL, D.; EDWARDSON, J.; HIEBERT, E.; GONSALVES, D. Papaya Ringspot Virus. CMI/AAB (England): Descriptions of Plant Viruses, n. 292, July. 1984.
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E. Serological Distinction of Watermelon Mosaic Virus Isolates. *Phytopathology*, St. Paul, v. 69, n. 2, p. 112-116, 1979.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos.; ZIMMERMANN, M.J.de.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RESENDE, J.T.V.de. **Teores de açúcares mediadores da resistência a pragas e sua herança em folíolos de tomateiro, obtidos a partir do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii*.** Lavras: UFLA, 1999. 56p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.; VEGA, J.; SCAGLIUSI, SANDRA M.M.; BORBA, L.F.; COSTA, A.S. Isolados fracos do potyvirus causador do mosaico da abobrinha presentes em bolhas atuam na premunização. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 55-61, mar. 1994.
- RICHARDS, R.S. **Identificação, Caracterização Biológica e Obtenção de Sondas de cDNA para Virus de Cucurbitáceas no Estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1999. 89p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- ROCHA, G.C.; FERNANDES, E.R.; LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, V.B. Identificação sorológica de espécies de vírus que ocorrem em meloeiro, *Cucumis melo*, em Mossoró, RN. Herickson. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 22, p. 341, ago. 1997. (Resumo 634) Suplemento.
- SANTOS, C.D.G. **Infecção Mista pelos Vírus do Mosaico da Melancia e do Mosaico do Pepino em *Cucurbita pepo* 'Caserta'.** Viçosa: UFV, 1990. 98p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- SOUZA SOBRINHO, F.D.E. **Herança da reação de resistência à raça 2 de *Meloidogyne incognita* na pimenta *Capsicum annuum* L. cv. Carolina Cayenne.** Lavras: UFLA, 1998. 57p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

- VEGA, J.; REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.** Detecção do vírus do mosaico amarelo da abobrinha-de-moita no Brasil: caracterização parcial de um isolado encontrado em São Paulo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 72-79, mar. 1995.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.** *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- WEBB, R.E.** Watermelon Mosaic Viruses 1 and 2 in Squash on the Atlantic Seaboard. *Plant Disease Reporter*, St. Paul, v. 55, n. 2, p. 132-135, Feb. 1971.
- YUKI, V.A.** *Epidemiologia e controle do mosaico (VMM-Me) em abobrinha-de-moita*. Piracicaba: ESALQ, 1990. 84p. (Tese – Doutorado em Agronomia / Fitopatologia).
- ZAMBOLIM, E.M.; DUSI, A.N.** Doenças Causadas por Vírus em Cucurbitáceas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 17, n.182, p. 60-62, 1995.

CAPÍTULO 3

INTROGRESSÃO DA RESISTÊNCIA AO PRSV-W ORIUNDA DE *Cucurbita moschata* EM *Cucurbita pepo* ATRAVÉS DE HIBRIDAÇÃO INTERESPECÍFICA

1 RESUMO

Infecções precoces em *Cucurbita pepo* chegam a causar perdas em torno de 53% da produção, chegando a até 100% do produto comercial "abobrinha". No Brasil, a principal virose em cucurbitáceas é causada pelo vírus da mancha anelar do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W). Ele pertence ao grupo dos Potyvirus, é transmitido por afídeos de modo não-persistente, o que torna o controle desta virose via manejo de insetos vetores pouco eficiente. Desta forma, a incorporação da resistência genética ao PRSV-W é altamente desejável. Dentro do gênero *cucurbita*, foram encontrados acessos resistentes ao PRSV-W nas espécies *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* e *C. moschata*, sendo *C. pepo* sempre suscetível. Com isso, há a necessidade de cruzamento interespecífico para a introgressão da resistência ao PRSV-W em *C. pepo*. Os cruzamentos interespecíficos dentro do gênero *cucurbita* apresentam graus variados de fertilidade. Para superar esta barreira, uma das técnicas usadas é a cultura de embrião. O presente trabalho teve como objetivo regenerar o híbrido interespecífico entre *C. pepo* e *C. moschata* e verificar a viabilidade da transferência da resistência ao PRSV-W de *C. moschata* para *C. pepo*. O trabalho foi realizado na UFLA, Lavras-MG. Foram usados como genitores Duda e Piramoita (*C. moschata*) e Asmara (*C. pepo*). Foram testados: dois meios de cultura Meio 1 - Murashige e Skoog (MS) mais 0,01 mg/L AIA (ácido indolacético), mais 0,1 mg/L de cinetina; e Meio 2 - Murashige e Skoog (MS) mais 200 g/L de polpa de abóbora, mais 150 mL/L de leite de coco; e dois regimes de luz, um deles constou de 48 horas no escuro, para depois serem levados para a sala de crescimento. Em outro regime, os embriões cultivados foram colocados diretamente na sala de crescimento. Para avaliação da resistência do híbrido interespecífico ao PRSV-W Para avaliação da resistência foram utilizados a população F₂ (*C. pepo* X *C. moschata*) (180 plantas), o híbrido Asmara (20 plantas) e o híbrido Duda (20 plantas). Fez-se duas inoculações manuais com extrato foliar de plantas de *C. pepo* com um isolado identificado de PRSV-W. As avaliações começaram 28 dias após a inoculação, e foram feitas dando-se notas individuais para as plantas, através de uma escala de notas de 1 até 5, sendo 1=maioria das folhas sem sintomas e 5= maioria das folhas com mosaico severo e/ou distorções foliares. Foram regeneradas 4 plantas férteis a partir do cruzamento Asmara x Duda, com o uso do Meio 1 e do regime de luz sem o período escuro. O híbrido interespecífico recuperado mostrou nível de resistência intermediário aos pais (Asmara= 4.0, Duda= 2.62 e o F₂= 3.56). A média das estimativas da herdabilidade no sentido amplo ficou em torno de 0.48, o que indica a possibilidade de selecionar genótipos resistentes. A introgressão da resistência ao PRSV-W de *C. moschata* em *C. pepo* parece ser viável tecnicamente.

ABSTRACT

Early infections in *Cucurbita pepo* come to cause losses around 53% of the yield, coming up to 100% of the commercial product. In Brazil, the main viruses in cucurbitaceae is caused by papaya ringspot virus- strain W (PRSV-W). It belongs to the Potyvirus group, it is transmitted by aphids in a non-persistent way which makes the control of this viruses via management of vector insects hardly efficient. So, the incorporation of the genetic resistance to PRSV-W is highly desirable. Within the genus cucurbita, were found accessions resistant of PRSV-W in the species *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* and *C. moschata*, *C. pepo* being always susceptible, therefore there is no need for interspecific cross for the introgression of the resistance to PRSV-W on *C. pepo*. The interspecific crosses within the genus cucurbita present varying degrees of fertility to overcome this barrier one of the techniques used is embryo culture. The present work was designed to regenerate the interspecific hybrid between *C. pepo* and *C. moschata* and verify the viability of the transfer of resistance to PRSV-W of *C. moschata* to *C. pepo*. The work was performed at the UFLA, Lavras -MG. AS parents were used Duda and Piramoia (*C. moschata*) and Asmara (*C. pepo*). Two culture media Medium 1 - Murashige and Skoog (MS) plus 0.01 mg/L of IAA (indolacetic acid) plus 0.1 mg/L of Kinetin; and Medium 2 - Murashige and Skoog (MS) plus 200g/L of pumpkin pulp plus 150 ml/L of coconut milk; and two light regimes, one of them consisted of 48 hours in the dark and next they were taken to the growth chamber. In another regime, the embryos cultivated were placed directly in the growth chamber for evaluation of the resistance of the interspecific hybrid to PRSV-W. For evaluation of the resistance were utilized population F₂ (*C. pepo* x *C. moschata*) (180 plants), the hybrid Asmara (20 plants) and the hybrid duda (20 plants). Two mechanical inoculations with leaf extract of plants of *C. pepo* with an identified PRSV-W isolate were done. The evaluations began 28 days after inoculation and they were done scoring individually plants through a score scale from 1 through 5, 1= most symptomless plants and 5 = most leaves with severe mosaic and/or leaf distortions. Four fertile plants were regenerated from the cross Asmara x Duda, with the use of Medium 1 and of the light regime without the dark period. The interspecific hybrid recovered showed resistance level intermediate to the parents (Asmara = 4.0, Duda = 2.62 and F₂= 3.56). The mean of the estimates of heritability in the broad sense stayed around 0.48 which points to the possibility of selecting resistant genotypes. The introgression of the resistance to PRSV-W of *C. moschata* in *C. pepo* seems to be technically viable.

3 INTRODUÇÃO

O vírus da mancha amarelada do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W) é um dos principais vírus que causa doença no gênero *cucurbita*. Plantas infectadas no início do ciclo exibem mosaico, deformações foliares e deformações nos frutos. Infecções precoces em *Cucurbita pepo* chegam a causar perdas em torno de 53% da produção, sendo que, em relação ao produto comercial “abobrinha”, esta perda chega a 100% em alguns casos (Demski e Chalkley, 1972 e Nagai, 1973).

Devido ao fato de o PRSV-W ser transmitido por afídeos de modo não-persistente, o controle desta virose via manejo de insetos vetores é pouco eficiente. Desta forma, a incorporação da resistência genética ao PRSV-W nas principais cultivares de abobrinha (*Cucurbita pepo*) seria altamente desejável (Della Vecchia e Ávila, 1985).

Em avaliações feitas quanto à resistência ao PRSV-W dentro do gênero *Cucurbita*, foram encontrados acessos resistentes nas espécies *C. ecuadorensis*, *C. foetidissima*, *C. maxima* e *C. moschata*, sendo *C. pepo* sempre suscetível (Providenti, Robinson e Munger, 1978; Kuabara, 1984; Maluf e Souza, 1984).

3.1 Gênero *Cucurbita*

O gênero *Cucurbita* compreende dois grupos importantes de hortaliças, que são as abóboras ou morangas (frutos maduros) e as abobrinhas (frutos imaturos). É composto por 26 espécies, com número de cromossomos $2n=40$. Dentro destas espécies, cinco são cultivadas: *C. moschata*, *C. maxima*, *C. pepo*, *C. mixta* e *C. ficifolia*. Os cruzamentos entre estas espécies exibem variados graus de fertilidade, que vão desde completamente férteis a estéreis. O grau de fertilidade do F_1 destes híbridos interespecíficos depende dos genitores

utilizados. No cruzamento de *C. moschata* x *C. foetidissima*, o F₁ é completamente estéril; já no cruzamento de *C. maxima* x *C. moschata*, o F₁ também é estéril, mas se retrocruzado com um dos genitores, produz frutos, com sementes viáveis (Erwin e Haber,1929; Grof e Bemis,1967; Whashek e Munger,1983).

3.2 Híbridações

Em condições de campo, Erwin e Haber (1929) deixaram ocorrer intercruzamentos entre *C. pepo*, *C. moschata* e *C. maxima* e obtiveram apenas poucos frutos partenocárpicos, levando à conclusão de que não há produção de híbridos interespecíficos de *Cucurbita* sob condições de campo.

Em condições de cruzamentos controlados, os intercruzamentos realizados entre as principais espécies de *Cucurbita* levaram à conclusão de que *C. moschata* ocupa uma posição central entre as espécies anuais, e pode ser cruzada com certa dificuldade com *C. pepo*, *C. maxima*, *C. mixta*. Para superar o pouco desenvolvimento dos embriões e a esterilidade do F₁, normalmente encontrada nestes cruzamentos, utiliza-se a técnica de cultura de embrião e o uso de anfidiplóides (Bagget,1979).

Híbridos interespecíficos entre *C. moschata* e *C. maxima* foram precoces quanto à maturidade, muito produtivos e com ótima qualidade, tornando-se atrativos para produção (Robinson, Boettger e Shail, 1978). Os híbridos foram predominantemente ginóicos, enquanto os genitores são monóicos, com predominância de flores masculinas em relação às femininas (Robinson, Boettger e Shail, 1978). Já híbridos interespecíficos entre *C. moschata* x *C. pepo* produziram frutos partenocárpicos ou com poucas sementes vazias (Bagget,1979).

Vários trabalhos foram realizados visando a introgressão de genes em *C. pepo* vindos de outras espécies de *Cucurbita* que possuem resistência a várias doenças e insetos. Do cruzamento entre plantas de *C. martinii* x *C. pepo*, dentre as 25 plantas regeneradas, obtiveram-se, no final do ciclo, 4 plantas sem sintomas do vírus CMV, ao qual *C. pepo* é suscetível. Outra população F₂ foi testada para resistência ao WMV, sendo encontradas várias plantas sem sintomas da virose. Finalmente, 35 plantas F₂ foram inoculadas com PRSV-W e apenas uma planta mostrou-se sem sintomas, apesar de ter apresentado sintomas leves no início do ciclo de desenvolvimento. Na hibridização de *C. ficifolia* com *C. pepo*, *C. moschata* e *C. maxima*, utilizou-se a cultura de embrião para recuperar as plantas F₁, as quais se caracterizaram por apresentarem elevada esterilidade masculina e feminina (Washek e Munger, 1983).

Em trabalho realizado por Pearson, Hopp e Bohn (1951), buscou-se, através dos híbridos interespecíficos entre *C. moschata* e *C. maxima*, combinar a resistência a alguns insetos de *C. moschata* com as características boas do fruto da *C. maxima*.

Em vários cruzamentos interespecíficos, Gardingo (1986) obteve as seguintes porcentagens de pegamento de fruto: *C. moschata* x *C. lundelliana* - 82,14%, *C. moschata* x *C. okeechobeensis* - 81,97%, *C. maxima* x *C. okeechobeensis* - 80,56%, *C. maxima* x *C. ecuadorensis* - 80,00%, *C. maxima* x *C. lundelliana* - 80,00%, *C. moschata* x *C. maxima* - 62,12%, *C. maxima* x *C. pepo* - 57,32%, *C. pepo* x *C. moschata* - 55,96%, *C. pepo* x *C. okeechobeensis* - 32,16%.

Algumas técnicas, como encurtamento de pistilos, tratamento com hormônios e cultura de embrião, são utilizadas para facilitar cruzamentos interespecíficos (Wall e York, 1960). Porém, estas técnicas não ajudam a transpor problemas genéticos de tais cruzamentos. Outra tentativa seria o uso de materiais altamente heterozigotos, como genitores de cruzamentos

interespecíficos. Esta larga base gênica tornaria possível o isolamento das combinações zigóticas mais compatíveis se a barreira interespecífica é determinada por um desbalanço gênico, porém se esta barreira for causada por uma falta de homologia dos cromossomos, pouco ou nenhum ganho deverá ser esperado deste aumento da base gênica. O comportamento diferencial de variedades em cruzamentos interespecíficos é uma evidência a favor do uso de linhas altamente heterozigotas nos cruzamentos interespecíficos. Com relação à diversidade gamética, alguns híbridos F_1 provêm combinações mais favoráveis do que outros na obtenção de híbridos interespecíficos, embora não seja possível prever qual será a melhor combinação antes de se fazer o cruzamento (Wall e York, 1960).

Gardingo (1986), usando as técnicas da diversidade gamética e cruzamento em ponte e cultura de embrião, superou os problemas de incompatibilidades interespecíficas nas combinações de cruzamentos entre: *C. pepo* x *C. moschata*, *C. pepo* x *C. okeechobeensis*, *C. moschata* x *C. ecuadorensis*, *C. maxima* x *C. pepo*.

3.3 Cultura de Embriões

Uma das aplicações da cultura de embrião é na regeneração de embriões de sementes. Na prática, quando uma semente híbrida não é viável, isto pode ser devido ao não desenvolvimento do endosperma ou sua incompatibilidade com o embrião, o que não implica, necessariamente, na inviabilidade do embrião (Narayanaswami e Norstog, 1964).

O uso da cultura de embriões nos cruzamentos interespecíficos de *Cucurbita* tem sido de grande importância na regeneração de plantas híbridas F_1 . De Vaulx e Pitrat (1980), trabalhando com o cruzamento de *C. pepo* x *C.*

ecuadorensis, regeneraram 15 plantas via cultura de embrião, pois as sementes advindas deste cruzamento não apresentavam endosperma. As plantas F₁ mostraram características dos dois genitores.

Normalmente, sementes bem formadas resultantes de cruzamentos interespecíficos contém embriões viáveis. A cultura de embrião foi utilizada com sucesso para regenerar plantas vindas de sementes F₁ e retrocruzamentos de *C. pepo* x *C. moschata* e seus recíprocos: de um total de 65 embriões, Wall (1954) conseguiu regenerar 40 plantas; alguns embriões tinham menos de 3 mm de comprimento e regeneraram plantas normais (Wall, 1954).

O cultivo de embriões das espécies *C. andreana* e *C. martinezii* foi realizado no meio de Murashige e Skoog (1962) com metade da concentração salina padrão mais 40 mg/L de leite de coco, 0.1 mg/L de ANA e 0.1 mg/L de cinetina. Os embriões excisados foram cultivados e mantidos em sala de crescimento a 23 °C e intensidade luminosa de 2,2 Klux. O desenvolvimento das plântulas foi mais rápido em *C. andreana* do que em *C. martinezii*; na primeira, as radículas desenvolveram-se num período de 9 a 12 dias, enquanto em *C. martinezii*, levaram 16 dias para se desenvolverem (Malter, Lebowitz e Juvik, 1984).

Nagai (1973), trabalhando com cruzamentos interespecíficos de *C. pepo* var. *melopepo* x *C. moschata*, verificou que quando *C. moschata* é usada como planta-mãe, tanto a frutificação como o desenvolvimento de frutos são piores do que no cruzamento recíproco. Porém, em ambos os casos, quase todos os frutos formados são partenocárpicos e as sementes casualmente encontradas nesses frutos são ocas ou contém embriões menores que 2 mm. Tais sementes chegam a atingir tamanho normal, mas, quando semeadas de maneira usual, não germinam. Os híbridos F₁ foram, então, obtidos através da cultura de embrião. Utilizou-se o meio básico de White mais 30000 mg/L sacarose, 3 mg/L de glicina, 20 mg/L de ácido ascórbico, 0,15 mg/L de tiamina, 0,20 mg/L de

- PROVVIDENTI, R.; ROBINSON, R.W.; MUNGER, H.M. Multiple Virus Resistance in *Cucurbita* species. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 1, p. 26-27, 1978.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos.; ZIMMERMANN, M.J.de.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.; VEGA, J.; SCAGLIUSI, SANDRA M.M.; BORBA, L.F.; COSTA, A.S. Isolados fracos do potyvirus causador do mosaico da abobrinha presentes em bolhas atuam na premunização. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 55-61, mar. 1994.
- ROBINSON, R.W.; BOETTGER, M.A.; SHAIL, J.W. Gynoecious Sex Expression in *Cucurbita* Resulting from an Interspecific Cross. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 1, p. 31-32, June. 1978.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- WALL, J. R. Interspecific Hybrids of *Cucurbita* Obtained by Embryo Culture. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v. 63, p. 427-430, 1954.
- WALL, J. R.; YORK, T.L. Gametic Diversity as an Aid to Interspecific Hybridization in *Phaseolus* and in *Cucurbita*. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v. 75, p.419-428, 1960.
- WASHEK, R.L.; MUNGER, H.M. Hybridization of *Cucurbita pepo* with Disease Resistant *Cucurbita* Species. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 6, p. 92, 1983.

- MALUF, W.R.; SILVA, I.S.da.; MOURA, W.de.M.** Inheritance of Watermelon Mosaic Virus-1 (WMV-1) Resistance in Squash *Cucurbita maxima* Duch. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 1, p. 175-182, 1985.
- MALUF, W.R.; SOUZA, E.L.S.** Resistência ao vírus do mosaico da melancia-1 (WMV-1) em moranga *Cucurbita maxima* Duch. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 2, p. 22-25, 1984.
- MALTER, A. B.; LEBOWITZ, R. J.; JUVIK, J. A.** Embryo Culture of *Cucurbita andreana* and *C. martinii*. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 7, p. 69-70, 1984.
- MATHER, K.; JINKS, J.L.** Introdução à Genética Biométrica. Tradução de Francisco A. Moura Duarte et al., Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242p. Tradução de: Introduction to biometrical genetics.
- METWALLY, E.I.; HAROUN, S. A.; EL-FADLY, G.A.** Interspecific cross between *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita martinii* through *in vitro* embryo culture. **Euphytica**, Wageningen, v. 90, p. 1-7, 1996.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, p. 473-497, 1962.
- NAGAI, H.** Obtenção do híbrido entre *Cucurbita pepo melopepo* e *C. moschata* por meio de cultura de embrião. **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 13, n. 25, p. 25, 1973.
- NARAYANASWAMI, S.; NORSTOG, K.** Plant Embryo Culture. **The Botanical Review**, Lancaster, n. 30, p. 587-628, 1964.
- OLIVEIRA, A.C.B.de; MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M.; FERREIRA, S.; BRAGA, R.S.; MORETTO, P.; GOMES, L.A.A.** Avaliação da reação de resistência de cultivares de abobrinhas (*Cucurbita pepo* e *C. moschata*) ao vírus da mancha amarela do mamoeiro – estirpe melancia (PRSV-W). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina, PE. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, 1998. (Resumo, 216).
- PEARSON, O.H.; HOPP, R.; BOHN, G.W.** Notes on Species Crosses in *Cucurbita*. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v. 60, p. 310-322, 1951.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGET, J.R. Attempts to Cross *Cucurbita moschata* (Duch.) Poir. 'Butternut' and *C. pepo* L. 'Delicata'. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 2, p. 32-34, 1979.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- DELLA VECCHIA, P.T.; ÁVILA, A.C. Herança da Resistência ao Vírus do Mosaico da Melancia-1 em Melão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 467-474, out. 1985.
- DE VAULX, R.D.; PITRAT, M. Realization of the Interspecific Hybridization (F_1 and BC_1) Between *Cucurbita pepo* and *C. ecuadorensis*. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, n. 3, p. 42, 1980.
- DEMSKI, J. W.; CHALKLEY, J. H. Effect of watermelon mosaic virus on yield and marketability of summer squash. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 56, n. 2, p. 147-150, Feb. 1972.
- ERWIN, A.T.; HABER, E.S. Species and Varietal Crosses in Cucurbits. **Bulletin**: Ames-Iowa, n.263, p. 341-371, June, 1929.
- GARDINGO, J. R. Aplicação das técnicas de cultura de embrião e diversidade gamética na hibridação interespecífica no gênero *Cucurbita*. Piracicaba: ESALQ, 1986. 139p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- GROFF, D.; BEMIS, W.P. Meiotic Irregularities in *Cucurbita* Species Hybrids. **The Journal of Heredity**, Washington, v.58, n.3, May/June. 1967.
- KUABARA, M. Y. Reação de abobrinha (*Cucurbita moschata* Duchesne) ao vírus do mosaico da melancia raça-1 (WMV-1). Piracicaba:ESALQ, 1984. 69p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- MALUF, W.R.; MOURA, W.de.M.; SILVA, I.S.da.; CASTELO-BRANCO, M. Screening of *Cucurbita* spp. Accessions for Resistance to Watermelon Mosaic Virus-1. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 161-167, 1986.

6 CONCLUSÕES

1. Foi possível recuperar o híbrido interespecífico entre *C. pepo* x *C. moschata*, através do uso da cultura de embriões, utilizando-se o seguinte meio: Murashige e Skoog (MS) mais 0,01 mg/L AIA (ácido indolacético), mais 0,1 mg/L de cinetina;
2. O híbrido interespecífico recuperado mostrou nível de resistência intermediário aos pais;
3. A alta estimativa da herdabilidade no sentido amplo para a característica avaliada e a ação gênica predominantemente aditiva indicam que a seleção de plantas resistentes/tolerantes ao PRSV-W a partir do cruzamento interespecífico *C. pepo* x *C. moschata*;
4. A introgressão da resistência ao PRSV-W de *C. moschata* em *C. pepo* parece ser viável tecnicamente.

avaliações. A herdabilidade no sentido restrito deve ter um valor próximo da herdabilidade no sentido amplo e, portanto, também ser um valor moderado a alto. Isto se deve ao fato da ação gênica ser predominantemente aditiva. Assim, espera-se bom ganho genético com a seleção de genótipos resistentes em F₂.

Estes resultados são concordantes, em linhas gerais, com os obtidos no capítulo 2, onde também se encontrou, para a resistência ao PRSV-W em cruzamento intraespecífico *C. moschata* x *C. moschata*, alta herdabilidade nos sentidos amplo e restrito e ação gênica predominantemente aditiva.

Nagai (1973) obteve, através da cultura de embrião, o híbrido interespecífico entre *C. pepo* var. *melopepo* x *C. moschata*, mas não teve sucesso em identificar genótipos resistentes ao PRSV-W nas populações segregantes. Este fato contrasta com o aparente sucesso deste trabalho, no qual foi possível selecionar na população segregante materiais com um bom nível de resistência ao PRSV-W. Esta diferença dos resultados pode ser devida ao tamanho da população segregante usada que, no presente trabalho, foi de 180 plantas, substancialmente maior que a utilizada por Nagai.

Os resultados do presente trabalho demonstram a viabilidade da introgressão da resistência ao PRSV-W proveniente de *C. moschata* na espécie *C. pepo*.

gerações (Tabela 2) indicou que o componente aditivo [a] é maior do que o componente não aditivo [d], nas três avaliações. Os valores das estimativas dos graus médios de dominância (GMD) 0.713, 0.514 e 0.412 (Tabela 2), respectivamente, para a primeira, segunda e terceira avaliações indicam ação gênica predominantemente aditiva ou de dominância parcial no sentido do menor nível de resistência.

Tabela 2. Valores obtidos das médias das gerações, e valores estimados dos parâmetros, m, [a], [d], GMD, e estimativas das variâncias genética ($\hat{\sigma}_G^2$), ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$) e da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) para a reação de resistência ao PRSV-W. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Parâmetros	Primeira avaliação	Segunda avaliação	Terceira avaliação
\bar{P}_1	4.00	4.44	3.85
\bar{P}_2	2.29	3.04	2.54
\bar{F}_2	3.45	3.92	3.33
m	3.145	3.74	3.195
[a]	0.855	0.7	0.655
[d]	0.61	0.36	0.27
GMD	0.713	0.514	0.412
$\hat{\sigma}_G^2$	0.85421	0.24022	0.46812
$\hat{\sigma}_E^2$	0.56956	0.58381	0.34396
$\hat{\sigma}_{F_2}^2$	1.42377	0.82403	0.81209
h_a^2	0.59997	0.29151	0.57644

\bar{P}_1 , \bar{P}_2 e \bar{F}_2 são as médias obtidas de P_1 , P_2 e F_2 , respectivamente

m = média dos genitores P_1 e P_2

[a] = efeitos gênicos aditivos

[d] = efeitos gênicos não-aditivos

GMD = Grau médio de dominância

Os valores de herdabilidade no sentido amplo (moderado a alto) foram 0.599, 0.291 e 0.576 (Tabela 2), respectivamente, na primeira, segunda e terceira

As quatro plantas regeneradas mostraram-se férteis (Figura 1C), o que possibilitou sua autofecundação e retrocruzamento para *C. pepo*. Os frutos foram colhidos e as sementes (tanto sementes F₂ como do primeiro retrocruzamento para *C. pepo*) retiradas e secas. As plantas regeneradas mostraram características morfológicas intermediárias entre os genitores.

Gardingo (1986), usando o Meio 2 combinado com o período de escuro, obteve taxas de regeneração de plântulas que variaram de 51,3% a 78,8% usando embriões vindos do cruzamento entre *C. pepo* x *C. moschata*; no presente trabalho, obteve-se 0% de regeneração em cruzamento similar. Já quando se utilizou a combinação Meio 1 sem o período de escuro, obtiveram-se 66% de regeneração; este valor foi superior ao obtido por Metwally, Haroun e El-Fadly (1996), os quais, usando a mesma metodologia, obtiveram uma taxa de 10% de regeneração em embriões vindos do cruzamento entre *C. pepo* x *C. martinzii*.

5.2 Avaliação da resistência ao PRSV-W no híbrido Interespecífico

A avaliação foi feita através da escala de notas na classificação da severidade dos sintomas (Mahuf et al., 1986), em que foram dadas notas individuais para cada folha de cada planta, e depois feita a média da planta e média de cada material. O híbrido Asmara obteve nota média em torno de 4,0 ; o híbrido Duda obteve nota média de 2,62 e o F₂ obteve nota média de 3,56, ficando numa posição intermediária entre o pai tolerante e o suscetível (Tabela 2). Uma média das estimativas da herdabilidade em plantas individuais nas três avaliações efetuadas, ficou em torno de 0,48 (média a alta), indicando a possibilidade de selecionar genótipos resistentes. A análise das médias de

crescimento. Dos seis embriões colocados diretamente na sala de crescimento, foram regeneradas 4 plântulas (Figura 1A), que foram transferidas para vasos (0,5 L) contendo substrato autoclavado e mantidas em casa-de-vegetação. Numa primeira etapa, as plantas foram mantidas dentro da casa-de-vegetação e sob um túnel de sombrite (50% de sombra) durante 7 dias, depois foram retiradas de sob o túnel e mantidas em casa-de-vegetação por 15 dias (Figura 1B). Então, foram transferidas para vasos (8,0 L) e mantidas sob estufa plástica (Figura 1C).

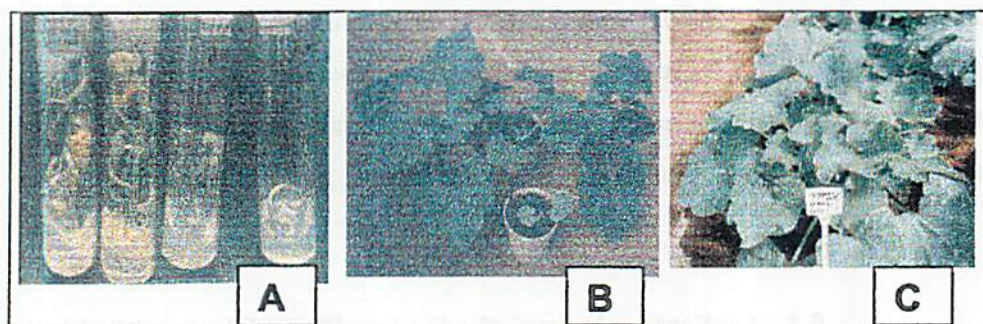


FIGURA 1 – Cultura *in vitro* (A) dos embriões do cruzamento interespecífico *C. pepo* cv. Asmara x *C. moschata* cv. Duda. Plantas do cruzamento interespecífico F_1 (*C. pepo* x *C. moschata*), após a aclimação em casa-de-vegetação (B) e na fase de pré-florescimento (C). UFLA, Lavras-MG, 1999.

No presente trabalho, obtiveram-se melhores resultados quando ambos os genitores foram híbridos (o que aumenta a diversidade gamética).

O uso de genitores híbridos aumenta a diversidade gamética, o que, segundo Wall e York (1960), redundaria num maior pegamento de frutos nos cruzamentos efetuados. Gardingo (1986), utilizando a diversidade gamética, também obteve um maior pegamento de frutos entre cruzamentos interespecíficos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção do Híbrido Interespecífico *C. pepo* x *C. moschata*

Foram realizados os seguintes cruzamentos Asmara x Duda, Asmara x Piramoita, Duda x Asmara e Piramoita x Asmara. Somente quando se utilizou o híbrido Asmara como genitor feminino, se obteve pegamento de fruto, o que concorda com os resultados obtidos por Nagai (1973) e Gardingo (1986), que também obtiveram um maior pegamento de frutos com sementes quando usaram *C. pepo* como genitor feminino.

Dos cruzamentos feitos entre Piramoita x Asmara e Duda x Asmara, não se obteve pegamento de fruto. Do cruzamento Asmara x Piramoita, obteve-se o pegamento de apenas um fruto, o qual foi colhido com 20 dias após a polinização. Deste retiraram-se as sementes, de onde foi possível retirar 26 embriões; as demais sementes não continham embriões. Do total de 26 embriões, doze foram cultivados no Meio 1 e quatorze no Meio 2. Dos embriões cultivados no Meio 1 e no Meio 2, metade foram colocados no escuro por 48 horas e depois levados para a sala de crescimento, e a outra metade foi colocada diretamente na sala de crescimento. A partir dos embriões recuperados vindos do cruzamento Asmara x Piramoita, não se conseguiu regenerar nenhuma plântula.

Do cruzamento entre Asmara x Duda, foi colhido um fruto apenas. Deste fruto foram retiradas as sementes, e destas foi possível recuperar 24 embriões, que foram colocados no meio de cultura. Do total de 24 embriões, doze foram cultivados no Meio 1 e doze no Meio 2. Dos embriões cultivados no Meio 1 e no Meio 2, metade foram colocados no escuro por 48 horas e depois levados para a sala de crescimento, e a outra metade foi colocada diretamente na sala de

4.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As médias e variâncias obtidas das populações P_1 , P_2 e F_2 foram utilizadas para a obtenção das estimativas das variâncias genética ($\hat{\sigma}_G^2$), ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$) e da herdabilidade no sentido amplo (Quadro 1).

QUADRO 1. Expressões das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos; Componentes de médias das gerações P_1 , P_2 e F_2 , e estimativa do Grau médio de dominância (Mather e Jinks, 1984; Vencovsky e BARRIGA, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

$$\bar{P}_1 = m + [a]$$

$$\bar{P}_2 = m - [a]$$

$$\bar{F}_2 = m + \frac{1}{2}[d]$$

$$GMD = d/a$$

$$\hat{\sigma}_{F_2}^2 = \hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_E^2$$

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{1}{2}[\hat{\sigma}_{P_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_2}^2]$$

$$\hat{\sigma}_G^2 = \hat{\sigma}_{F_2}^2 - \hat{\sigma}_E^2$$

$$h_a^2 = \hat{\sigma}_G^2 / \hat{\sigma}_{F_2}^2$$

$\hat{\sigma}_{P_1}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro do P_1 (Asmara)

$\hat{\sigma}_{P_2}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro do P_2 (Duda)

$\hat{\sigma}_{F_2}^2$: estimativa da variância entre plantas dentro da geração F_2 (Asmara x Duda)

h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo, em plantas individuais.

\bar{P}_1 , \bar{P}_2 e \bar{F}_2 são as médias estimadas de P_1 , P_2 e F_2 , respectivamente

m = média dos genitores P_1 e P_2

$[a]$ = efeito gênico aditivo

$[d]$ = efeito gênico não-aditivo

com leve pressão sobre a folha, o indicador com a suspensão do inóculo viral; posteriormente, as folhas foram lavadas com água corrente para retirada do abrasivo.

Para avaliação da resistência, foram utilizados a população F₂ (*C. pepo* X *C. moschata*), o híbrido Asmara (P₁) e o híbrido Duda (P₂). Os genótipos foram semeados em vasos (0,5 L) e mantidos na casa-de-vegetação. A primeira inoculação foi feita quando as plantas atingiram o estágio de primeira folha verdadeira expandida (04/06/97), e a segunda inoculação, 6 dias após a primeira. O delineamento usado foi inteiramente casualizado, com 180 plantas do F₂ (*C. pepo* X *C. moschata*), 20 plantas do híbrido Asmara (P₁) e 20 plantas do híbrido Duda (P₂). As avaliações foram iniciadas aos 28 dias após a inoculação, observando-se as plantas individualmente quanto à sua reação ao PRSV-W. Foi adotado o sistema de escala de notas na classificação da severidade dos sintomas (Maluf et al., 1986), como segue:

1 = maioria das folhas sem sintomas; uma folha nova apresentando sintomas brandos e/ou leve clareamento de nervuras;

2 = maioria das folhas com sintomas brandos, leve clareamento de nervuras ou manchas cloróticas esparsas;

3 = maioria das folhas com mosaico; sintomas variando de clareamento de nervuras com pontos cloróticos em menos de 50% da área foliar;

4 = quase todas as folhas com mosaico sistêmico; coalescência de áreas cloróticas, chegando a até 50% da área foliar;

5 = quase todas as folhas com mosaico severo; apresentando folhas com mais de 50% de sua área foliar afetada ou com distorções severas.

TABELA 1. Reações de hospedeiros diferenciais inoculados mecânicamente com isolado de PRSV-W. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Hospedeiro	Reações observadas
<i>Cucurbita pepo</i>	M
<i>Luffa acutangula</i>	Mq
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-
<i>Chenopodium quinoa</i>	-
<i>Gomphrena globosa</i>	-
<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Turkish NN	-
<i>Nicotiana benthamiana</i>	-

- Ausência de sintoma; M= Mosaico; Mq= Mosqueado

Pela combinação das reações obtidas nas plantas indicadoras, confirma-se trata-se de um isolado de PRSV-W. O PRSV-W não é capaz de infectar *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*, *Gomphrena globosa*, *Nicotiana tabacum* cv. Turkish NN e *Nicotiana benthamiana*, infectando, no entanto, *Cucurbita pepo* e *Luffa acutangula* (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Rezende et al., 1994; Vega, Rezende e Yuki, 1995).

O inóculo foi extraído através da maceração de folhas jovens de *C. pepo* com sintomas da virose (mosaico severo e deformações foliares) por uma solução tampão fosfato 0,01 M, pH 7,0 com adição de 0,1% de sulfito de sódio. Foi usada a proporção de 90 mL de tampão para 10 g de tecido foliar fresco (Mahuf, Silva e Moura, 1985).

As inoculações foram realizadas mecanicamente, aspergindo-se o abrasivo carborundum (400 mesh) sobre a área foliar da planta e friccionando,

de 7 dias. Após esse período, o túnel de sombrite foi retirado, permanecendo elas por mais 15 dias na casa-de-vegetação. As plantas, após o período de aclimação, foram transferidas para vasos (capacidade de 8 kg) contendo uma mistura de solo, substrato, areia e adubo. Estas plantas foram mantidas sob estrutura de proteção coberta com plástico. As plantas foram conduzidas até o florescimento, quando se efetuaram as autofecundações e retrocruzamentos para o genitor Asmara (*C. pepo*), de modo a obter as populações F₂ (*C. pepo* x *C. moschata*) e F₁RC₁ [*C. pepo* x (*C. pepo* x *C. moschata*)], respectivamente.

4.2 Avaliação da resistência do híbrido interespecífico ao PRSV-W

O isolado do vírus PRSV-W foi mantido em plantas de *C. pepo* cultivar Caserta em casa-de-vegetação. A pureza do isolado do PRSV-W foi testada através do uso do ciclo das seguintes plantas indicadoras: *Cucurbita pepo*; *Chenopodium amaranticolor*; *Chenopodium quinoa*; *Gomphrena globosa*; *Nicotiana tabacum* cv. Turkish NN; *Nicotiana benthamiana* e *Luffa acutangula* (Milne e Grogan, 1969; Milne, Grogan e Kimble, 1969; Webb, 1971; Purcifull e Hiebert, 1979; Ávila, 1982; Purcifull et al., 1984; Pavan, 1985; Rezende et al., 1994; Vega, Rezende e Yuki, 1995).

A pureza do inóculo foi verificada através do uso do ciclo de plantas indicadoras, cujas reações à inoculação encontram-se descritas na Tabela 1.

com o pólen das masculinas; em seguida, as flores polinizadas eram protegidas com saco de papel e cliques, e devidamente etiquetadas para identificação.

A retirada e o cultivo dos embriões foram realizados no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura/UFLA, no período de dezembro de 1996 a fevereiro de 1997. Os frutos, colhidos com idade de 20 dias após a polinização, foram levados para o laboratório, onde foram lavados com bucha e detergente neutro. As sementes em desenvolvimento foram lavadas em água corrente para retirada da mucilagem e colocadas numa solução de hipoclorito de sódio (Qboa® a 30%) sob agitação (10 minutos). Logo após, foram levadas para câmara de fluxo laminar, onde foram enxaguadas com água destilada e esterilizada (três vezes). Com o auxílio de uma lupa estereoscópica (com aumento de 40 x) e com o uso de pinça e estilete, foram retirados os embriões imaturos, no formato de coração, que foram colocados em tubos de ensaio (25 x 150 mm) com 15 mL de meio de cultura.

Foram testados dois tipos de meio de cultura: Meio 1- Murashige e Skoog (MS) mais 0,01 mg/L AIA (ácido indolacético), mais 0,1 mg/L de cinetina (Metwally, Haroun e El-Fadly, 1996); e Meio 2 - Murashige e Skoog (MS) mais 200 g/L de polpa de abóbora, mais 150 mL/L de leite de coco (Gardingo, 1986).

Os embriões cultivados foram submetidos a dois regimes de luz. Um deles constou de 48 horas no escuro, para depois serem levados para a sala de crescimento. Em outro regime, os embriões cultivados foram colocados diretamente na sala de crescimento. A sala de crescimento possuía temperatura de 25 a 28 °C e regime fotoperiódico de 16 horas de claro por 8 horas de escuro, com fluxo de 1500 a 2000 lux.

As plântulas regeneradas foram transplantadas para vasos de 0,5 L, com substrato Plantmax® autoclavado. Elas foram mantidas sob um túnel de sombrite (de 50% de sombra), dentro de uma casa-de-vegetação, por um período

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção do híbrido interespecífico *C. pepo* x *C. moschata*

Os cruzamentos foram realizados na horta do departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no período de setembro a dezembro de 1996.

Utilizaram-se, como genitores, a cultivar Piramoita e o híbrido Duda, da espécie *C. moschata*; e o híbrido Asmara, da espécie *C. pepo*.

O híbrido Duda foi escolhido por possuir hábito de crescimento do tipo moita, e frutos do tipo alongados e ser resistente à virose causada pelo PRSV-W (Oliveira et al., 1998).

A cultivar Piramoita, de polinização aberta, apresenta hábito de crescimento do tipo moita, possui frutos compridos, com bojo no qual se situa a cavidade com as sementes; apresenta resistência ao PRSV-W (Kuabara e Costa, 1984).

O híbrido Asmara possui hábito de crescimento do tipo moita, frutos alongados. Sendo um híbrido intraespecífico, ele presumivelmente contribui para o aumento da diversidade gamética, e conseqüentemente maior pegamento de frutos (Wall e York, 1960).

As plantas foram cultivadas em canteiros, com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,20 m entre canteiros. Os cruzamentos foram realizados nas primeiras horas da manhã (entre 7 e 9 horas), conforme a seguinte metodologia: na tarde anterior ao dia da antese, os botões florais masculinos e femininos foram protegidos com sacos de papel e cliques; na manhã do dia da antese, efetuaram-se os cruzamentos através da polinização manual das flores femininas

riboflavina, 1 mg/L de nicotinamida, 1 mg/L panthotenato de cálcio, 0,2 mg/L Vitamina B₆, 25 mg/L de Ácido succinico, 20 mg/L de Adenina, 1 mg/L de Cinetina, 0,05 mg/L de ANA e 15% de leite de coco. Após um mês da transferência dos embriões para o meio de cultivo, foi iniciado o lento crescimento das folhas cotiledonares.

Gardingo (1986), testando vários tipos e combinações de meios de cultura com reguladores de crescimento em cultivo de embriões vindos de vários cruzamentos interespecíficos, obteve os melhores resultados usando o meio MS (Murashige e Skoog, 1962) mais 30 g/L de sacarose, 200 g/L de polpa de abóbora, 150 mL/L de leite de coco, e embriões com idade de 38 dias após a polinização.

Recentemente, em cruzamentos interespecíficos entre *C. pepo* e *C. martinezii*, foi conseguido o índice de 10% de regeneração de plântulas utilizando a seguinte metodologia: meio MS (Murashige e Skoog, 1962) mais 0,01 mg/L de AIA e 0,1 mg/L de Cinetina, e embriões com idade de 14 dias após a polinização no formato de coração (Metwally, Haroum e El-Fadly, 1996).

Este trabalho teve como objetivo regenerar o híbrido interespecífico entre *C. pepo* e *C. moschata*, superando a barreira interespecífica através da utilização da técnica da cultura de embrião, e verificar a viabilidade da transferência da resistência ao PRSV-W da espécie *C. moschata* para a espécie *C. pepo*.