

**RESISTÊNCIA AO MOSAICO DA MELANCIA RAÇA 1 E  
SUA HERANÇA EM MORANGA *Cucurbita maxima* DUCHESNE**

**MORAIMA J. GARCÍA DE SALCEDO**  
Engenheira Agrônoma

**Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Maio - 1984

A meu esposo

A meus filhos

A minha mãe e avô

A meus irmãos

*DEDICO*

## CURRICULUM VITAE

*Moraima J. Garcia de Salcedo*, filha de Hermógenes Garcia Rodrigues e Josefina Antón Sanchez, nasceu a 28 de abril de 1951 em Pormalar, Estado Nueva Esparta - VENEZUELA.

Em 1975, graduou-se em Engenharia Agrônômica na Universidade de Oriente, Venezuela.

Em 1976 ingressou no Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (F.O.N.A.I.A.P.) Venezuela com o cargo de Pesquisador I. Atualmente é pesquisador do projeto Nacional de Pesquisas em Café na mesma instituição.

Em março de 1982 iniciou o Curso de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

## AGRADECIMENTOS

O autor manifesta os mais sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, pelos ensinamentos e pela orientação na realização deste trabalho.

- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) da Venezuela, pelas facilidades concedidas, e pela oportunidade de aperfeiçoamento.

- Professores do Departamento de Genética da ESALQ pelos ensinamentos recebidos.

Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Marcelo Kuabara, pelo auxílio prestado na condução dos experimentos, pelas sugestões na revisão do manuscrito e pela sua amizade.

- Funcionários da Seção de Hortaliças da ESALQ, Sr. Antonio Cella e Sr. Alcides Martins e ao estagiário Ailton Ribeiro pela colaboração na instalação dos experimentos.

- Funcionários da Biblioteca do Departamento de Genética da ESALQ, Sra. Terezinha de Jesus Lodovico e Sra. Eisa Aparecida Azere-do Cesar, pela sua atenção.

A Frank, meu esposo, que em todos momentos prestou-me apoio e sempre esteve presente com uma palavra de estímulo.

Amigos e colegas de curso, pelo estímulo e ajuda, especialmente Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Marcy Felipe Torggler, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Jaime La Torres, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Itamar Soares de Melo, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Juan Aguilar Moran e Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Mariana Zatarin.

Ao pessoal do Campo Experimental Caripe CIARNO - FONAIAP- VENEZUELA, pela sua amizade e estímulo brindado para realizar o curso.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	xii
SUMMARY .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Importância e Ocorrência .....	4
2.2. Sintomatologia e Caracterização do Mosaico da Melancia .....	4
2.3. Hospedeiros Diferenciais e Identificação de Raças .....	7
2.4. Propriedades Físicas .....	9
2.5. Ocorrência de Resistência ao WMV-1 em Cucurbitáceas .....	10
2.6. Tipos de Resistência .....	12
2.7. Modo de Herança em <i>Cucurbitáceas</i> .....	14
2.8. Implicação e Estimação de Parâmetros Genéticos .....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	19
3.1. Local da Investigação .....	19
3.2. Isolamento do Vírus do Mosaico da Melancia Raça 1 (WMV-1) .....	19
3.3. Obtenção de Plantas para Utilização nos Diferen- tes Experimentos .....	23
3.3.1. A nível de casa de vegetação .....	23
3.3.2. A nível de campo .....	23
3.4. Teste de Patogenicidade .....	23
3.5. Preparo de Inóculo e Técnica de Inoculação .....	24

3.6. Critérios de Avaliação para a Reação de <i>C. máxima</i> ao WMV-1 .....	26
3.7. Procedência ou Origem do Material Testado .....	28
3.7.1. Estudo da reação de resistência ao WMV-1 de introduções, cultivares ou híbridos de <i>C. máxima</i> .....	28
3.7.2. Origem das populações e progênies de meios irmãos de <i>C. máxima</i> avaliadas .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
4.1. Caracterização e Identificação de Raças de Mo- saico da Melancia, Raça 1 .....	36
4.1.1. Identificação dos isolados .....	36
4.1.2. Patogenicidade de isolados do Mosaico da Melancia raça 1 em diferentes espécies Cucurbitáceas .....	39
4.2. Determinação de Fontes e Mecanismos de Resistên- cia ao WMV-1 em <i>C. máxima</i> .....	42
4.2.1. Fontes de resistência .....	42
4.2.2. Tipos de resistência .....	46
4.3. Variabilidade da Resistência ao WMV-1 em Popu- lações Segregantes de <i>C. máxima</i> .....	48
4.4. Modo de Herança da Resistência de <i>C. máxima</i> ao WMV-1 .....	53
4.4.1. Resistência qualitativa .....	53
4.5. Avaliação Quantitativa da Reação de Resistên- cia ao WMV-1 em <i>C. máxima</i> .....	57
4.5.1. Análise de variância .....	57

4.5.2. Estimativas de parâmetros genéticos .....	59
5. CONCLUSÕES .....	64
LITERATURA CITADA .....	66
APÊNDICE .....	74



## LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Totais de precipitação pluviométricas (mm) e médias de insolação (Hor/Déc), umidade relativa (%), e temperaturas máxima, mínima e média (°C), ocorridos nos meses de Setembro a Dezembro (1983) e Janeiro (1984), na área da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. Fevereiro, 1984 .....	20
2	Relação dos isolados de mosaico de cucurbitáceas e suas respectivas origens .....	21
3	Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na identificação do vírus da melancia raça 1 (WMV-1) .....	22
4	Denominação e procedência das introduções, cultivares e híbridos de <i>C. maxima</i> e <i>C. ecuadorensis</i> , avaliados para reação de resistência ao WMV-1 .....	29
5	Esperanças matemáticas dos quadrados médios $[E(QM)]$ , obtidas nas análises de variância segundo o delineamento em blocos casualizados, ao nível de médias de progênies e ao nível de plantas individuais. Moranga ( <i>Cucurbita maxima</i> ) .....	35
6	Reação de hospedeiros diferenciais a sete isolados de vírus de cucurbitáceas e respectiva identificação de WMV-1. Piracicaba, SP .....	37
7	Reação de diferentes espécies de cucurbitáceas com relação à agressividade de dois isolados de WMV-1 expressa em % de plantas com sintomas nas folhas verdadeiras. Piracicaba, SP, 1983 .....	40

Tabela nº	Página
8	Avaliação da reação de resistência de <i>C. máxima</i> e <i>C. ecuadorensis</i> ao WMV-1 expresso sob aspectos qualitativo (R; S) e quantitativo em termos de nível médio de resistência. Piracicaba, SP. 1983 ..... 43
9	Porcentagem de plantas resistentes ao WMV-1 em duas triagens de introduções, cultivares e híbridos de <i>C. máxima</i> e <i>C. ecuadorensis</i> . Piracicaba, SP. 1983 ..... 45
10	Presença do WMV-1 em <i>C. máxima</i> e <i>C. ecuadorensis</i> através da sintomatologia mostrada por <i>C. pepo</i> cv. Caserta, visando a identificação do tipo de resistência envolvido. Piracicaba, SP. 1983 ..... 47
11	Análise de variância de reação para resistência a WMV-1 de cinco populações segregantes de Moranga ( <i>C. máxima</i> ). Piracicaba, SP. 1983 ..... 49
12	Porcentagem e nível médio de plantas resistentes ao WMV-1 em cinco populações segregantes do retrocruzamento: (F <sub>2</sub> : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco da espécie <i>C. máxima</i> . Piracicaba, SP. 1983 ..... 50
13	Comparação de homogeneidade de reação de resistência a WMV-1, em cinco populações segregantes de Moranga ( <i>C. máxima</i> ), segundo o teste de $\chi^2$ . Piracicaba, SP. 1983 ..... 51
14	Teste de homogeneidade ( $\chi^2$ ) em cinco populações segregantes de Moranga ( <i>C. máxima</i> ) comparadas 2 x 2 com relação à reação de resistência ao WMV-1. Piracicaba, SP. 1983 ..... 52

Tabela nº	Página
15	Modo de herança da reação de <i>C. maxima</i> ao WMV, envolvendo os progenitores Esmeralda (Suscetível) e BGH 947 (Resistente). Piracicaba, SP. 1983 ..... 54
16	Modo de herança da reação de <i>C. maxima</i> ao WMV-1 envolvendo os progenitores Esmeralda (Suscetível) e BGH-4104 (Resistente). Piracicaba, SP. 1983 ..... 55
17	Valores de significância dos quadrados médios, de 25 progênies de Meios Irmãos envolvendo cinco populações segregantes, testadas para resistência ao WMV-1 em Moranga ( <i>C. maxima</i> ). Piracicaba, SP. 1983 ..... 58
18	Estimativas dos cruzamentos da variância da reação da resistência a WMV-1 em Moranga ( <i>C. maxima</i> ), referentes a 25 progênies de Meios Irmãos de cinco populações segregantes, originalmente provenientes do cruzamento de progenitores resistente x suscetível. Piracicaba, SP. 1983 ..... 60
19	Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, ao nível de planta ( $\hat{h}_1^2$ ) e média de progênies ( $\hat{h}_2^2$ ); coeficiente de variação genética (CVg) e relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (b). Resistência a WMV-1. Moranga ( <i>C. maxima</i> ). Piracicaba, SP. 1983 ..... 61

RESISTÊNCIA AO MOSAICO DA MELANCIA RAÇA 1 E SUA HERANÇA  
EM MORANGA *Cucurbita maxima* DUCHESNE

Moraima J. García de Salcedo

Orientador: Prof.Dr. Cyro Paulino da Costa

RESUMO

Em *Cucurbita maxima* os danos econômicos causados pela incidência do mosaico da melancia raça 1 são consideráveis, principalmente quando a virose ocorre na fase inicial do desenvolvimento da planta. O mosaico da melancia é comum nas cucurbitáceas do Estado de São Paulo e seu controle mais eficiente é através do uso de cultivares resistentes.

O presente trabalho envolvendo a espécie *C. maxima* com relação ao mosaico da melancia objetivou: identificar fontes e tipos de resistência, determinar e comparar níveis de resistência em populações segregantes, determinar o modo de herança da resistência e estimar alguns parâmetros genéticos para a reação de resistência, a partir de progênies de meios irmãos.

Foram avaliados 19 cultivares, introduções e híbridos de *C. maxima* para reação de resistência, além de cinco populações segregantes provenientes do retrocruzamento das cultivares ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco e 25 progênies de meios irmãos das gerações  $F_1RC_1$ ;  $F_2RC_1$ ;

$F_3RC_1$ ;  $F_4RC_1$  e  $F_5RC_1$ . A avaliação da reação de resistência foi feita quatro semanas após a inoculação das plantas, com base numa escala de notas de 1 (sem sintomas ou mosaico leve nas folhas) até 5 (sintomas de mosaico severo e deformação nas folhas). Com relação ao estudo da herança qualitativa consideraram-se como resistentes plantas com nota de 1 e 2.

Como fontes de resistência ao mosaico da melancia destacaram-se as cultivares *C. máxima* BGH-947 e BGH-4104 com 100% e 95% de plantas resistentes e em seguida as introduções A-83-6; A-83-26 e A-83-27, com nível médio de resistência inferior a nota 2. A espécie *C. ecuadorensis* foi altamente resistente.

A resistência em *C. máxima* é do tipo tolerância, enquanto que a espécie *C. ecuadorensis* apresenta resistência à multiplicação do vírus. Ocorre homogeneidade entre as populações segregantes do retrocruzamento e determinou-se que a porcentagem de plantas resistentes está em torno de 13 à 21%. A herança da resistência ao mosaico da melancia raça 1 em *C. máxima* é controlada pelo menos pela ação de dois genes recessivos, designados como m e n. A manifestação do fenótipo de resistência ocorre quando pelo menos um dos pares de genes está na forma recessiva. A ação gênica do caráter de resistência, baseada em escala de notas, mostrou ser de natureza aditiva.

A população  $F_5RC_1$  é a mais promissora para iniciar um programa intensivo de seleção para resistência ao mosaico da melancia raça 1, pois apresenta, além de sua maior herdabilidade, outras importantes características agrícolas como: hábito de crescimento moita, maturidade de florescimento aos 40 dias e tipo de fruto similar a cv. Coroa, de maior aceitação comercial.

RESISTANCE TO WATERMELON MOSAIC VIRUS, RACE 1 AND ITS  
INHERITANCE IN WINTER SQUASH *Cucurbita maxima* DUCH.

Moraima J. García de Salcedo

Adviser: Prof.Dr. Cyro Paulino da Costa

SUMMARY

Watermelon Mosaic Virus, race 1 (WMV-1) is a highly destructive disease of *C. maxima*, mainly in initial development stages of this vegetable crop in São Paulo State, Brazil. The most efficient way of control is the use of WMV-1 resistant cultivars.

The present research aimed to identify sources of resistance, to establish levels of resistance in segregating populations, to determine the mode of inheritance and to estimate some genetic parameters for resistance reaction, through half-sib progenies.

Nineteen (19) cultivars, introductions and hybrids of *C. maxima* were evaluated, besides five segregating populations of the backcross of the cultivars ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco and 25 half-sib progenies of the generations  $F_1RC_1$ ;  $F_2RC_1$ ;  $F_3RC_1$ ;  $F_4RC_1$  and  $F_5RC_1$ . The evaluation of Cucurbit reaction to the disease was done four weeks after inoculation, based on scoring system from 1 to 5 where 1 means absence or light mosaic on leaves and 5, symptoms of severe mosaic and deformation on leaves.

The cultivars of *C. máxima* BGH-947 and BGH-4104 with 100% of resistance plants and also the introductions A-83-6; A-83-26, A-83-27, became detached as resistance sources to WMV-1 *C. ecuadorensis* was highly resistant.

The type of resistance in *C. máxima* is tolerance and in *C. ecuadorensis* is resistance to multiplication. It was observed occurrence of homogeneity among the segregating populations of the backcross, where the percentage of resistant plants is about 13% to 21%.

The inheritance of resistance, based upon segregation ratios tested by chi-square, is conditioned at least by two recessive genes, designated m and n. The genic action of the resistance character, based on a classification range, showed to be of additive nature.

The population  $F_5RC_1$  is the most promising one to start a intensive selection program for resistance to WMV-1, because, besides your high heritability, it presents others important agricultural characteristics as bush growth habit, maturity of flower set and fruit shape similar to cv. Coroa of great comercial acceptance.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura de abóboras, apesar da sua importância secundária, constitui uma das principais fontes alimentares principalmente na classe de baixo poder aquisitivo.

O gênero *Cucurbita* como outras Cucurbitáceas vem sendo afetado pela incidência de viroses, as quais ocasionam diminuição da qualidade dos frutos, menor número de frutos por planta e até morte das mesmas. Sua ocorrência representa um fator limitante na produção, especialmente quando a infecção ocorre no início do ciclo.

Existem três tipos de viroses que podem causar estes sintomas: Mosaico da melancia (WMV); Mosaico do pepino (CMV) e Mosaico das Abóboras (SqMV). Destacando-se o primeiro pela sua ocorrência generalizada no Brasil e outras regiões do globo. Com relação ao Mosaico da melancia tem-se relatado a existência de duas raças nas regiões de cultivo de cucurbitáceas: O mosaico da melancia raça 1 (WMV-1) e a raça 2 (WMV-2), maior incidência no Brasil (COSTA *et alii*, 1972; ALBUQUERQUE *et alii*, 1972; LIN *et alii*, 1977). Esta virose caracteriza-se por ser transmitida



principalmente por afídeos (*Myzus persicae* e *Aphis gossypii*) geralmente constituídos de populações resistentes à inseticidas organo-fosforados, o que dificulta um controle eficiente. Além disso, mesmo quando existe um bom controle de vetores pela aplicação de inseticidas, a efetividade dos mesmos só chega a reduzir a disseminação interna do vírus. Contudo, o maior problema para o controle, continua sendo a migração dos pulgões virulíferos para os campos livres de vírus.

*Cucurbita maxima* não escapa da problemática descrita, embora os danos causados pelo vírus a nível de frutos não sejam considerados de importância, pois seu consumo é feito no estágio maduro, o que permite minimizar o aspecto estético e de qualidade. No entanto, a presença do vírus nas etapas iniciais de desenvolvimento ocasionam enfezamento, retardamento da planta e menor produtividade.

Um dos meios mais eficiente e econômico de controle de doenças virais é o uso da resistência genética de plantas. No entanto, no Brasil são poucos os estudos sobre resistência genética ao WMV em abóboras (*Cucurbita maxima*, *C. moschata* e *C. pepo*), principalmente no caso da espécie *C. maxima*, onde os relatos de resistência ao WMV-1 são pouco conhecidos, tanto no Brasil como no exterior.

O presente trabalho compreende os seguintes objetivos com relação a espécie *C. maxima*.

1. Identificar fontes e mecanismos de resistência ao WMV-1.
2. Determinar e comparar níveis de resistência ao WMV-1 em populações segregantes.

3. Determinar o modo de herança da resistência ao WMV-1.
4. Estimar parâmetros genéticos nas populações segregantes, a partir de progênes de meios-irmãos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância e Ocorrência

O vírus do mosaico da melancia (WMV) é um dos vírus mais importantes em Cucurbitáceas. Apresenta-se na maior parte das áreas produtoras do mundo, sendo registrado nos E.U.A. (ANDERSON, 1954; WEBB *et alii*, 1965; MILNE *et alii*, 1969; KOMM e AGRIOS, 1978; PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970); Argentina (ZABALA e RAMALLO, 1968); Venezuela (LASTRA, 1968); El Salvador (FISCHNALER, 1972); Antilhas Francesas (QUIOT *et alii*, 1971); Itália (LOVISOLO e LISA, 1983); Irã (EBRAINNESBAT, 1974). No Brasil tem sido registrado também em vários Estados (ALBUQUERQUE *et alii*, 1972; COSTA *et alii*, 1972; LIN *et alii*, 1977).

### 2.2. Sintomatologia e Caracterização do Mosaico da Melancia

Os principais sintomas expressam-se pela clorose, mosaico e deformação das folhas e frutos. O vírus inibe o desenvolvimento normal dos frutos (WHITAKER e DAVIS, 1962). Distorção foliar, raquitismo e mosaico nas partes vegetativas e nos frutos são sintomas

comuns em abóbora, pepino, melão e melancia (AVILA, 1982; PURCIFULL e HIEBERT, 1979; ZABALA e RAMALLO, 1968; QUIOT *et alii*, 1977; PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970).

A sintomatologia em melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) pode variar desde leve descoloração dos bordos foliares com recuperação das folhas adultas e sem perda de vigor pós-infecção (ZABALA e RAMALLO, 1968), até danos severos (PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970; WEBB *et alii*, 1965; PURCIFULL e HEBERT, 1979).

Nas morangas (*Cucurbita maxima* Duch), os sintomas nas folhas manifestam em mosaico com coloração verde pálido amarelado entre as nervuras, alternados com cor verde normal. Em certas variedades se observa grandes deformações das folhas. Os frutos de moranga apresentam nodosidades sobre a epiderme e são de tamanho reduzido, quando a planta infectada em estágio jovem e nas abóboras (*Cucurbita moschata* Duch.), o mosaico torna as folhas crespas, com rugosidade; ocorre coloração verde escuro ao redor das nervuras, com áreas intercalares de cor verde amarelada. Nessas duas espécies de *Cucurbita* ocorre um raquitismo pronunciado e poucos frutos por planta (PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970).

Lindberg *et alii*, citados por WEBB e SCOTT (1965), estudaram comparativamente treze isolados de vírus de Cucurbitáceas separando-os em dois grupos: o primeiro denominado "Mosaico da abóbora" foi capaz de causar sintomas de mosaico em melancia, não é transmitido por afídeos e apresentava partículas esféricas e poliédricas ao microscópio eletrônico; o segundo, "Mosaico do melão" mais conhecido como mosaico da melancia, apresentava mosaico em melancia, é transmitido pelos afídeos

*Myzus persicae* Sulz e *Aphis gossypii* Glover e não é correspondente no microscópio eletrônico. Dentro deste último situa-se as duas estirpes de Watermelon Mosaic Virus descritas por ANDERSON (1954), as quais infectaram 12 espécies de Cucurbitáceas exceto *Momordica charantia* e ambas foram incapazes de causar sintomas em *Nicotiana tabacum*.

WEBB e SCOTT (1965) trabalhando com 10 isolados de Watermelon Mosaic Virus coletados em várias localidades dos E.U.A., e baseando-se nos resultados envolvendo inoculações de proteção cruzada, estreita relação serológica e diferenças de amplitude de hospedeiros, relatam a existência de dois vírus diferentes. Estes vírus foram designados "Watermelon Mosaic Virus - 1" (WMV-1) e "Watermelon Mosaic Virus - 2 (WMV-2).

Mais tarde, MILNE e GROGAN (1969), estudando a caracterização do WMV por serologia e outras propriedades encontraram que os dois tipos de isolados utilizados por WEBB e SCOTT (1965), tratavam-se de duas raças e não de vírus diferentes. Tais conclusões foram baseadas, no relacionamento serológico, partículas quase idênticas em tamanho e forma, e outras propriedades em comum, diferenciando-se em que somente WMV-1 é capaz de infectar plantas pertencentes a família Cucurbitaceae, enquanto o WMV-2 tem outras espécies hospedeiras. Ambos tipos WMV-1 e WMV-2 não distinguem-se pelos sintomas que produzem em Cucurbitáceas cultivadas.

BAKKER (1971) descobriu a existência de uma nova raça de WMV a qual denominou WMV-K. Segundo o relatado pelo autor, a nova raça é confinada a espécies pertencentes a família Cucurbitaceae assim como também as espécies *Chenopodium amaranticolor* e *Chenopodium quinoa*, não infecta espécies leguminosas, *Luffa acutangula* e *Lavatera trimestris*. O

vírus é facilmente recuperado de frutos afetados de *C. pepo*.

### 2.3. Hospedeiros Diferenciais e Identificação de Raças

Uma das formas de separar e identificar viroses é através de hospedeiros diferenciais. Tratando-se do mosaico da melancia, este critério metodológico permite a identificação da raça 1 por ser a mesma específica para Cucurbitáceas segundo o relatado por vários autores (WEBB e SCOTT, 1965; WEBB *et alii*, 1965; MILNE e GROGAN, 1969; PURCIFULL e HIEBERT, 1979; LASTRA, 1968).

A linhagem de melão 633-3, originada da seleção PI 180280 é utilizável na identificação de WMV-2 pela sua resistência a WMV-1 e a reação de mosaico com inoculação de WMV-2 (WEBB e SCOTT, 1965). O mesmo ocorre com *Luffa acutangula*, pela sua resistência ao WMV-2 (WEBB e SCOTT, 1965; LASTRA, 1968). Ambas raças não causam sintomas em *Nicotiana glutinosa*.

MILNE *et alii* (1969) encontraram resultados diferentes ao trabalhar na identificação de viroses de Cucurbitáceas na Califórnia, E. U.A. Assim *Luffa acutangula* foi suscetível para alguns isolados de WMV-2 e *Cucumis melo* linha 633-3 não foi satisfatória para a identificação ou separação de misturas de WMV-1 e WMV-2. Por outro lado, todos os isolados de WMV-2 induziram lesões locais em *Chenopodium amaranticolor* e ambas raças produziram lesões locais e necroses sistemáticas em *Lavatera trimestris*.

SOWELL e DENSKI (1981) na Colômbia, comparando a reação de resistência ao WMV-1 em introduções de melão (*Cucumis melo*), sugerem a utilização da introdução PI 180280 para separar WMV-1 de WMV-2, no caso de existir misturas de vírus, por ser a primeira superior quanto à manifestação de lesões mais numerosas e destacadas que as mostradas pela seleção 633-3.

PURCIFULL e HIEBERT (1979) relatam que WMV-1 induziu sintomas de mosaico e distorção de folhas em *C. moschata* Duch. var. Small Sugar, *Citrullus lanatus* (Thumb), *Cucumis sativus* L. e mosqueamento ou manchas cloróticas em *Luffa acutangula* Roxb. Não foram encontradas partículas vivas em folhas inoculadas de *Chenopodium amaranticolor*, *Phaseolus vulgaris* L. "Bountiful" e "Pinto", *Pisum sativum* L. "Alaska", *Nicotiana benthamiana* Domin. e *Carica papaya* L.

Contrariamente, SHAWKAT e FEGLA (1979) relatam que WMV-2 além de infectar outras espécies causou lesões em *Chenopodium amaranticolor*. O vírus não infectou fumo e outras espécies da família Solanaceas.

PROVIDENTI e SCHROEDER (1970), estudando a epifítia do Watermelon Mosaic Virus entre Cucurbitáceas de Nova York, relataram a existência das duas estirpes nas áreas cultivadas, sendo WMV-1 predominante e mais prejudicial que WMV-2. Eles recomendaram a utilização do Feijão "Black Turtle" na separação de CMV e WMV-2 pelo fato de que a maioria dos estirpes de CMV não infestaram este hospedeiro. É outra espécie utilizada como hospedeiro diferencial entre WMV-1 e WMV-2, nesta espécie o WMV-2 manifesta-se por apresentar lesões locais nas folhas inoculadas (LASTRA, 1968).

FISCHNALER (1972), em El Salvador, utilizou como fonte de inóculo plantas de melancia com sintomas de infecção, na identificação de WMV-1. Sendo as condições de temperatura 28,8°C durante o dia e 16,5°C na noite. Neste estudo a linhagem 633-3 de melão, na presença de WMV-1 manifestou sintomas de lesões locais e ocasionalmente necroses na ponta do caule. As mesmas linhagens inoculadas com WMV-2 apresentaram mosqueamento sistêmico. *Luffa acutangula* apresentou mosaico com WMV-1 e imunidade aparente ao WMV-2.

As porcentagens de vírus recuperáveis nas plantas vão depender principalmente da planta utilizada como hospedeiro suscetível. Assim, DEMSKI e CHALKLEY (1977) encontraram um vírus inibidor em diferentes partes de plantas de melancia, recomendando a utilização de plantas de pepino (*Cucumis sativus*) e abóbora (*Cucurbita pepo*), como os melhores hospedeiros para o isolamento dos diferentes vírus de Cucurbitáceas.

#### 2.4. Propriedades Físicas

Além da utilização de hospedeiros diferenciais na identificação de vírus, a mesma pode ser complementada com a determinação de suas propriedades físicas. Para WMV, segundo o relatado por vários autores, o ponto de inativação térmica ocorre de 50°C a 60°C de temperatura durante 10 minutos. O ponto de diluição final ou ponto limite de diluição encontra-se entre  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$  (1 partícula viral em  $10^{-4}$  ou  $10^{-5}$  l, de solução tampão) quando foram utilizadas plantas de *C. pepo* (ZABALA e RAMALLO, 1968; LASTRA, 1968; MILNE e GROGAN, 1969; VAN REGENMORTEL, 1971;



FISCHNALER, 1972 e SHAWKAT e FEGLA, 1979).

PENA IGLESIAS e AYUSO GONZALEZ (1973) determinaram as seguintes propriedades físicas para WMV-2 a partir de folhas de pepino: ponto de inativação térmica 60°C durante 10 minutos; ponto limite de diluição  $10^{-2}$  a  $10^{-3}$  e longevidade "in vitro", foi mantida a temperatura de 20°C, durante 5 dias.

Quanto a longevidade do vírus, esta encontra-se influenciada pelo meio ambiente, sendo desfavorável quando a temperatura é muito elevada. Segundo ZABALA e RAMALLO (1968) a longevidade pode ser positiva até as 72 horas, quando a temperatura varia entre 21°C a 25°C. No entanto à 18°C a longevidade foi de 16 a 32 dias.

#### 2.5. Ocorrência de Resistência ao WMV-1 em Cucurbitáceas

Em 1978 PROVIDENTI *et alii* testaram no campo 14 espécies selvagens de Cucurbitáceas com as viroses mais comuns e destrutivas que afetavam frequentemente as abóboras nos E.U.A. Dentro das espécies testadas, *Cucurbita ecuadorensis* e *C. foetidissima* mostraram-se altamente resistentes ao WMV-1 e WMV-2. Ambas espécies são muito promissoras por serem resistentes também ao vírus do pepino (CMV), apesar de se mostrarem suscetíveis ao vírus do mosaico da abóbora (SqMV). Os mesmos autores confirmaram que *C. ecuadorensis* hibridiza facilmente com *C. maxima*, que foi demonstrado anteriormente por WALL e WHITAKER, 1971.

GREBER e HERRINGTON (1980) assinalam que os híbridos entre *C. ecuadorensis* e *C. maxima* mostraram-se mais suscetíveis ao WMV-1 e WMV-2 em relação ao progenitor resistente. No entanto, os sintomas

foram moderados e ocorreram somente durante a fase inicial de crescimento. A reação de resistência do material segregante pareceu ser adequadamente resistente, indicando portanto, seu aproveitamento em programas de retrocruzamento com *C. máxima*. Por outro lado, as gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> deste cruzamento mostraram resistência à infecção sistêmica, quando inoculadas com CMV.

PROVVIDENTI (1982), procurando fontes de resistência ou tolerância a viroses, em introduções de *Cucurbita maxima*, relata que uma planta selecionada da introdução "Zapallito Redondo", proveniente do Uruguai, apresentou boa tolerância a isolados de WMV-1 e uma planta (PI 419081-1) de Pai-Yu (White Jade) da China apresentou boa resistência ao WMV-2.

SILVA e COSTA (1975), avaliando a resistência ao mosaico da melancia em cultivares de pepino (*Cucumis sativus* L.), encontraram que a cultivar "Formosa" mostrou-se resistente a vários isolados desse vírus, bem como a CMV. Cultivares americanas resistentes a CMV, testadas neste estudo, não foram resistentes ao WMV. Os autores recomendam a cultivar Formosa como uma fonte de resistência promissora para programas de melhoramento em pepino devido a suas características de valor comercial associadas com resistência do WMV-1.

SILVA e COSTA (1981), trabalhando em pepino avaliaram a resistência a WMV-1 em oito populações locais e 47 progênes de cultivar "Aodai", não encontraram diferenças quanto ao nível médio de resistência. Descobriram também que, nas plantas resistentes, ocorria multiplicação do vírus. Foram consideradas plantas resistentes aquelas que,

inoculadas, apresentavam leves sintomas de clorose foliar, com ausência de sintomas nos frutos e portanto sem prejuízos econômicos.

## 2.6. Tipos de Resistência

A caracterização genética das plantas tem um significativo efeito sobre a reação delas à infecção de um vírus específico. Assim existem diversas situações a serem consideradas com respeito à resistência que oferecem determinados hospedeiros. Tais situações ou reações são assinaladas por muitos autores como tipos de resistência.

As diferentes reações de resistência são classificadas basicamente como: imunidade, quando a planta não se torna infectada sob nenhuma circunstância; resistência à infecção, hipersensibilidade, onde os hospedeiros reagem com morte localizada de células no local da inoculação, sem permitir a disseminação do vírus e tolerância, quando o vírus se espalha amplamente através da planta, mas com sintomas leves e sem prejuízo (SMITH, 1974 e BAWDEN, 1964).

RUSSELL (1978) faz uma classificação mais detalhada dos diferentes tipos de resistência denominando-os de: imunidade, resistência à infecção; resistência à disseminação; resistência à multiplicação e tolerância. O mesmo autor caracteriza ainda três tipos diferentes de tolerância: (a) plantas infectadas sem sintomas mas com perdas significativas na produção; (b) plantas que desenvolvem sintomas iguais as plantas suscetíveis, porém com menor dano econômico; (c) plantas infectadas sem sintomas severos e que sofrem danos mínimos.

A reação de resistência à disseminação do vírus manifesta-se comumente com uma reação hipersensitiva, onde células infectadas morrem prematuramente. Tal reação proporciona uma efetiva resistência de campo e, em algumas circunstâncias, pode ser difícil distinguir entre verdadeira resistência e a reação hipersensitiva. Dentro de um grupo de plantas estreitamente relacionadas, algumas das quais são suscetíveis para um determinado vírus, o tipo resistência à infecção controlada geneticamente é mais comum que imunidade (MATTEWS, 1970).

Resistência à multiplicação de vírus pode ser confundida com tolerância em diversas combinações de hospedeiro-vírus mas, segundo a definição, elas são distinguidas pelas concentrações de vírus presentes nas plantas resistentes, as quais serão menores naquelas que apresentaram resistência à multiplicação (RUSSELL, 1978).

Convém ressaltar que além dos efeitos estéticos, a tolerância parece ser algumas vezes justificável num programa de melhoramento. Por exemplo, em *Lactuca sativa* L. existem variedades tolerantes ao mosaico da alface, cujas folhas não exibem o sintoma prejudicial de amarelamento, superando assim o problema da presença do vírus. Neste caso, poderia justificar a redução de produção. No entanto BAWDEN (1964) enfatizou que o uso de variedades tolerantes a vírus será um dano potencial, devido ao fato de que ela pode tornar-se uma importante fonte de infecção para outras espécies suscetíveis.

A tolerância como tipo de resistência é muito menos desejável que imunidade ou alto grau de resistência à infecção mas, em muitas culturas onde não têm sido achados estes dois tipos de resistência,

as variedades tolerantes constituem um material valioso para o melhorista de plantas interessado no controle genético de doenças. POSNETTE (1969) assinala que seria favorável o uso de tolerância nas seguintes condições: quando não tem sido encontrado material imune ou hipersensível; quando o vírus é espalhado rapidamente entre e dentro da cultura; e quando a fonte de inóculo do vírus encontra-se nos hospedeiros adjacentes e próximos à cultura.

Nas espécies de cucurbitáceas os mecanismos de resistência ao WMV prevalentes parecem ser de resistência à disseminação e do tipo tolerância. Assim, em melão a introdução PI 180280 manifesta hipersensibilidade ao ser inoculada com WMV (WEBB e SCOTT, 1965). Por outro lado, em pepino, as cultivares resistentes Formosa e Natsufushinari permitem a multiplicação do vírus, com ausência de sintomas nas folhas e frutos, SILVA (1977).

### 2.7. Modo de Herança em Cucurbitáceas

O modo de herança da resistência a WMV varia com a espécie de Cucurbitácea, assim como também com a cultivar ou variedade em estudo, segundo o relatado por vários autores.

Em pepino, SILVA (1977), avaliando o modo de herança a resistência a WMV-1, encontrou que na cultivar Formosa, resistente ao WMV-1, a resistência é devida a três pares de genes recessivos e com interação não alélica. Na cultivar "Natsufushinari" a resistência é devida a três pares de genes recessivos, mas não necessariamente alelos dos

genes para resistência da cultivar "Formosa". No entanto na cultivar Aodai, a qual apresentou em média 8,75% de plantas resistentes, o controle genético da resistência é de natureza poligênica.

TAKEDA e GILBERT (1975) estudaram a resistência ao WMV-2 em cultivares de pepino (*Cucumis sativus* L.). Determinaram através de uma série de gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e retrocruzamentos, que a resistência ao WMV-2 é controlada por dois genes recessivos.

Na introdução PI 29290 de *Cucumis metuliferus*, altamente resistente ao WMV-1, foi encontrado que ao se cruzá-la com a Acc.2459, suscetível, todas as plantas  $F_1$  foram resistentes e não foi recuperado o vírus a partir de folhas inoculadas. Na população  $F_2$  a segregação foi de 3 plantas resistentes para 1 suscetível. No retrocruzamento para o progenitor resistente, todas as plantas foram resistentes, e na população  $F_1$  do retrocruzamento para o progenitor suscetível, a segregação foi de 1:1. Todos estes resultados permitiram concluir que a resistência ao WMV-1 na introdução PI 292190 é governada por um simples gene dominante (PROVVIDENTI e ROBINSON, 1977).

Em *Cucumis melo* foram encontrados resultados semelhantes nas linhas B69F 14-7 e B69F, 5-4, derivadas do PI 180280 e resistentes ao WMV-1. Ao serem cruzadas com PMR-45, a qual desenvolvia sintomas moderados, mostraram que: as plantas  $F_1$  foram todas resistentes ao WMV-1. A população  $F_2$  segregou para 3 resistentes e 1 suscetível, demonstrando-se que a resistência nas duas linhas é governada por um simples gene dominante. As linhas mencionadas foram derivadas do cruzamento de PMR-45 e plantas resistentes de PI 800280 com três retrocruzamentos para PMR-45.

A natureza da resistência derivada de PI 180280 parece ser do tipo extremamente hipersensitiva, segundo as reações variáveis das progênes inoculadas com o WMV-1 (WEBB, 1979).

BOHN (1973) trabalhando em melhoramento de melões resistentes a viroses, incorporou resistência ao WMV-1 dentro de linhas melhoradas de PMR para 4, 5 e 6 retrocruzamentos sucessivos, selecionando resistência em cada geração, sendo que as linhas heterozigotas dos retrocruzamentos foram selecionadas massalmente durante seis gerações para as condições da Califórnia, EUA. O autor encontrou que a frequência gênica para resistência foi reduzida, mas a qualidade das plantas e dos frutos, melhorada. A alta frequência gênica para resistência foi restaurada por reciclagem das linhas e ensaios de resistência e intercruzamento entre elas. Posteriormente nos experimentos de campo, as plantas permaneceram verdes, vigorosas e com boa produção de frutos.

## 2.8. Implicação e Estimação de Parâmetros Genéticos

A natureza da variação contínua é muito complexa, não podendo ser, muitas vezes, definida com exatidão. Assim, a estrutura genética de caracteres quantitativos é determinada pela seleção natural e pela ação de alelos múltiplos, genes polímeros, genes de efeito principal mas genes modificadores e polígones. A existência de tal variabilidade aliada ao efeito pouco pronunciado de cada gene e ao grande efeito do meio ambiente, fizeram com que métodos estatísticos genéticos adequados fossem desenvolvidos.

O primeiro passo para o melhoramento genético envolvendo um caráter desejável é, na medida possível, o estudo da base genética do mesmo, e a determinação da variabilidade para que a seleção seja direcionada de maneira mais eficiente.

A estimação de parâmetros genéticos possibilita a obtenção de informações referentes a natureza da ação gênica envolvida na herança dos caracteres permitindo assim o melhor desempenho de novos enfoques no melhoramento de plantas (ROBINSON e COCKERHAM, 1965).

A expressão genotípica de um indivíduo é o resultado da soma de efeitos genéticos aditivos de dominância e epistáticos, sendo o efeito aditivo ou variância aditiva o que contribui plenamente para a resposta a seleção. Mesmo em qualquer seleção recorrente intrapopulacional, apenas a variância genética aditiva é a que importa, se ignoramos os efeitos epistáticos (VENCOVSKY, 1969).

O parâmetro populacional que reflete a correspondência entre o genótipo e o fenótipo para um determinado caráter é representado pela herdabilidade desse caráter. Segundo FALCONER (1960), HANSON (1963) DUDLEY e MOLL (1969) a herdabilidade pode ser definida de duas maneiras: no sentido amplo, como sendo a razão da variância genética pela variância total e no sentido restrito como sendo a razão da variância herdável (variância genética aditiva) pela variância total.

Segundo LONNQUIST (1965) o melhoramento de uma população por seleção depende da variação gênica aditiva que está presente. Portanto, o coeficiente de herdabilidade serve para orientação no melhoramento sobre a quantidade relativa de variação genética que é utilizável



no melhoramento (VENCOVSKY, 1969).

A herdabilidade tem valor primário como método de quantificar o conceito relativo de facilidade ou dificuldade de obter progresso por seleção em programas de melhoramento (HANSON, 1963). Assim caracteres que apresentem baixa herdabilidade seriam difíceis de ser modificados por seleção, em face da magnitude do efeito ambiental.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Local da Investigação

O presente estudo foi realizado sob condições de casa de vegetação e a nível de campo, nas instalações pertencentes ao Instituto de Genética, da ESALQ/USP, localizadas em Piracicaba, SP, latitude  $22^{\circ}42'30''S$ .

As condições climáticas imperantes durante a condução dos experimentos são apresentadas na Tabela 1.

#### 3.2. Isolamento do Vírus do Mosaico da Melancia Raça 1 (WMV-1)

A Tabela 2 apresenta os isolados coletados a partir de folhas ou frutos com sintomas de viroses de plantas de abobrinha ou abóbora em diferentes regiões do Estado de São Paulo. Os isolados foram mantidos em plantas de *Cucurbita pepo* var. melopepo cv. Caserta, por ser este suscetível a todas as viroses que afetam as Cucurbitáceas, infestando-as sistematicamente.

Tabela 1. Totais de precipitação pluviométricas (mm) e médias de insolação (Hor/Déc), umidade relativa (%), e temperaturas máxima, mínima e média ( $^{\circ}\text{C}$ ), ocorridos nos meses de Setembro a Dezembro (1983) e Janeiro (1984), na área da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. Fevereiro, 1984

A O	Meses	Insolação Hor/Déc.	Precipitação mm/Alt.	Umidade Relativa %	Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ )		
					Máx.	Mín. $^{\circ}\text{C}$	Média
983	Setembro	3,8	197,4	78,0	24,0	13,6	18,9
	Outubro	5,0	129,1	70,8	27,9	15,8	21,8
	Novembro	7,7	88,4	66,2	29,5	16,8	23,1
	Dezembro	4,5	161,4	77,6	29,4	18,8	24,1
1984	Janeiro	7,6	91,5	74,6	32,1	19,6	25,6

FONTE: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tabela 2. Relação dos isolados de mosaico de cucurbitáceas e suas respectivas origens

Isolado	Procedência	Hospedeiro
Is-1/ESALQ	Piracicaba, SP	<i>C. moschata</i> cv. Piramoita
Is-2/ESALQ	Piracicaba, SP	<i>C. moschata</i> cv. Piramoita
Is-1 Arujá	Arujá, SP	<i>C. moschata</i>
Is-1 Mogi	Mogi das Cruzes, SP	<i>C. pepo</i> cv. Caserta
Is-2 Mogi	Mogi das Cruzes, SP	<i>C. pepo</i> cv. Caserta
Is-1 AT	Atibaia, SP	<i>C. pepo</i> cv. Caserta
Is-2 AT	Atibaia, SP	<i>C. pepo</i> cv. Caserta

Para a identificação dos isolados utilizou-se o teste de hospedeiros diferenciais, selecionando-se aquelas espécies que, por diferença em reação a diferentes viroses, são relatadas por vários autores como manifestadoras de sintomas característicos. Na Tabela 3 sumarizou-se os resultados obtidos por vários autores, os quais serviram de base na identificação do WMV-1, durante a realização deste estudo.

Tabela 3. Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na identificação do vírus da melancia raça 1 (WMV-1)

Hospedeiro	TRSV	WMV <sub>1</sub>	WMV <sub>2</sub>	SMV	SMV
<i>Nicotiana tabacum</i>	M	0	0	0	Ms
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	LL,Ms	0	LL	0	LL
<i>Phaseolus vulgaris</i> "Black Turtle"	LL,M,N,r	0	Mn	0	LL
<i>Citrulus vulgaris</i> Charleston Gray	Ms	Ms	Ms	0 <sup>+</sup>	LL,M,En
<i>Vigna sinensis</i>	LL,Ms	0	0,LL	0	LL <sup>+</sup>
<i>Cucurbita pepo</i> cv. Caserta	Mm,r	Ms	Mm,En	LL,M,En	LL,M,En
<i>Cucurbita ecuadorensis</i>	Ms,m	0	0	Ms	LL

0 = sem sintomas;

M = mosaico sistêmico;

LL = lesão local;

N = necroses;

+ = algumas estirpes pouco comuns causam mosaico;

s = severo;

m = moderado;

sm = suave;

r = recupera para sintomas iniciais;

En = Enfezamento

FONTES: WEBB e SCOTT, 1965; LASTRA, 1968; MILNE e GROGAN, 1969; MILNE *et alii*, 1969; PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970; QUIOT *et alii*, 1971; PROVVIDENTI *et alii*, 1978; KOMN e AGRIOS, 1978; PEÑA IGLESIAS e AYUSO-GONZALEZ, 1973.

### 3.3. Obtenção de Plantas para Utilização nos Diferentes Experimentos

#### 3.3.1. A nível de casa de vegetação

Hospedeiros diferenciais: Para obtenção de plantas de hospedeiros diferenciais foram utilizados vasos de aproximadamente 20 cm de diâmetro, contendo duas a três plantas por vaso. A inoculação das mesmas foi feita na fase cotiledonar, exceto para *Chenopodium amaranticolor* e fumo (*Nicotiana tabacum*), que foram inoculadas na quarta folha verdadeira.

Para a obtenção de plantas para estudos de herança e, triagem de fontes de resistência, devido ao maior número de plantas necessárias, procedeu-se a semeadura de 10 sementes por linhas espaçadas de 20 cm, em canteiros previamente preparados.

#### 3.3.2. A nível de campo

Para o teste de populações e progênies de meios irmãos no campo, utilizaram-se 10 sementes por metro linear e com fileiras espaçadas 2 metros entre si, plantadas em campos isolados para a cultura de cucurbitáceas.

### 3.4. Teste de Patogenicidade

Após a identificação dos diferentes isolados segundo a reação em hospedeiros diferenciais, foram selecionados os dois isolados que apresentavam maior agressividade expressa pela manifestação de sintomas mais precocemente. Os mesmos foram inoculados em diferentes espécies de cucurbitáceas, com o propósito de se escolher aquele que induzisse os

sintomas de mosaico o mais cedo possível, de modo que pudesse ser utilizado para uma discriminação precoce do material resistente e suscetível.

Em continuação, apresentam-se as cultivares das diferentes espécies de cucurbitáceas testadas.

*C. pepo* var. Melopepo cv. Caserta

*C. pepo* cv. Marvella

*C. pepo* cv. Ovifera

*C. pepo* White Bush

*C. máxima* Moranga Coroa. BGH-947

*C. máxima* cv. Moranga Exposição

*C. máxima* cv. Zapallo de Tronco

*C. moschata* cv. Menina Brasileira

*C. moschata* Abóbora Seca

*C. ecuadorensis*

A avaliação foi feita com base na manifestação de sintomas severos de mosaico ou deformação nas folhas verdadeiras. Escolheu-se o isolado Is-2 Mogi, que induziu a formação de sintomas severos de mosaico de maneira mais precoce, que foi, portanto, considerado o isolado mais agressivo.

### 3.5. Preparo de Inóculo e Técnica de Inoculação

O isolado Is-2 Mogi, escolhido para estudar a reação de resistência de *C. máxima*, foi mantido em plantas de *C. pepo* cv. Caserta, utilizada durante todo o estudo como padrão de suscetibilidade.

O inóculo do vírus foi preparado macerando-se folhas jovens de *C. pepo* cv. Caserta, com sintomas severos de mosaico e deformação, numa solução tampão de fosfato buffer (Gomori) 0,1M-pH7<sup>1/</sup>. A diluição do macerado foi de 1 g (peso fresco) de folhas com sintomas, em 10 ml de solução tampão.

A inoculação foi mecânica, em plantas em estágio cotiledonar, utilizando-se inicialmente carborundun de grana 180. Posteriormente, nos experimentos de reação resistência de populações e progênes de meios irmãos, foi utilizada na inoculação de plantas uma técnica empregando-se: escova de dentes previamente mergulhada na solução viral, segundo o relatado por Takahashi (1947) e Yarwood (1952), citados por SMITH (1960).

Cabe ser mencionado, que tal técnica foi testada previamente em plantas do padrão de suscetibilidade comparada com a técnica tradicional, não mostrando nenhuma diferença quanto à infecção do material. Nas duas técnicas, as plantas mostraram sintomas de deformação a partir da quarta folha verdadeira, em 100% das plantas testadas.

Para observar a eficiência da inoculação natural no campo, foram inoculadas plantas dentro de cada parcela, somente com solução tampão. A grande maioria destas plantas testemunhas apresentaram-se com sintomas por ocasião da avaliação demonstrando a efetividade da inoculação

---

<sup>1/</sup> Para se obter a solução tampão de fosfato buffer (Gomori), foram preparadas duas soluções estoques: a primeira com fosfato de sódio monobásico ( $\text{NaHPO}_4$ ) a 13,8 g/l e a segunda com fosfato de sódio dibásico ( $\text{Na}_2\text{PO}_4$ ) a 14,2 g/l. Misturando-se as duas soluções estoques na proporção ( $\text{NaHPO}_4$ :  $2\text{Na}_2\text{PO}_4$ ), obtem-se a solução tampão com Ph 7,0, aproximadamente. Além disso, também é adicionado um redutor, o Bissulfito de Sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ), na base de 0,19 g/100 ml de solução, para reagir com possíveis substâncias inibidoras.



natural. Além disso, intercalaram-se parcelas da cultivar Caserta (*C. pepo* var. *melopepo*) inoculadas com WMV-1, que serviram como fonte de inóculo para determinação natural e, assim, através de vetores, garantir a máxima inoculação de WMV-1 no campo.

### 3.6. Critérios de Avaliação para a Reação de *C. máxima* ao WMV-1

A avaliação da reação de *C. máxima* ao WMV-1 foi efetuada aproximadamente um mês após a inoculação das plantas. Resultados de experimentos preliminares, permitiram constatar que o material poderia ser discriminado satisfatoriamente, durante este período. Em avaliações posteriores a esta data, poucas plantas mostraram-se suscetíveis. Por outro lado, quatro semanas após a inoculação, a espécie *C. pepo* cv. Caserta, utilizada como padrão de suscetibilidade, apresentava 100% de plantas com sintomas de deformação nas folhas,

As plantas com ausência de sintomas ou mostrando mosaico leve nas folhas foram classificadas como resistentes em todos os experimentos. Em plantas com sintomas de mosaico forte, foram consideradas o número de folhas nas quais apresentava-se o sintoma mais severo.

Os resultados da avaliação foram agrupados em diferentes categorias utilizando-se a seguinte escala de valores: (Ver Figuras 1 e 2, Apêndice).

Nota	Sintomas
1	Ausência de sintomas de mosaico nas folhas
2	Sintomas leves de mosaico
3	Sintomas fortes de mosaico até 7 <sup>a</sup> folha
4	Sintomas fortes de mosaico a partir da 8 <sup>a</sup> folha
5	Sintomas de deformação de folhas e caule

Nos estudos de seleção de fontes de resistência, reação de populações e avaliação de progênies de meios irmãos, a reação de resistência ao WMV-1 foi expressa em nível médio de resistência, como indicado por SILVA (1977), para avaliar a resistência ao WMV-1 em pepino, e também pela porcentagem de plantas resistentes por parcela. Considerou-se como resistentes, plantas sem sintomas ou com mosaico leve (nota 1 e 2).

O nível médio de resistência foi expresso pela fórmula abaixo.

$$X = \frac{X_1 \cdot 1 + X_2 \cdot 2 + X_3 \cdot 3 + X_4 \cdot 4 + X_5 \cdot 5}{N}$$

onde:

$X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$  = número de plantas classificadas com nota 1; 2; 3; 4; 5, respectivamente

$N$  = número total de plantas avaliadas.

Para o estudo de modo de herança, segundo avaliação qualitativa, foram consideradas o número de plantas resistentes (nota 1 e 2) e plantas suscetíveis (nota 3; 4 e 5).

### 3.7. Procedência ou Origem do Material Testado

#### 3.7.1. Estudo da reação de resistência ao WMV-1 de introduções, cultivares ou híbridos de *C. máxima*

Para a seleção de fontes de resistência ao WMV-1 foram avaliadas dezenove introduções, cultivares e híbridos de *C. máxima*, pertencentes à coleção do Setor de Hortaliças do Instituto de Genética, ESALQ/USP. O material testado, assim como sua procedência ou origem, constam da Tabela 4.

#### 3.7.2. Origem das populações e progênies de meios irmãos de *C. máxima* avaliadas

Originalmente foram cruzadas as cultivares Esmeralda (suscetível) com Coroa (resistente), obtendo-se as gerações  $F_1$  e  $F_2$ . Logo após, a geração  $F_2$  deste cruzamento foi intercruzada com a cultivar suscetível Zapallo de Tronco. As gerações resultantes deste cruzamento foram consideradas como gerações de retrocruzamento, uma vez que as cultivares Esmeralda e Zapallo de Tronco são similares quanto a suscetibilidade ao WMV-1 e hábito de crescimento tipo moita. Assim, as gerações foram denominadas:  $F_1RC_1$ ;  $F_2RC_1$ ;  $F_3RC_1$ ;  $F_4RC_1$  e  $F_5RC_1$ .

Dentro de cada geração, selecionaram-se progênies de meios irmãos com características de hábito de crescimento tipo moita e frutificação precoce. Não houve seleção para reação de resistência ao WMV-1.

Tabela 4. Denominação e procedência das introduções, cultivares e híbridos de *C. maxima* e *C. ecuadorensis*, avaliados para reação de resistência ao WMV-1

Código InG ESALQ	Denominação	Procedência
A-83-1	BGH-4862	U.F.V.Viçosa, M.G., Brasil
A-83-2	BHG-4429	U.F.V.Viçosa, M.G., Brasil
A-83-3	Moranga	U.F.V.Viçosa, M.G., Brasil
A-83-5	Moranga	Caxias do Sul RS, Brasil
A-83-6	Jerimum Caboclo	Ceará, Brasil
A-83-9	Híbrido ( <i>C.maxima</i> x <i>C.maxima</i> ) x <i>C.moschata</i>	Japão
A-83-16	Híbrido TETSUKABUTO	Japão
A-83-18	Moranga	Piracicaba, SP, Brasil
A-83-22	Moranga	Piracicaba, SP, Brasil
A-83-24	Moranga Bonato	Piracicaba, SP, Brasil
A-83-25	Moranga Japonesa	Japão
A-83-26	Moranga	Piracicaba, SP, Brasil
A-83-27	Moranga	M.G., Brasil
A-83-28	Zapallo de Tronco	Argentina
A-83-29	Abóbora de Tronco	Argentina
A-83-149	Moranga	Montes Claros, MG, Brasil
A-83-150	Moranga	Mogi das Cruzes, SP, Brasil
A-83-151	BGH-947	U.F.V.Viçosa, M.G., Brasil
A-83-152	BGH-4104	U.V.F.Viçosa, M.G., Brasil
A-83-148	<i>C. ecuadorensis</i>	Equador

A Figura 3, esquematiza, resumidamente, o processo seguido na obtenção de populações e progênies de meios irmãos da espécie *C. máxima*, testados neste estudo para avaliar a resistência ao WMV-1.

*C. máxima* cv. Esmeralda x cv. Coroa

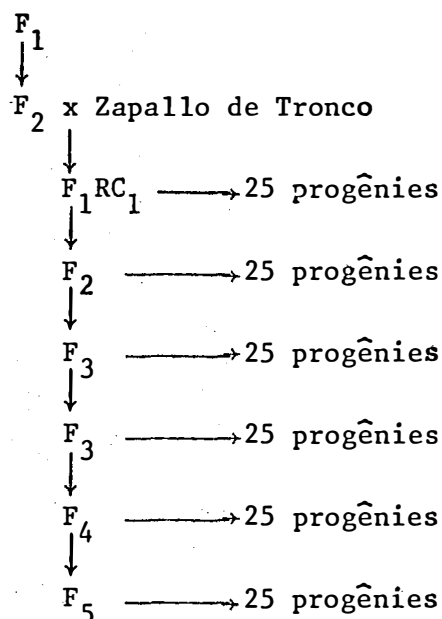


Figura 3. Esquema do procedimento seguido para a obtenção de populações e progênies de meios irmãos avaliados para a reação de resistência ao WMV-1 em *C. máxima*.

### 3.7.3. Gerações segregantes para estudos de herança da resistência ao WMV-1 em *C. máxima*

A cultivar Esmeralda, suscetível ao WMV-1, foi cruzada com as cultivares resistentes BGH 947 e BGH 4104. As gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e retrocruzamento para o progenitor resistente, foram avaliadas qualitativa-

mente para resistência ao WMV-1, considerando somente plantas resistentes (notas 1 e 2) e suscetíveis (notas 3; 4 e 5).

### Análise dos experimentos e estimativa dos parâmetros genéticos

Nas análises de variância foram utilizados os dados de nível médio de resistência, transformados em  $\sqrt{x+0,5}$ , segundo o procedimento de SNEDECOR e COCHRAN (1973).

A análise de variância seguiu a metodologia de STEEL e TORRIE (1960).

Para a análise genética dos dados de herança a resistência ao WMV-1, utilizou-se o teste de  $X^2$ . De igual maneira, este teste foi aplicado para testar a homogeneidade das populações utilizando-se tabelas de contingência 2 x n e 2 x 2, de acordo com PIMENTEL GOMES (1978).

### Métodos Genético-Estatísticos

Para o estudo quantitativo da reação de resistência ao WMV-1 foram avaliadas 25 progênies de meios irmãos para cada uma das cinco populações. As análises de variância foram realizadas com médias de parcelas, obedecendo ao delineamento de blocos casualizados com observações dentro de parcelas, empregando-se o seguinte modelo matemático, utilizado por GERALDI (1977) e PAIVA (1980), para a estimação de parâmetros genéticos:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + r_j + b_{jk} + e_{ijk} + d_{ijkl}, \text{ onde}$$

tem-se:

$Y_{ijkl}$ : observação no indivíduo  $l$ , da progênie  $i$ , no bloco  $k$ , dentro da repetição  $j$ ;

$\mu$  : média geral;

$P_i$  : efeito aleatório do tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, s$ );

$r_j$  : efeito aleatório da repetição  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, r$ );

$b_{jk}$  : efeito aleatório do bloco  $k$ , dentro da repetição  $j$ ;

$e_{ijk}$  : efeito aleatório relativo ao erro intra bloco  $ijk$ ;

$d_{ijkl}$ : efeito aleatório relativo ao erro dentro da parcela  $ijk$ , associado ao indivíduo  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, n$ ).

Considerando-se o modelo utilizado como sendo aleatório, isto é, com excessão da média todos os efeitos são considerados aleatórios, temos as seguintes esperanças matemáticas (E):

$$E(p_i) = E(r_j) = E(b_{ijk}) = E(e_{ijk}) = E(d_{ijkl}) = 0$$

$$E(p_i^2) = \sigma_p^2; E(r_j^2) = \sigma_r^2; E(e_{ijk}^2) = \sigma_e^2; E(d_{ijkl}^2) = \sigma_d^2;$$

sendo:

$\sigma_p^2$  : variância genética entre progênies;

$\sigma_r^2$  : variância ambiental entre populações;

$\sigma_e^2$  : variância do erro ambiental intra blocos;

$\sigma_d^2$  : variância fenotípica entre plantas dentro de progênies

Os quadrados médios dentro de progênies ( $\overline{QM}_d$ ) foram obtidos independentemente, através das médias das estimativas das variâncias individuais dentro de parcelas, ponderadas pelos graus de liberdade, ou seja:

$$\overline{QM}_d = \frac{\sum_{ij} (gl)_{ij} (QM_d)_{ij}}{\sum_{ij} (gl)_{ij}} = \frac{\sum_{ij} (SQ_d)_{ij}}{\sum_{ij} (gl)_{ij}}$$

sendo:

$\overline{QM}_d$  : quadrado médio dentro de cada parcela;

$SQ_d$  : soma de quadrados dentro de cada parcela;

$gl$  : número de graus de liberdade dentro de cada parcela

Por outro lado, devido à existência de um número variável de plantas por parcela, o valor de "K" foi calculado com base na média harmônica, expressa na seguinte fórmula:

$$\frac{1}{\bar{K}} = \frac{1}{r \cdot n} \left( \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n} \right)$$

onde:

$\bar{K}$  = média harmônica do número de plantas por parcela

$r$  = número de repetições

$n$  = número de progênies

$K_i$  = número de plantas em cada parcela

Na Tabela 5 são apresentadas as esperanças dos quadrados médios, ao nível de progênie e ao nível de plantas. Seguindo-se a metodologia apresentada por VENCOSKY (1969), as estimativas da variância genética entre progênies ( $\hat{\sigma}_p^2$ ), da variância do erro ambiental entre parcelas ( $\hat{\sigma}_e^2$ ) e da variância fenotípica dentro de progênie ( $\hat{\sigma}_p^2$ ), foram obtidas ao nível de plantas, para cada caráter, separadamente, a partir dos quadrados médios, conforme representação a seguir:



$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_3$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = (Q_2 - \frac{Q_3}{n})$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = (Q_1 - Q_2)/r$$

Continuando com a mesma metodologia, as estimativas da variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ ), da variância fenotípica entre plantas ( $\hat{\sigma}_F^2$ ), da variância fenotípica entre médias de progênes ( $\hat{\sigma}_F^2$ ) e dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, ao nível de plantas e de médias de parcela ( $\hat{h}_1^2$  e  $\hat{h}_2^2$ , respectivamente) foram obtidos da seguinte maneira:

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \hat{\sigma}_p^2$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2/r + \hat{\sigma}_d^2/nr = Q_1/nr$$

$$\hat{h}_1^2 = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_F^2$$

$$\hat{h}_2^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2$$

O coeficiente de variação genética (c. v. gen.%) para cada população foi calculado da seguinte forma:

$$cv \text{ gen } \% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{X}} \times 100$$

onde:

$\bar{X}$  = média da reação de resistência da população

Tabela 5. Esperanças matemáticas dos quadrados médios  $[E(QM)]$ , obtidas nas análises de variância" segundo o delineamento em blocos casualizados ao nível de médias de progênies e ao nível de plantas individuais. Moranga

F.V.	G.L.	Ao nível de médias		Ao nível de plantas		F
		Q.M.	$E(Q.M.)$	Q.M.	$E(Q.M.)$	
Repetições	-	-	-	-	-	-
Progênies	24	$Q_1$	$\sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	$Q_1 = Q_1'$	$\frac{1}{K}\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	$Q_1/Q_2$
Erro	24	$Q_2'$	$\sigma_e^2$	$Q_2 = Q_2'$	$\frac{1}{K}\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	$Q_2/Q_3$
Dentro	-	-	-	$Q_3$	$\sigma_d^2$	-

\* - Somas de quadrados obtidas com médias de parcelas, exceto SQ (Dentro), obtida com dados de plantas individuais;

$Q_1'$  e  $Q_1$  quadrado médio entre progênies (ajustado para blocos), ao nível de parcelas e de plantas, respectivamente;

$Q_2'$  e  $Q_2$  quadrado médio do erro entre parcelas, ao nível de médias e de plantas respectivamente,

$Q_3$  quadrado médio dentro de progênies, ao nível de plantas;

$\sigma_p^2$  e  $\sigma_p^2$  variância genética entre progênies ao nível de média de parcela e de plantas, respectivamente;

$\sigma_e^2$  e  $\sigma_e^2$  variância do erro ambiental entre parcelas, ao nível de médias e de plantas, respectivamente;

$\sigma_d^2$  variância fenotípica entre plantas dentro de progênies;

r número de repetições;

K número de plantas por parcela

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Caracterização e Identificação de Raças de Mosaico da Melancia, Raça 1

###### 4.1.1. Identificação dos isolados

Como se pode observar na Tabela 6, a virose predominante nos isolados coletados, foi Mosaico da Melancia raça 1. Identificou-se por meio de hospedeiros diferenciais, cinco isolados de WMV-1 e somente dois foram identificados como sendo possivelmente WMV-2. A predominância da raça 1 do vírus do mosaico da melancia nos diferentes isolados coletados nas regiões de São Paulo, concorda com os resultados obtidos por COSTA *et alii* (1972) e SILVA (1977).

MILNE *et alii* (1969) e PROVVIDENTI e SCHROEDER (1970) apontam que, a predominância de WMV-1 numa região agrícola, vai depender principalmente da presença de espécies de Cucurbitáceas, que constituem o hospedeiro restrito do WMV-1.

Tabela 6. Reação de hospedeiros diferenciais a sete isolados de vírus de cucurbitáceas e respectiva identificação de WMV-1. Piracicaba, SP

Hospedeiros diferenciais	Isolados						
	Is-1 ESALQ	Is-2 ESALQ	Is-1 Aruja	Is-1 Mogi	Is-2 Mogi	Is-1 AT	Is-2 AT
<i>Citrullus vulgaris</i> cv. "Charleston Gray"	+	+	+	+	+	-	-
<i>Cucurbita pepo</i> cv. "Caserta"			+	+	+	+	+
<i>Vigna sinensis</i> testador WMV raça 1 e 2			+	-	+	-	-
<i>Nicotiana tabacum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cucurbita ecuadorensis</i>				-	-	-	-
<i>Luffa</i> sp	-	-					
<i>Phaseolus vulgaris</i> cv. "Black Turtle"	-	-					
	WMV-1	WMV-1	WMV-2	WMV-1	WMV-2	WMV-1	WMV-1

+ = mosaico

- = ausência de sintomas

No Brasil existem espécies selvagens de cucurbitáceas, amplamente disseminadas em regiões produtoras de abóbora. Estas espécies podem ser uma das causas da grande predominância do WMV-1 nas áreas cultivadas. Convem destacar, que o WMV-2, possui uma gama de hospedeiros maior, pois além de Cucurbitáceas, podem infectar espécies da família Leguminosae.

Foi observada variabilidade no grau de agressividade nos diferentes isolados de WMV-1 expressa na manifestação precoce de sintomas de mosaico severo e deformação de folhas. Destacam-se entre eles, os isolados Is-2 Mogi e Is-2 AT coletados nas regiões de Mogi das Cruzes e Atibaia, respectivamente. Isso poderia ser explicado pela existência de cultivo de pepino e abobrinha e da ocorrência endêmica de cucurbitáceas selvagens hospedeiras. Assim, existe uma contínua seleção para maior agressividade, em decorrência de hospedeiros suscetíveis como a abobrinha cv Caserta (*C. pepo*), amplamente cultivada nas regiões de Mogi das Cruzes e Atibaia.

Os isolados Is-1 ESALQ e Is-2 ESALQ, coletados em Piracicaba na cultivar Piramoita, tolerante ao WMV-1<sup>1/</sup>, manifestaram menor severidade de sintomas. Acredita-se que, isolados de WMV-1 obtidos em hospedeiros resistentes ou tolerantes, com sintomas moderados, como aconteceu com cv. Piramoita, manifestem sintomas menos severos, em relação a severidade mostrada por isolados provenientes de material suscetível. A manifestação de maior agressividade do WMV-1 obtidos em hospedeiros suscetíveis, poderia ser explicado pela não ocorrência de uma seleção

---

<sup>1/</sup> Comunicação Pessoal. Dr. Cyro P. da Costa. Prof. Adjunto. Melhoramento de Hortaliças, ESALQ/USP, Piracicaba.

antagônica como no caso de hospedeiros tolerantes com sintomas moderados.

#### 4.1.2. Patogenicidade de isolados do Mosaico da Melancia raça 1 em diferentes espécies Cucurbitáceas

A reação de diferentes espécies de Cucurbitáceas com relação à patogenicidade de dois isolados selecionados, são mostrados na Tabela 7. O isolado Is-2 Mogi destaca-se por ser mais patogênico ao exibir sintomas de mosaico com maior precocidade. Na espécie *Cucurbita pepo* a cv. Caserta, utilizada como padrão de suscetibilidade durante os experimentos, bem como a cv. Marvella, mostraram sintomas a partir da segunda e a quarta folha verdadeira. Contrariamente a cv. Ovifera, também considerada como suscetível, mostrou um retardamento na manifestação dos sintomas e somente quatro semanas após a inoculação, as plantas apresentaram sintomas de mosaico severo.

Na espécie *C. moschata* confirmou-se o nível moderado de resistência da cv. Menina Brasileira indicada por COSTA (1974), observando-se uma variação na reação, dependendo do isolado utilizado no teste. A mesma mostrou-se resistente quando foi testada com o Isolado Is-2 Mogi.

Dentro da espécie *C. maxima*, a cv. BGH-947 mostrou-se resistente ao WMV-1, apresentando 100% de plantas sem sintomas. Do mesmo modo, a espécie *C. ecuadorensis*, assinalada por PROVVIDENTI *et alii* (1978), como imune, foi 100% resistente ao vírus.

Tabela 7. Reação de diferentes espécies de cucurbitáceas com relação à agressividade de dois isolados de WMV-1 expressa em % de plantas com sintomas nas folhas verdadeiras. Piracicaba, SP, 1983

Espécie e cultivares	% de plantas com sintomas de mosaico											
	Isolado: Is-2 AT					Isolado: Is-2 Mogi						
	20a/	30	40	50	60	s/s	20	30	40	50	60	s/s
<i>Cucurbita pepo</i> cv. "Ca serta"	-	18,2	63,6	18,2	-	-	11,1	77,8	11,1	-	-	-
<i>C. pepo</i> cv. "ovifera"	-	50,0	50,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	-	-
<i>C. pepo</i> cv. "Marvella"	11,1	55,5	22,2	11,1	-	-	14,3	85,7	-	-	-	-
<i>C. pepo</i> cv. "White Bush"	-	-	40,0	20,0	20,0	20,0	12,5	25,0	37,5	-	-	25,0
<i>C. maxima</i> cv. "Exposição"	-	-	14,3	42,8	-	42,8	-	38,5	15,4	-	-	46,1
<i>C. maxima</i> cv. "Moranga Coroa BGH-947"	-	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	100,0
<i>C. maxima</i> cv. "Zapallo de Tronco"	-	71,4	28,6	-	-	-	-	22,3	77,7	-	-	-
<i>C. moschata</i> cv. "Menina Brasileira"	-	-	-	-	-	100,0	-	-	33,3	11,1	-	55,5
<i>C. moschata</i> cv. "Abóbora Seca"	-	-	-	20,0	-	80,0	-	-	25,0	-	-	75,0
<i>C. ecuadorensis</i>	-	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	100,0

a/ 20, 30, 40, 50 e 60 = Número de folha verdadeira com sintoma de mosaico severo

s/s = Folhas sem sintomas de mosaico até quatro (4) semanas após a inoculação.

Indiferentemente da espécie de Cucurbitácea utilizada, o isolado Is-2 Mogi causou, sintomas de mosaicos e deformação das folhas principalmente na terceira e quarta folha verdadeira, nas espécies e/ou cultivares relatadas segundo a literatura, como suscetíveis. Os mesmos sintomas manifestaram-se na quarta e quinta folha para o Isolado Is-2AT. Com base nestes resultados, optou-se pelo isolado Is-2 Mogi para os trabalhos posteriores de avaliação de resistência para discriminar de maneira precoce, variedades resistentes e suscetíveis, principalmente em estudos da herança da resistência *C. máxima* ao WMV-1.

Sob o ponto de vista de seleção e estudo de modo de herança, nem sempre é desejável a utilização de isolados com maior agressividade, que podem causar danos severos e, desse modo eliminar indiscriminadamente materiais que possuam resistência moderada. Nas condições do presente trabalho, foi selecionado o isolado mais agressivo, uma vez que isolados mais fracos, utilizados inicialmente, não permitiram a discriminação de material resistente e suscetível a nível foliar. Convém ressaltar que, em Moranga (*C. máxima*), devido ao hábito de consumo como fruto maduro, sintomas de mosaico neste nível teriam uma importância secundária. No entanto, deformação de folhas e caule e, sintomas de mosaico severo, impedem o desenvolvimento total da planta, reduzindo consideravelmente sua produção.



## 4.2. Determinação de Fontes e Mecanismos de Resistência ao WMV-1 em

### C. maxima

#### 4.2.1. Fontes de resistência

As dezenove cultivares, introduções e híbridos de *C. maxima* foram avaliadas para a reação de resistência a WMV-1, quantitativa e qualitativamente em duas triagens conforme consta da Tabela 8.

Os resultados obtidos permitiram separar o material avaliado em dois grupos:

Grupo Resistente		Grupo Suscetível	
A-83-6	Jerimum Caboclo	A-83-1	BGH 4862
A-83-24	Moranga Bonato	A-83-2	BGH 4429
A-83-26	Moranga	A-83-3	Moranga
A-83-27	Moranga M.G.	A-83-5	Moranga Caxias do Sul
A-83-151	BGH-947	A-83-9	Híbrido Japonês
A-83-152	BGH-4104	A-83-16	Híbrido Tetsukabuto
		A-83-18	Squash Gold Nugget
		A-83-22	Moranga
		A-83-25	Moranga Japonesa
		A-83-28	Zapallo de Tronco
		A-83-149	Moranga
		A-83-150	Moranga

Tabela 8. Avaliação da reação de resistência de *C. máxima* e *C. ecuadorensis* ao WMV-1 expresso sob aspectos qualitativo (R; S) e quantitativo em termos de nível médio de resistência. Piracicaba, SP. 1983

População	Nível de resistência					
	1ª Triagem		2ª Triagem			
	Quantitativo <sup>a/</sup>	Qualitativo <sup>b/</sup>	Quantitativo	Qualitativo		
A-83-1	BGH-4862	3.125	S	2.18	S	sem sementes
A-83-2	BGH-4429	3.06	S	-	-	
A-83-3	Moranga	2.83	S	2.16	S	
A-83-5	Moranga Caxias do Sul	4.57	S	-	-	sem sementes
A-83-6	Jerimum Caboclo	1.50	R	-	-	sem sementes
A-83-9	Híbrido Japonês ( <i>C. máxima</i> x <i>C. máxima</i> ) x <i>C. moschata</i>	3.00	S	4.65	S	
A-83-16	TETSUKABUTO	4.00	S	4.95	S	
A-83-18	Squash Gold Nugget	1.40	R	2.40	S	
A-83-22	Moranga	4.125	S	4.75	S	
A-83-24	Moranga Bonato	3.14	S	1.06	R	
A-83-25	Moranga Japonesa	3.28	S	2.42	S	
A-83-26	Moranga	3.00	S	1.85	R	
A-83-27	Moranga M.G.	2.125	S	1.90	R	
A-83-28	Zapallo de Tronco	4.375	S	-	-	sem sementes
A-83-29	Abóbora de Tronco	3.857	S	-	-	sem sementes
A-83-149	Moranga	2.142	S	-	-	sem sementes
A-83-150	Moranga	3.00	S	2.06	S	
A-83-151	BGH-947	"	-	1.69	R	
A-83-152	BGH-4104	-	-	1.79	R	
A-83-148	<i>C. ecuadorensis</i>	1.0	R	1.00	R	

a/ = Média obtida a partir da fórmula:  $\frac{n_1x_1 + n_2x_2 + n_3x_3 + n_4x_4 + n_5x_5}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}$ , onde:  $n_1$  = número de plantas sem sintomas(1);  $n_2$  = número de plantas com mosaico leve (2);  $n_3$  = número de plantas com mosaico forte após 7ª folha (3);  $n_4$  = número de plantas com mosaico forte até 7ª folha; e  $n_5$  = número de plantas/parcela.

b/ = Resistente = Plantas sem sintomas ou com mosaico leve (1,2); S = suscetível = plantas com deformação nas folhas e caule (5).

As introduções A-83-24, A-83-26 e A-83-27 que numa primeira triagem apresentaram-se como suscetível, foram classificadas posteriormente como resistentes por mostrar níveis de resistência de 1,06; 1,85 e 1,90, respectivamente. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que no primeiro experimento utilizou-se somente 10 plantas por parcela, o que pode ser considerado uma amostra não representativa dessa população.

As cultivares da espécie *C. máxima* BGH 947 e BGH 4104, assim como também a espécie *C. ecuadorensis*, utilizada como padrão de resistência, mostraram os maiores níveis de resistência, apresentando 100% e 95% de plantas resistentes respectivamente (Tabela 9). As fontes de resistência de *C. máxima* mostram-se muito promissoras para sua utilização no intercruzamento com cultivares suscetíveis de amplo valor comercial. Além disso, no tocante à *C. ecuadorensis*, esta apresenta-se com boas perspectivas por ser, resistente também à raça 2 do vírus do mosaico da Melancia (WMV-2) e ao vírus do pepino (CMV) segundo o assinalado por PROVVIDENTI *et alii* (1978). Os mesmos autores confirmam a fácil hibridação de tal espécie com *C. máxima*.

Em geral a avaliação da reação de introduções, cultivares e híbridos de *C. máxima* ao WMV-1, exibiu uma ampla gama de variabilidade, tendo grande valor como fontes de resistência que poderiam ser utilizadas na incorporação de resistência ao WMV-1 em cultivares nacionais importantes.

Tabela 9. Porcentagem de plantas resistentes ao WMV-1 em duas triagens de introduções, cultivares e híbridos de *C. máxima* e *C. ecuadorensis*. Piracicaba, SP. 1983.

Código Inst.G.ESALQ	População	Porcentagem de Plantas Resistentes <sup>a/</sup>	
		1 <sup>a</sup> Triagem	2 <sup>a</sup> Triagem
A-83-1	BGH-4862	37.5	68.18
A-83-2	BGH-4429	14.2	
A-83-3	Moranga	50.0	79.06
A-83-5	Moranga Caixas do Sul	14.28	
A-83-6	Jerimum Caboclo	75.00	
A-83-9	Híbrido Japonês: ( <i>C. máxima</i> x <i>C. máxima</i> ) x <i>C. moschata</i>		28.13
A-83-16	Híbrido TETSUKABUTO	20.00	25.00
A-83-18	Squash Gold Nugget	83.00	72.72
A-83-22	Moranga	12.50	31.25
A-83-24	Moranga Bonato	28.50	100.00
A-83-25	Moranga Japonesa	28.50	71.05
A-83-26	Moranga	33.30	82.14
A-83-27	Moranga M.G.	62.50	76.19
A-83-28	Zapallo de Tronco	0.00	-
A-83-29	Abóbora de Tronco	14.28	-
A-83-149	Moranga	28.50	-
A-83-150	Moranga	57.14	73.33
A-83-151	BGH-947		100.00
A-83-152	BGH-4104		95.00
A-83-48	<i>C. ecuadorensis</i>	100.00	100.00

Resistentes = Plantas com ausência de sintomas ou com mosaico leve nas folhas.

Deve-se salientar que o híbrido japonês TETSUKABUTO, mostrou-se altamente suscetível nas duas triagens realizadas, apresentando níveis de resistência de 4,00 e 4,95, respectivamente. Estes resultados são importantes já que tal híbrido é um dos mais cultivados e de grande valor comercial.

#### 4.2.2. Tipos de resistência

Plantas consideradas como resistentes, que não apresentavam nenhum sintoma, foram retroinoculadas em *C. pepo* cv. Caserta (padrão de suscetibilidade) para se observar a presença do vírus e também para se determinar quais os tipos de resistência envolvidos.

Através dos dados da Tabela 10 pode-se observar que o tipo de resistência ao WMV-1, predominante em *C. máxima* é de tolerância, já que o vírus foi recuperado novamente em plantas de *C. pepo* cv. Caserta, inoculadas inicialmente com macerado de plantas aparentemente sem sintomas de mosaico. Já na espécie *C. ecuadorensis*, a sintomatologia no padrão suscetível foi mostrada tardiamente. Esta espécie foi considerada, por PROVVIDENTI *et alii* (1978), como imune a WMV-1. No entanto, os resultados obtidos no presente trabalho parecem indicar que a mesma possui o tipo de resistência denominado: Resistência à multiplicação do vírus, segundo a classificação de RUSSEL (1978). Esta discrepância nos resultados pode ser explicada pelo estágio de desenvolvimento da planta, no momento da retroinoculação do vírus nos hospedeiros suscetíveis. No trabalho destes pesquisadores, a recuperação do vírus em *C. ecuadorensis* foi tentada somente dez dias após cada reinoculação, não havendo,

Tabela 10. Presença do WMV-1 em *C. máxima* e *C. ecuadorensis* através da sintomatologia mostrada por *C. pepo* cv. Caserta, visando a identificação do tipo de resistência envolvido. Piracicaba, SP. 1983

Código	População	% Plantas <sup>a/</sup> com deformação foliar	
		Semanas após inoculação	
		4 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
A-83-1	<i>C. máxima</i> BGH-4862	50	50
A-83-3	<i>C. máxima</i> Moranga	50	50
A-83-6	<i>C. máxima</i> Jerimum Caboclo	66	33
A-83-18	<i>C. máxima</i> Squash Gold Nugget	100	-
A-83-24	<i>C. máxima</i> Moranga Bonato	100	-
A-83-25	<i>C. máxima</i> Moranga Japonesa	100	-
A-83-26	<i>C. máxima</i> Moranga	100	-
A-83-150	<i>C. máxima</i> Moranga	100	-
A-83-151	<i>C. máxima</i> BGH-947	100	-
A-83-152	<i>C. máxima</i> BGH-4104	100	-
A-83-148	<i>C. ecuadorensis</i>	0	100

<sup>a/</sup> *C. pepo* cv. Caserta utilizada como padrão de suscetibilidade.

portanto, tempo suficiente para que o vírus começasse sua multiplicação. No presente trabalho, o vírus só foi recuperado oito semanas após a inoculação nessa espécie. Assim esta espécie constitui uma fonte promissora de resistência que poderia ser utilizada em cruzamentos interespecíficos com *C. máxima* para introduzir a resistência ao WMV-1 baseada na multiplicação do vírus com ausência de sintomas.

Plantas mostrando tolerância seriam indesejáveis em regiões onde são plantadas, também, cultivares suscetíveis, uma vez que, albergam o vírus e servem como fonte de inóculo permanente no campo. Este fato é motivo de controvérsias entre muitos pesquisadores, que recomendam a não utilização de variedades tolerantes no melhoramento para resistência a viroses.

#### 4.3. Variabilidade da Resistência ao WMV-1 em Populações Segregantes de *C. máxima*

A análise de variância da reação de resistência ao WMV em cinco populações segregantes de *C. máxima* provenientes do retrocruzamento ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco, são apresentados na Tabela 11. Como se pode notar, não foi detectada diferença significativa entre as populações. Estes resultados podem ser melhor explicados na Tabela 12 onde são comparados níveis e porcentagens de plantas resistentes. Os resultados mostram que para todas as populações, a porcentagem de resistência foi relativamente baixa (13 a 21%), sendo que o nível de resistência na maioria das populações, foi próximo a quatro, o que representa um alto grau de suscetibilidade. De um modo geral, existe uma

tendência ao equilíbrio nas diferentes populações, o qual poderia ser explicado pela não seleção para resistência ao WMV-1. Cumpre-se, assim, a Lei de Hardy-Weinberg, que estabelece que: "na ausência de seleção, migração ou mutação, as frequências gênicas e genotípicas mantêm-se constantes de geração em geração" (LACADENA, 1976).

Tabela 11. Análise de variância de reação para resistência a WMV-1 de cinco populações segregantes de Moranga<sup>a/</sup> (*C. maxima*). Piracicaba, SP. 1983

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Blocos	1	0,29584	0,290	
Populações	4	0,3505	0,087	n.s.
Erro	4	0,25726	0,064	

Média = 3,82

CV % = 6,62

<sup>a/</sup> Provenientes de (F<sub>2</sub>: Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco.

n.s. não significativa ao 5% de probabilidade.

Dado que no presente trabalho não foi diferenciado o material homozigoto suscetível do heterozigoto suscetível, o que impediu o estudo para comprovar se as populações seguiram a Lei de Hardy-Weinberg, foi estudado o material pelo teste de  $\chi^2$ , para comparar a homogeneidade das diferentes populações. Os resultados são mostrados nas Tabelas 13 e 14.



Tabela 12. Porcentagem e nível médio de plantas resistentes ao WMV-1 em cinco populações segregantes do retrocruzamento: ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco da espécie *C. maxima*. Piracicaba, SP. 1983

Geração	% de plantas Resistentes	Nível médio <sup>1/</sup> de Resistência
$F_1^{RC_1}$	21,32	3,86 a
$F_2^{RC_1}$	18,63	3,92 a
$F_3^{RC_1}$	13,70	4,10 a
$F_4^{RC_1}$	13,04	3,61 a
$F_5^{RC_1}$	20,0	3,62 a

Teste de F = n.s.

C.V.(%) = 6,62

1/ 1 e 2 = Resistentes. 3, 4 e 5 = Suscetíveis.

Tabela 14. Teste de homogeneidade ( $\chi^2$ ) em cinco populações segregantes de Moranga (*C. máxima*) comparadas 2 x 2 com relação à reação de resistência ao WMV-1. Piracicaba, SP. 1983

População	$\chi^2$	Nível de Significância
$F_{1RC_1}^{a/} \times F_{2RC_1}$	0,26	n.s.
$F_{1RC_1} \times F_{3RC_1}$	2,85	n.s.
$F_{1RC_1} \times F_{4RC_1}$	3,88	*
$F_{1RC_1} \times F_{5RC_1}$	0,07	n.s.
$F_{2RC_1} \times F_{3RC_1}$	1,10	n.s.
$F_{2RC_1} \times F_{4RC_1}$	1,60	n.s.
$F_{2RC_1} \times F_{5RC_1}$	0,07	n.s.
$F_{3RC_1} \times F_{4RC_1}$	0,03	n.s.
$F_{3RC_1} \times F_{5RC_1}$	1,86	n.s.
$F_{4RC_1} \times F_{5RC_1}$	2,59	n.s.

a/ = Retrocruzamento do ( $F_2$  Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco.

n.s. = não significativo

\* = significativo ao nível de 5%

Como se pode observar, tanto na comparação dos resultados nas tabelas de contingência  $2 \times n$ , como nas  $2 \times 2$ , não foi observado significância na maioria dos casos. Na comparação  $F_1RC_1 \times F_4RC_1$ , os resultados do  $X^2$  foram significativos ao nível de 5%. No entanto, os mesmos poderiam estar afetados pelo número total de plantas testadas.

A ausência de seleção para resistência ao WMV-1 nas populações segregantes originalmente provenientes do retrocruzamento ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco, conduziram a situação de homogeneidade e equilíbrio na frequência de plantas resistentes.

As populações foram intensamente selecionadas para hábito de crescimento moita e portanto a partir da geração  $F_5$  recomenda-se que essa seleção seja feita para reação de resistência ao WMV-1 utilizando-se isolados agressivos inoculados na fase cotiledonar. Por outra parte recomenda-se que a seleção seja antes do florescimento para lograr uma seleção mais eficiente, segundo o recomendado por ALLARD (1971).

#### 4.4. Modo de Herança da Resistência de *C. máxima* ao WMV-1

##### 4.4.1. Resistência qualitativa

Os resultados obtidos na avaliação da resistência para WMV-1, nas gerações  $F_1$  e  $F_2$  resultantes do cruzamento entre a cultivar Esmeralda (suscetível) e as cultivares BGH 4104 e BGH 947 (resistentes) podem ser vistos nas Tabelas 15 e 16, respectivamente.

Nos dois cruzamentos envolvendo as cultivares resistentes BGH 4104 e BGH 947 e a cultivar suscetível Esmeralda, as gerações  $F_1$

foram suscetíveis. Isso mostra que os genes para resistência nas cultivares BGH 4104 e BGH 947 são recessivos. Nas gerações  $F_2$  houve segregação de plantas resistentes e suscetíveis, assim como também na população do retrocruzamento do  $F_1$  (Esmeralda x BGH 947) com o progenitor resistente, BGH 947.

Tabela 15. Modo de herança da reação de *C. maxima* ao WMV-1, envolvendo os progenitores Esmeralda (Suscetível) e BGH 947 (Resistente). Piracicaba, SP. 1983

Geração	Cultivar ou Cruzamento	Número de plantas		Total	$\chi^2$	Prob.
		Resistentes	Suscetíveis			
$P_1$	Esmeralda	5	28	33		
$P_2$	BGH-947	36	0	36		
$F_1$	$P_1 \times P_2$	0	28	28		
$F_2$	$F_1 \times F_1$	49	54	103	0,607	0,30-0,001
$F_1 RC_1$	$F_1 \times F_2$	17	8	25	0,65	0,10-0,001

Proporção esperada de suscetíveis: resistentes 9:7 no  $F_2$  e 3:1 no retrocruzamento para progenitor resistente.

Tabela 16. Modo de herança da reação de *C. maxima* ao WMV-1 envolvendo os progenitores Esmeralda (Suscetível) e BGH-4104 (Resistente). Piracicaba, SP. 1983

Geração	Cultivar ou Cruzamento	Número de plantas		Total	X <sup>2</sup>	Prob.
		Resistentes	Suscetíveis			
P <sub>1</sub>	Esmeralda	11	23	34		
P <sub>2</sub>	BGH-4104	36	2	38		
F <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> x P <sub>2</sub>	6	26	32		
F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub>	27	107	134	1,62	0,20-0,001 0,30-0,20

Proporção esperada de suscetíveis: resistentes 3:1 no F<sub>2</sub>.

Consideram-se resistentes as plantas que apresentaram ausência absoluta de sintomas ou sintomas de mosaico leve, quatro semanas após a inoculação. Para efeito de análise genética, plantas que apresentaram outra sintomatologia foram consideradas como suscetíveis.

As segregações obtidas do cruzamento da cultivar resistente BGH 947 e a cultivar suscetível Esmeralda, mostraram-se não significativas, ao aplicar o teste de X<sup>2</sup>, para a relação plantas suscetíveis/resistentes de 9:7 na geração F<sub>2</sub> e 3:1 no retrocruzamento para o progenitor resistente. Este padrão de segregação pode ser explicado tentativamente, pela ação de dois genes recessivos para a expressão da reação de resistência ao WMV-1 presentes na cultivar BGH 947, os quais poderiam ser provisoriamente denominados mm nn. Para a expressão de resistência,

é condição necessária que um dos pares de genes envolvidos esteja na forma recessiva. A planta será resistente ao WMV-1 caso um dos alelos recessivos esteja presente.

Propõe-se o genótipo MM NN para a cultivar suscetível Esmeralda. Na geração F<sub>2</sub> do cruzamento entre Esmeralda e BGH 947 resistente, 7/16 dos indivíduos serão resistentes ao WMV-1 com as constituições genotípicas mm N- ; M- nn e mm nn. Postula-se que o genótipo da moranga BGH 947 seja mm nn.

No retrocruzamento da geração F<sub>1</sub> (suscetível x resistente) com a cultivar BGH 947 (resistente), 3/4 dos indivíduos serão resistentes com as constituições genotípicas Mm nn; mm Nn; mm nn.

Baseando-se nesta hipótese a segregação monogênica recessiva obtida no cruzamento da cultivar BGH 4104 (resistente) com a cultivar Esmeralda (suscetível), pode ser explicada pela presença de um gene dominante na cultivar BGH 4104. Comprovando-se assim a ação complementar dois genes dominantes M- e N- para a expressão da reação de suscetibilidade. Os resultados obtidos na geração F<sub>2</sub> podem ser explicados se foi mantida a hipótese da condição dominante do progenitor suscetível. Propõe-se para a cultivar BGH 4104, as constituições genotípicas mm NN ou MM nn.

Por tudo que foi mencionado, a resistência ao WMV-1 em *C. maxima* é controlada pelo menos por dois genes recessivos (mm nn). Para que ocorra a resistência, um dos dois pares de genes deve estar na forma recessiva, sendo ambos genes dominantes complementares para a expressão de suscetibilidade. Tal explicação genética para a expressão

da reação de resistência ao WMV-1 baseia-se em padrões qualitativos de resistência e suscetibilidade, considerando-se plantas resistentes aquelas com ausência de sintomas ou com sintomas de mosaico leve nas folhas e, plantas suscetíveis aquelas que mostravam qualquer outro tipo de sintoma.

Segundo a literatura consultada, inexistem relatos sobre a herança da resistência ao WMV-1 em *C.maxima*. Não obstante, têm-se apresentado resultados obtidos em outras espécies de cucurbitáceas. SILVA (1977), estudando a herança da resistência ao WMV-1 em pepino (*Cucumis sativus* L.), encontrou que a mesma parece estar controlada por três genes recessivos com ação epistática que foram denominados dd ee ff. PROVVIDENTI e ROBINSON (1977) relatam a ação de um simples gene dominante "Wmv<sub>1</sub>" que confere resistência a reação de WMV, em *Cucumis metuliferus*.

#### 4.5. Avaliação Quantitativa da Reação de Resistência ao WMV-1 em *C. maxima*

##### 4.5.1. Análise de variância

Os resultados das análises de variância para a reação de resistência ao WMV-1 referentes aos ensaios de progênes de meios irmãos de cinco populações segregantes originárias do retrocruzamento (F<sub>2</sub>: Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco estão sumarizados na Tabela 17. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre as progênes segundo o teste de F, o que indica a existência de pouca variação genética

Tabela 17. Valores de significância dos quadrados médios, de 25 progênies de Meios Irmãos envolvendo cinco populações segregantes, testadas para resistência ao WMV-1 em Moranga (C. máxima). Piracicaba, SP. 1983

	F <sub>1</sub> <sup>a</sup> /RC <sub>1</sub>		F <sub>2</sub> RC <sub>1</sub>		F <sub>3</sub> RC <sub>1</sub>		F <sub>4</sub> RC <sub>1</sub>		F <sub>5</sub> RC <sub>1</sub>	
	GL	QM <sub>-2</sub> <sup>b</sup> / (x10 <sup>-2</sup> )	GL	QM <sub>-2</sub> (x10 <sup>-2</sup> )	GL	QM <sub>-2</sub> (x10 <sup>-2</sup> )	GL	QM <sub>-2</sub> (x10 <sup>-2</sup> )	GL	QM <sub>-2</sub> (x10 <sup>-2</sup> )
Progênies	24	2,450 <sup>n.s.</sup>	24	1,213 <sup>n.s.</sup>	24	1,427 <sup>n.s.</sup>	24	1,896 <sup>n.s.</sup>	24	1,022 <sup>n.s.</sup>
Erro	24	1,079	24	0,813	24	0,889	24	0,623	24	0,682
Dentro <sup>c</sup> /	800	10,933	750	10,332	850	10,059	950	10,805	750	9,288
Média de										
Progênies	2,03		2,03		2,02		1,99		2,02	
cv %	5,12		4,44		4,66		3,97		4,09	

a/ = Gerações do retrocruzamento de (F<sub>2</sub>: Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco.

b/ = Somas de quadrados obtidos com médias de parcelas, exceto SQ (dentro), obtidas com dados de plantas individuais.

c/ = Dado que a existência de número de indivíduos por parcela foi calculada a média harmônica dos mesmos (K).

Dados originais transformados a  $\sqrt{x + 0,5}$ .



para a reação de resistência ao WMV-1 nas populações estudadas.

Os coeficientes de variação experimental mostrados na Tabela 17 são classificados como baixos, conforme PIMENTEL GOMES (1978). Eles oscilaram entre 3,97% e 5,12%. As magnitudes de tais coeficientes obtidas no presente trabalho indicam uma boa precisão dos dados para o caráter estudado.

A não significância entre progênies nas diferentes populações, é decorrente da origem das mesmas, comum para todas, e que são oriundas do retrocruzamento da geração  $F_2$  das cultivares Esmeralda (suscetível) x Coroa (resistente) com a cultivar Zapallo de Tronco, também suscetível ao WMV-1. Além disso, durante as diferentes gerações não foi feita nenhuma pressão de seleção para a reação de resistência a WMV-1.

#### 4.5.2. Estimativas de parâmetros genéticos

As estimativas das variâncias genéticas, ambientais e fenotípicas obtidas a partir dos quadrados médios para a reação de resistência ao WMV-1 apresentam-se na Tabela 18.

Observa-se que as populações diferem quanto à variância genética aditiva, sendo as gerações  $F_1RC_1$  e  $F_5RC_1$ , geneticamente mais heterogêneas. Nota-se também que a geração  $F_2RC_1$  apresenta, em relação as outras gerações, uma estimativa bem menor de variância genética aditiva. No entanto, deve ser considerado que a variância genética aditiva obtida em um só local é super-estimada, pois, associada a ela encontra-se a variância devida a interação genótipo - ambiente (GARDNER, 1963; ALLARD, 1971).

Tabela 18. Estimativas dos cruzamentos da variância da reação da resistência a WMV-1 em Moranga (*C. maxima*), referentes a 25 progênies de Meios Irmãos de cinco populações segregantes, originalmente provenientes do cruzamento de progenitores resistente x suscetível. Piracicaba, SP. 1983

	$F_1^{a/RC_1}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$F_2^{RC_1}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$F_3^{RC_1}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$F_4^{RC_1}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$F_5^{RC_1}$ ( $\times 10^{-3}$ )
$\hat{\sigma}_p^2$	6,86	2,00	2,69	6,40	8,52
$\hat{\sigma}_e^2$	4,36	1,67	3,30	5,15	1,01
$\hat{\sigma}_d^2$	109,33	103,32	100,59	108,05	92,88
$\hat{\sigma}_A^2$	27,44	8,00	10,76	25,60	34,08
$\hat{\sigma}_F^2$	120,55	106,99	106,58	115,53	102,42
$\sigma_F^2$	12,26	9,29	7,13	9,51	11,93

a/ = Retrocruzamento de ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco.

$\hat{\sigma}_p^2$  = Variância genética entre progênies ao nível de indivíduos.

$\hat{\sigma}_e^2$  = Variância ambiental entre parcelas

$\hat{\sigma}_d^2$  = Variância fenotípica dentro de progênies

$\hat{\sigma}_A^2$  = Variância genética aditiva.

$\hat{\sigma}_F^2$  = Variância fenotípica entre plantas.

$\sigma_F^2$  = Variância fenotípica entre média de progênies.

Na Tabela 19 apresentam-se as estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas e ao nível médio de progênes. Quanto à magnitude, observa-se que estes são relativamente altos, em média, para as gerações  $F_1RC_1$ ,  $F_4RC_1$  e  $F_5RC_1$ .

Tabela 19. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, ao nível de planta ( $\hat{h}_1^2$ ) e média de progênes coeficiente de variação genética (CVg) e relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (b). Resistência a WMV-1. Moranga (*C. maxima*). Piracicaba, SP. 1983.

Populações <sup>a/</sup>	$\hat{h}_1^2$ (%)	$\hat{h}_2^2$ (%)	CVg (%)	b
$F_1RC_1$	22,762	55,950	4,086	1,254
$F_2RC_1$	7,477	21,528	2,198	1,006
$F_3RC_1$	10,095	37,728	2,571	0,900
$F_4RC_1$	22,159	67,298	4,029	1,213
$F_5RC_1$	33,275	71,416	4,581	1,581

a/ = Gerações provenientes do retrocruzamento de ( $F_2$ : Esmeralda x Coroa) x Zapallo de Tronco

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de planta nas gerações  $F_1$ ,  $F_4$  e  $F_5$  indicam portanto, que a variação genética aditiva contribui com uma boa porção para a variação fenotípica total neste caráter.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de progênes em todas as populações mantiveram-se sempre superiores às estimativas ao nível de plantas. Isto comprova que a natureza da unidade de seleção exerce grande influência na magnitude das estimativas da herdabilidade. Recomenda-se, quando a seleção é feita com base na média de progênes, aumentar o número de repetições do ensaio ou o número de observações dentro da parcela, o que implicará num aumento do coeficiente de herdabilidade, direcionando melhor a estratégia de seleção a ser adaptada.

A detecção de variabilidade genética em uma população pode ser auxiliada através do cálculo do índice "b" que representa o quociente entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental, não influenciando, portanto, pela média do caráter. Na Tabela 19 mostra-se os resultados obtidos do quociente "b" nas diferentes populações testadas, como se pode observar os resultados obtidos são superiores ou próximos a 1,0, variando de 0,90 na geração  $F_3$  até 1,58 na geração  $F_5$ .

Tomando-se como referência, que na experimentação de progênes de milho tem-se considerado que valores de "b" igual ou maior do que 1,0; indicam uma situação favorável para a seleção (VENCOSKY, 1978).

Todas as populações mostram-se favoráveis à seleção para resistência ao WMV-1, destacando-se principalmente a geração  $F_5$ . Tal fato será de muito proveito na iniciação de um programa de melhoramento visando à seleção para resistência ao WMV-1 devido que estas populações têm sido selecionadas sucessivamente para outras características, tais como, hábito de crescimento "tipo moita" e precocidade.

A iniciação da seleção para resistência ao WMV-1 a partir da geração  $F_5$  permitirá a obtenção a curto prazo de um material de moranga (*C. máxima*) resistente ao WMV-1 com hábito de crescimento tipo moita e de maturação precoce.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho estabeleceram-se as seguintes conclusões:

- 1 - O vírus predominante nos isolados coletados nas diferentes regiões do Estado de São Paulo, foi Mosaico da Melancia raça 1. Os isolados variaram quanto à agressividade, expressa na manifestação precoce de sintomas de mosaico severo e deformação nas folhas.
- 2 - As cultivares BGH-947 e BGH-4104 de *C. máxima* mostraram serem fontes de resistência mais promissoras por apresentarem 100% de plantas resistentes após um mês da inoculação. O mecanismo de resistência de *C. máxima* é do tipo tolerância.
- 3 - Confirma-se o alto nível de resistência da espécie *C. ecuadorensis* e, seu mecanismo de resistência é do tipo resistência a multiplicação do vírus.

- 4 - As populações segregantes do retrocruzamento ( $F_2$ : Esmeralda x Co-roa) x Zapallo de Tronco são homogêneas, variando de 13% a 21% de plantas resistentes, na escala de notas 1 à 2.
- 5 - A resistência de *C. máxima* ao mosaico da melancia raça 1, é controlada, pela ação de pelo menos dois genes recessivos, os quais foram designados como m e n, sendo necessária a presença de um gene recessivo para a expressão de resistência. O genótipo suscetível é devido a ação complementar de dois genes dominantes.
- 6 - A ação gênica do caráter de resistência baseado em escala de notas mostrou ser aditiva. Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas e ao nível de progênes na população  $F_5RC_1$ , alcançaram valores de 33,28% a 71,42%, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, F.C., H. IKEDA e A.S. COSTA, 1972. Ocorrência do vírus do mosaico da melancia na região de Belém. *Revista de Olericultura, Fortaleza*, 12:94.
- ALLARD, R.W., 1971. *Princípios do Melhoramento Genético de Plantas*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. 381 p.
- ANDERSON, C.W. Two watermelon mosaic virus strains from central Florida. *Phytopathology*. Baltimore, 44:198-202.
- AVILA, A.C., 1982. Viroses de Cucurbitaceas. *Inf. Agropec.* Belo Horizonte, 8(85):52-54.
- BAKKER, W., 1971. Notes on east african plant virus diseases: II. Courgette deaf distortion incited by watermelon mosaic virus. *East African Agricultural and Forestry Journal*. Nairobi, 37(1):78-85.
- BAWDEN, F.C., 1964. *Plant viruses and virus diseases*. 4<sup>a</sup> ed. New York, Ronald Press. 361 p.



- BOHN, G.W., 1973. Muskmelon Breeding for virus and crown blight resistance. *Hort. Science*. Virginia, 8(3-11):319.
- COSTA, A.S., E.W.KITAJIMA e H.NAGAI, 1972. Alguns virus que afetam o pepino em São Paulo. *Revista de Olericultura*. Fortaleza, 12:100-101.
- COSTA, C.P., 1974. Obtenção de abobrinha Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*) com o hábito de crescimento tipo moita e com tolerância ao mosaico da melancia. Relatório Científico do Instituto de Genética, ESALQ/USP. Piracicaba, S.P. (8):61-62.
- DEMSKI, J.W. e J.H.CHALKLEY, 1977. A virus inhibitor in watermelon and its effects on infection with four cucurbit viruses. *Plant.Dis.Reptr.* Beltsville, 61(3):167-171.
- DUDLEY, J.W. e R.H.MOLL, 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop. Science*. Madison, 9(3):257-262.
- EBRAHIM-NESBAT, F., 1974. Distribution do watermelon Mosaic Viruses 1 and 2 in Iran. *Phytopath. Z.* Berlin, 79:352-358.
- FALCONER, D.S., 1960. *Introduction to quantitative genetics*. Londres, Oliver and Boyd. 365 p.
- FISCHNALER, D.F., 1972. Identification and distribution of watermelon mosaic virus 1 in El Salvador. *Plant Disease Reprtr.* Beltsville, 56 (5):437-440.

- GARDNER, C.O., 1963. Estimates of Genetics Parameters in Cross Fertilizing Plants and their Implications in Plant Breeding. In HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, Ed. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington, National Academic Science - National Research Council, p. 225-249.
- GERALDI, I.O., 1977. Estimaco de Parmetros Genéticos de caracteres do pendo em milho (*Zea mays*, L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP, 103 p. (Dissertao de Mestrado).
- GREBER, R.S. e M.E.HERRINGTON, N. 1980. Reaction of interespecific hybrids between *Cucurbita ecuadorensis*, *C. maxima* and *C. moschata* to inoculation with cucumber mosaic virus and watermelon mosaic virus 1 and 2. *Australasian Plant Pathology* 1980 9(1)1-2. In: *Rev.Plant. Pathology*, 1127. 60(2):96. 1981.
- HANSON, W.D., 1963. Heritability. In: W.D.HANSON e N.F.ROBINSON (eds) *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington, National Academic Science. National Research Council, p. 125-139.
- KOMM, D.A. e G.N. AGRIOS, 1978. Incidence and Epidemiology of viruses affecting Cucurbite Crops in Massachusetts. *Plant Disease Reprtr.* Beltsville, 62(8):746-750.
- LACADENA, J.R. (1976) *Genética*. 2<sup>a</sup> ed. Madri, A.G.E.S.A.. 972p.

- LASTRA, R., 1968. Occurrence of cucurbit viruses in Venezuela. *Plant Disease Repr.* Beltsville, 52(2):171-174.
- LIN, M.T., E.KITAJIMA, F.P.CUPERTINO e C.L.COSTA. Watermelon mosaic virus strain occurring in bush squash in Federal District. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28:199 (Resumo).
- LONNQUIST, J.H., 1965. Métodos de Selección útiles para mejoramiento de poblaciones. *Fitotecnia Latinoamericana*, Lima, 2:1-10.
- LOVISOLO, O. e V.LISA, 1983. Virosi e Micoplasmosi delle Cucurbitaceae (Levirosi della Pianta artive). *L'Italia Agricola*. Roma, 120 (1):58-72.
- MATTEWS, R.F., 1970. *Plant Virology*. New York, Academic Press Inc. 778 p.
- MILNE, K.S. e R.G.GROGAN, 1969. Characterization of watermelon mosaic virus strains by serology and other properties. *Phytopathology*. Baltimore, 59:809-818.
- MILNE, K.S., R.G.GROGAN e K.A.KIMBLE, 1969. Identification of viruses infecting cucurbits in California. *Phytopathology*, Baltimore, 59:819-828.
- PAIVA, J.R., 1980. Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* sp.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Dissertação de Mestrado).

- PEÑA IGLESIAS, A. e P. AYUSO GONZALEZ. 1973. Estudios de una estirpe del mosaico de la Sandia. Monografía nº 20 Ministerio Agricultura, Madrid, Espanha. 121 p.
- PIMENTEL GOMES, F. 1978. Curso de Estatística Experimental. 2<sup>a</sup> ed. Piracicaba, Editora Nobel, 430 p.
- POSNETTE, A.F. 1969. Tolerance of virus infection in crop plants. *Rev. appl. Mycol. Surrey*, 48(3):113-119.
- PROVVIDENTI, R. 1982. Sources of resistance of tolerance to viruses in accessions of *Cucurbita maxima*. Report, *Cucurbita Genetics Cooperative* (1982) 5:46-47. In: *Plant Breeding Abstracts* 52:10 nº 8775.
- PROVVIDENTI, R. e R.W. ROBINSON, 1977. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 1 in *Cucumis melo*. *The Journal of Heredity*. Washington, 68(1):56-57.
- PROVVIDENTI, R.; R.W. ROBINSON e H.M. MUNGER, 1978. Resistance in Federal species to six viruses infecting Cucurbita. *Plant Disease Reprtr.* Beltsville, 62(4):326-329.
- PROVVIDENTI, R. e C.W.T. SCHROEDER, 1970. Epiphytic of watermelon mosaic among cucurbitaceae in Central New York in 1969. *Plant Disease Reprtr.* Beltsville, 54(9):744-748.
- PURCIFULL, D.E. e E. HIEBERT, 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. *Phytopathology*. Baltimore 69:112-116.

- QUIOT, F., J.B.KAAN e M.BERAMIS, 1971. Identification d'une souche de la mosaïque de la Pastèque (Watermelon mosaic virus 1) aux Antilles Françaises. *Ann. Phytopato.* Paris, 3(1):125-130.
- ROBINSON, H.F. e C.C.COCKERHAM, 1965. Estimación y significado de los parámetros genéticos. *Fitotecnia Latino-americana.* Turrialba, 2 (1-2):23-38.
- RUSSEL, G.E., 1978. *Plant breeding for pest and disease resistance.* Londres, Butterworths. 485 p.
- SHAWKAT, A.L.B. e G.I.FEGLA, 1979. Identification of Two viruses from eggplant and cucurbita peplo in Iraq. *Plant Dis. Repr.* Beltsville, 63(3):235-238.
- SILVA, N.da, 1977. Herança da resistência ao mosaico da melancia (WMV-1) em pepino (*Cucumis sativus* L.). Piracicaba (Tese-Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"). 82 p.
- SILVA, N. da e C.P.da COSTA, 1975. Avaliação e herança da resistência ao mosaico da melancia em pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista de Olericultura.* Botucatu. 15:12.
- SILVA, N. da e C.P.da COSTA, 1981. Reação de populações locais e progenies  $S_1$  de pepino (*Cucumis sativus* L.) da cultivar Aodai e watermelon mosaic virus-1 (WMV-1). *Summa Phytopathologica.* Piracicaba, 7:49-54.

- SMITH, K., 1960. *Plant Viruses*. 2 Ed. Londres, Methuen & Co Ltd.  
209 p.
- SMITH, K.M., 1974. *Plant Viruses*. 4<sup>a</sup> ed. Londres, CHAPMAN and HALL.  
211 p.
- SNEDECOR, G.W. e G.COCHRAN, 1973. *Statistical Methods*. 6<sup>a</sup> ed. E.U.A.,  
Iowa State University Press. 593 p.
- SOWELL JR., G. e J.W.DEMSKI. (1981) Resistencia del melón al virus del  
mosaico de la sandia. *Boletim Fitosanitario de la FAO*. 29(3-4):71-73.
- STEEL, R.G.D. e J.H.TORRIE, 1960. *Principles and procedures of statistics*.  
New York, McGraw-Hill Book Company. 481 p.
- TAKEDA, K.Y. e J.C.GILBERT, 1975. Inheritance of resistance to waterme-  
lon mosaic virus 2 in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Hort. Science*.  
Virginia, 10(3):319.
- VAN REGENMORTEL, M.H.V., 1971. Watermelon mosaic virus. Kew. Commonwealth.  
Micological Institute/Association of Applied. Biologists.(Descriptions  
of plant viruses).
- VENCOVSKY, R., 1969. Genética Quantitativa. In: KERR, W.E., org. *Melho-  
ramento e Genética*. São Paulo, Edições Melhoramento. p.17-38.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E., coord.  
*Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, ESALQ, cap.  
V, p.122-201.

- WEBB, R., 1979. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 1 in *Cucumis melo* L. *Hort. Science, Virginia*, 14(3):265-266.
- WEBB, R.E., G.W. BOHN e H.A. SCOTT, 1965. Watermelon mosaic viruses 1 and 2 in southern and western Cucurbit production areas. *Plant Disease Reprtr.* Beltsville, 49(16):532-535.
- WEBB, R.E. e H.A. SCOTT, 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic viruses 1 and 2. *Phytopathology.* Baltimore, 55:895-900.
- WHITAKER, T.W. e G.N. DAVIS, 1962. *Cucurbits world crop books.* Londres, Leonard Hill Lt. 250 p.
- ZABALA, S. e J.C. RAMALHO, 1968. El mosaico de las Cucurbitaceas. *Rev. Agron. N.O. Arg. (UNT).* Argentina, 6(3-4):197-208.

A P Ê N D I C E





Figura 1. Folhas de Moranga *C. maxima* provenientes de plantas consideradas resistentes. A direita folha sem sintomas (nota 1), a esquerda folhas com sintomas de mosaico leve (nota 2)



Figura 2. Planta de Moranga *C. máxima*, considerada suscetível, mostrando sintomas de deformação nas folhas (nota 5)