

**HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO MOSAICO DA MELANCIA
(WMV-1) EM PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**

NORBERTO DA SILVA

Engenheiro-Agrônomo - MS

Orientador: Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto 1977

Aos meus pais,

Cunhado, irmã e sobrinhos

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, cuja orientação e incentivo constante tornaram possível mais esse passo;
- Ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", nas pessoas de seus Professores, pelos ensinamentos e facilidades concedidas;
- Ao Conselho Nacional de Pesquisas e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelas bolsas de pós-graduação concedidas em diferentes períodos;
- A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA), pelo apoio recebido;
- Ao Prof. Dr. Tosiaki Kimoto e Akihiko Ando, pelas sugestões e traduções dos trabalhos japoneses;
- Ao Eng^o-Agr^o MS. Magno A. P. Ramalho e Eng^o-Agr^o Katuyuki Kinoshita, pelas críticas e sugestões;
- A Dr.^a Maria Barradas Paciencia, da Seção de Virologia do Instituto Biológico de São Paulo, pelo fornecimento do isolado de CMV utilizado;
- Ao Eng^o-Agr^o Massaro Yoshizaki, pela coleta de vários isolados de virus utilizados;

Aos Acadêmicos de Agronomia Luisa Hitomi Igarashi , Walter José Siqueira e Roberto Hauagge, pelo auxílio na coleta dos dados;

Aos Sr.^s Antonio Cella e Alcides Martins, funcionários do Instituto de Genética, pelo auxílio prestado.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	3
3 - REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 - Agentes causais de mosaico das cucurbitáceas	5
3.2 - Resistência a mosaico em pepino	16
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 - Coleta, identificação, e manutenção do agente causal do mosaico das cucurbitáceas	19
4.2 - Obtenção de plantas para inoculação	23
4.3 - Preparo do inóculo e técnica de inoculação	23
4.4 - Procedência do material avaliado	24
4.4.1 - Introduções, cultivares e híbridos de pepino	24
4.4.2 - Cultivar Aodai	31
4.4.3 - Progênies S_1 de plantas S_0 resistentes a WMV-1 da cultivar de pepino Aodai	33

4.4.4 -	Gerações segregantes para estudo da herança da resistência a WMV-1 e determinação do alelismo da resistência a WMV-1 em diferentes fontes	34
4.5 -	Critérios de avaliação da reação do hospedeiro a WMV-1	34
4.6 -	Análise estatística e genética	36
5 -	RESULTADOS	37
5.1 -	Identificação de viroses de cucurbitáceas baseada na reação de hospedeiros diferenciais	37
5.2 -	Reação de introduções cultivares e híbridos de pepino a WMV-1	39
5.3 -	Reação de populações locais da cultivar Aodai a WMV-1	44
5.4 -	Reação de progênies S_1 de plantas S_0 resistentes a WMV-1 da cultivar de pepino Aodai	46
5.5 -	Herança da resistência a WMV-1 na cultivar de pepino Formosa	49
5.6 -	Herança da resistência a WMV-1 na cultivar de pepino Natsufushinari	54
5.7 -	Determinação do alelismo dos genes de resistência a WMV-1 nas cultivares de pepino Formosa e Natsufushinari	54

	Página
5.8 - Reação de cultivares e híbridos de pepino a CMV	58
6 - DISCUSSÃO	60
7 - CONCLUSÕES	71
8 - SUMMARY	73
9 - LITERATURA CITADA	75

ÍNDICE DAS TABELAS

	Página
TABELA 1 - Relação dos isolados de mosaico de cucurbitáceas e respectivas origens	21
TABELA 2 - Introduções, cultivares e híbridos de pepino avaliadas para resistência a WMV-1	25
TABELA 3 - Populações locais da cultivar Aodai avaliadas para resistência a WMV-1	32
TABELA 4 - Reações de hospedeiros diferenciais a quinze isolados de vírus de cucurbitáceas e respectiva identificação. Piracicaba, SP. 1976	38
TABELA 5 - Reação de introduções, cultivares e híbridos de pepino a WMV-1, agrupados pela ocorrência porcentual de plantas resistentes. Piracicaba, SP. 1976	40
TABELA 6 - Reação de introduções, cultivares e híbridos de pepino pertencentes ao Grupo III (porcentual variável de plantas resistentes a WMV-1). Dados expressos em porcentagem de plantas resistentes. Piracicaba, SP. 1976	42
TABELA 7 - Porcentagem de plantas resistentes e nível de resistência a WMV-1 em populações locais da cultivar de pepino Aodai. Piracicaba, SP. 1972 e 1976	45

	Página
TABELA 8 - Níveis de resistência e origem de 47 progênies S_1 de plantas S_0 resistentes a WMV-1 de populações locais da cultivar <u>Ao dai</u> . Dados expressos em grau médio de resistência. Piracicaba, SP. 1976	47
TABELA 9 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares Formosa (Fo), resistentes e SMR-58, suscetível. Piracicaba, SP. 1976	50
TABELA 10 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Formosa (Fo), resistente e Poinsett (Po) suscetível. Piracicaba, SP. 1976	51
TABELA 11 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Formosa (Fo), resistente e Boston Pickling (B.P.), suscetível. Piracicaba, SP. 1976	52
TABELA 12 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Natsufushinari (Nat.), resistente e SMR-58 suscetível. Piracicaba, SP. 1976	55

	Página
TABELA 13 - Determinação do alelismo entre os genes de resistência a WMV-1 nas cultivares de pepino Formosa (Fo) e Natsufushinari (Nat.). Piracicaba, SP. 1976	57
TABELA 14 - Reação de cultivares e híbridos de pepino a CMV. Piracicaba, SP. 1976	59

ÍNDICE DE FIGURA

	Página
Fig. 1 - Esquema do procedimento para identificação e caracterização das viroses de cucurbitáceas	22

1 - RESUMO

O "watermelon mosaic virus" (WMV) é o vírus predominante nas cucurbitáceas do Estado de São Paulo e nas regiões sub-tropicais. O controle ideal desta virose é através do uso de cultivares resistentes.

O presente trabalho visa a identificação de fontes de resistência a WMV-1 em pepino e a elucidação do modo de herança da resistência.

Foram avaliadas 141 introduções, cultivares e híbridos de pepino para resistência a WMV-1 incluindo 10 populações locais da cultivar Aodai. O estudo da herança da resistência na cultivar Formosa foi baseado no cruzamento com as cultivares suscetíveis SMR-58, Poinsett e Boston Pickling. A herança da resistência a WMV-1 na cultivar Natsufushinari baseou-se no cruzamento com a cultivar suscetível SMR-58.

Em todos os experimentos, utilizou-se um único isolado de WMV-1 entre quinze isolados testados e para os quais a cultivar Formosa mostrou-se consistentemente resistente.

Além da cultivar Formosa, outras cultivares como Natsufushinari, Shimizu, Hyuga-2, Kuroshio, Okudji, Hoko, Taichung Mau-Gra, Tenginan Green Skin, Uzushio, Takassago Top Marker, e o PI-163217, foram resistentes a WMV-1. Dentre estas as cultivares Formosa, Natsufushinari e Okudji mostraram resistência múltipla também a CMV.

A cultivar Aodai apresentou em média 8,75% de plantas resistentes, cujo controle genético da resistência é de natureza poligênica.

A resistência a WMV-1 na cultivar Formosa é devida a três pares de genes recessivos e com interação não alélica. Na cultivar Natsufushinari a resistência é devida a três pa-res de genes recessivos, mas não necessariamente alelos dos genes para resistência da cultivar Formosa.

Ocorre multiplicação de WMV-1 e CMV nas cultivares resistentes, porém com ausência de sintomas. Postula-se que o centro de origem das cultivares resistentes a WMV-1 seja o sul da China, com base na genealogia dos materiais resistentes estudados, e nas evidências da literatura que WMV-1 seja uma virose predominante nas regiões sub-tropicais.

2 - INTRODUÇÃO

O pepino situa-se entre uma das dez mais importantes hortaliças cultivadas no Estado de São Paulo. Nas nossas condições cultiva-se exclusivamente a cultivar Aodai de origem Japonesa. Trata-se de uma cultivar adaptada, produtiva, de boa aceitação comercial e adequada à cultura tutorada.

Entre os fatores limitantes para cultura de pepino, destaca-se a ocorrência de várias doenças entre as quais o mosaico das cucurbitáceas. O mosaico das cucurbitáceas é causado por três vírus distintos: "Cucumber mosaic virus" (CMV), "Squash mosaic virus" (SMV) e "Watermelon mosaic virus" (WMV). Nas condições do Estado de São Paulo, WMV-1 é o vírus predominante (Costa *et alii*, 1972).

O WMV é transmitido principalmente por afídeos, e o controle da doença baseia-se no controle do vetor através do

uso de inseticidas sistêmicos, eliminação de hospedeiros próximos aos campos de cultura ou utilização de cultivares resistentes ao vírus. O controle do vetor através de inseticidas não tem surtido o efeito desejado, devido o aparecimento de formas resistentes. A utilização de resistência genética ao vírus quando possível é o método ideal para combater viroses. Para o desenvolvimento de cultivares resistentes é necessário principalmente no caso de WMV-1, onde inexistem informações sobre resistência genética, pesquisas que demonstrem a existência de fontes de resistência, e elucidem o modo de herança.

O presente trabalho visa os seguintes objetivos:

- 1 - Identificar fontes de resistência a WMV-1 em pepino;
- 2 - Determinar o modo de herança da resistência a WMV-1;
- 3 - Verificar a existência de variabilidade genética para resistência a WMV-1 em populações locais de pepino da cultivar Aodai;
- 4 - Determinar o alelismo dos genes de resistência a WMV-1 presentes em diferentes fontes;
- 5 - Identificar fontes de resistência a CMV nos materiais resistentes a WMV-1.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Agentes Causais de Mosaico das Curcutitáceas

O mosaico das curcutitáceas é doença de natureza vitórica de ocorrência cosmopolita tendo sido relatada nos Estados Unidos por DOOLITTLE (1916) , FAAN e JOHNSON (1951) , FREITAG (1956) , LINDBERG *et alii* (1956) , NELSON *et alii* (1962), WEBB *et alii* (1965) , SALAMA e SILL (1968) , MILNE *et alii* (1969) , PROVVIDENTI e SCHOEDER (1970) , WEBB (1971) e ADLERZ (1972). Em outros países a ocorrência de viroses em pepino foi relatada em Israel (COHEN e NITZANI, 1963) ; México (NELSON *et alii*, 1966) ; Hawai (TOBA, 1962 ; SHANMUGASUNDARAN *et alii*, 1969) ; Marrocos (FISCHER e LOCKHART, 1974) ; El Salvador (DIAZ, 1972) ; Chile (ANGER *et alii*, 1974) e Brasil (COSTA *et alii*, 1972).

Os agentes causais do mosaico das curcubitáceas mais comuns que ocorrem em pepino são "Cucumber mosaic vírus" (CMV), o "Squash mosaic virus" (SWV) e o "Watermelon mosaic virus" (WMV).

"Cucumber mosaic virus" (CMV) foi originalmente descrito por DOOLITTLE (1916), como um vírus ocorrendo em pepino e capaz de ser transmitido a várias espécies de cucurbitáceas. DOOLITTLE (1920) citado por WHIPPLE e WALKER (1941) e DOOLITTLE e WALKER (1925) descreveram a sintomatologia e propriedades físicas de CMV. Insetos das espécies *Mysus persicae*, *Aphis gossypii*, *Diabrotica vitata* e *Diabrotica duodecimpunctata* foram capazes de transmitir a virose. Entre onze gêneros de cucurbitáceas testados abrangendo 23 espécies, somente o gênero *Citrullus* não foi infectado sistemicamente por CMV. JOHN - SON (1927) citado por WHIPPLE e WALKER (1941) sugeriu que "cucumber mosaic virus" descrito por DOOLITTLE (1916) seja denominado "cucumber virus 1", considerando-o como o vírus típico do grupo CMV.

Desde então várias estirpes de CMV tem sido descritas na literatura. PORTER (1931) citado por WHIPPLE e WALKER (1941) estudando isolados de CMV coletados em vários locais dos Estados Unidos, concluiu existirem dois grupos de CMV com base na sintomatologia causada em pepino da cultivar White Spine. Ao grupo de isolados que se diferenciou da estirpe padrão de CMV, PORTER (1931) denominou "Cucumber virus-2". PRICE (1935)

demonstrou a presença de seis estirpes de CMV baseado na sintomatologia diferencial causada em pepino, espinafre, tomate e três espécies de fumo. Uma das estirpes, denominada nº 6, diferenciou-se das demais por causar lesões locais em *Zinnia elegans* e apresentar proteção cruzada com a estirpe típica de CMV. Numerosas outras estirpes de CMV foram desde então identificadas, baseadas principalmente nos diferentes tipos de sintomas causados em determinados hospedeiros e em alguns casos inclusive na gama de hospedeiros (WHIPPLE e WALKER, 1941 ; POUND e WALKER, 1948 ; FULTON, 1950 ; FAAN e JOHNSON, 1951 ; WALKER, 1952). A estirpe 6 de PRICE (1935) tem sido utilizada para demonstrar as relações entre as estirpes encontradas, através de testes de proteção cruzada.

"Cucumber virus-3" e "Cucumber virus-4" descritos por AINSWORTH (1935) e que diferem das estirpes de CMV até então descritas, por causarem sintomas de mosaico em melancia e apresentarem propriedades físicas diferentes, foram consideradas viroses distintas por WHIPPLE e WALKER (1941).

KENDRICK (1934) relatou a ocorrência de um vírus em melão capaz de ser transmitido pelas sementes e FREITAG (1941) denominou-o de "Squash mosaic virus" (SMV). Posteriormente FREITAG (1956) determinou as propriedades de transmissão de "squash mosaic virus". SMV foi capaz de infectar sistemicamente e causar sintomas de mosaico em doze espécies da família cucurbitaceae. Das curcubitáceas testadas somente melan

cia, *Citrulus vulgaris* L., não apresentou sintomas de mosaico, porém uma variedade dessa espécie, *Citrulus vulgaris* var. citroides Bailey, pode ser infectada sistemicamente. Plantas de pepino inoculadas com SMV desenvolveram lesões cloróticas nos cotilédones inoculados. As primeiras folhas verdadeiras demonstraram clareamento de nervuras e amarelecimento, mas as folhas subsequentes não apresentaram sintomas. Dessa forma algumas semanas após a inoculação tornou-se difícil a diagnose da doença em pepino. Segundo FREITAG (1956) esse fato explica porque a doença não havia sido constatada em pepinos, mesmo em áreas onde a incidência de mosaico em abóboras era alta. Inoculações de SMV em outras famílias botânicas causaram sintomas de mosaico em *Pisus sativum* L. e *Coriandrum sativum* mas não em 88 espécies de plantas pertencentes a outras 29 famílias botânicas. Incluem-se entre estas *Zinnia elegans* L., *Lycopersicon esculentum* e seis espécies de fumo, que são normalmente utilizadas como hospedeiros diferenciais em virologia. Segundo o autor a gama de hospedeiros de SMV é mais limitada quando comparada com a gama de hospedeiros que pode ser infectada por CMV.

O SMV não foi transmitido por nove espécies de afídeos, tais como: *Aphis gossypii* Glover, *Misus persicae* Sulz, *Macrosiphum solanifolii* Ashm e *Acyrtosiphon onobrochus* Bdf que infestam campos de cucurbitáceas, ou por cinco espécies de cigarrinhas. Coleópteros das espécies *Acalymma trivittata* Mann e *Diabrotica undecimpunctata* transmitiram SMV após um pe-

período de aquisição de cinco minutos. O maior período de retenção do vírus nos vetores, observado por FREITAG (1956) foi de 17 dias. O longo período de retenção do vírus pelo inseto sugere que possivelmente outro mecanismo esteja envolvido além da transmissão mecânica através de partes do aparelho bucal do inseto. Tanto a transmissão através do material regurgitado, fezes, bem como hemolinfa do inseto, foram eficientes na transmissão do vírus. O autor sugere que as fezes possam ser uma excelente fonte de vírus em condições de campo.

NELSON *et alii* (1965) descreveram uma virose em melão, cujo agente causal apresenta as mesmas propriedades físicas de SMV. O vírus causador não foi transmitido por afídeos porém por *Diabrotica undecimpunctata*. Testes de proteção cruzada com "Watermelon mosaic virus-2" e CMV ("cucumber mosaic virus") não revelaram nenhuma relação entre o novo vírus com os anteriores. Os autores consideram o vírus como uma estirpe de SMV, denominando-o "Watermelon Stunty virus" (WSV), consubstanciados nas seguintes evidências: Reação serológica positiva com anti-serum para SMV; mesma gama de hospedeiros e propriedades físicas que SMV; e principalmente pelo fato de infectar sistemicamente melancia.

O terceiro grupo de vírus que infecta cucurbitáceas foi descrito por WALKER (1933), ocorrendo em melancia nos Estados Unidos. Plantas afetadas caracterizavam-se por apre -

sentar mosqueamento, mal formação foliar e encurtamento dos internódios das plantas. Os frutos novos apresentavam deformações, áreas amareladas deprimidas e sintomas de mosaico em alguns casos. O autor denominou a essa doença de mosaico da melancia e postulou serem afídeos os prováveis agentes transmissores. ANDERSON (1954 a , 1954 b) descreveu duas viroses de cucurbitáceas denominadas de "Watermelon mosaic virus" e "Yellow watermelon mosaic virus". Ambos agentes causais induziram sintomas sistêmicos em doze espécies de cucurbitáceas testadas, mas foram incapazes de causar sintomas em *Nicotiana tabacum*. Evidenciou-se tratar de estirpes de um mesmo vírus com base na sintomatologia diferencial em cucurbitáceas, similaridade de propriedades físicas e leve evidência de proteção cruzada.

LINDBERG *et alii* (1956) estudaram comparativamente treze isolados de vírus de cucurbitáceas incluindo um isolado de CMV previamente determinado. Exceto para CMV que infectou sistemicamente três espécies do gênero *Nicotina*, *Datura stramonium* e *Zinnia elegans*, todos os demais isolados foram restritos à família cucurbitaceae. *Citrullus vulgaris* possibilitou a separação de dois grupos distintos de viroses além de CMV. O grupo denominado de mosaico da abóbora, foi incapaz de causar sintomas de mosaico em melancia. Pelas propriedades físicas e reação de hospedeiros diferenciais identifica-se com SMV, descrito por FREITAG (1956). O segundo gru

po foi denominado grupo do mosaico do melão. Os virus constituintes desse grupo, causaram sintomas de mosaico em melancia, foram transmitidos por afídeos pertencentes as espécies *Mysus persicae* e *Aphis gossypii*, mas não por coleópteros da espécie *Acalymma duodecimpunctata*.

As estirpes de "Watermelon mosaic virus" e "Yellow watermelon mosaic virus" descritas por ANDERSON (1954a, 1954b) incluídas nos estudos de LINDEBERG *et alii* (1956) revelaram pertencerem ao grupo do mosaico do melão. Dessa forma os virus pertencentes ao grupo do mosaico do melão passaram a ser identificados também como "watermelon mosaic virus" (WMV).

LINDEBERG *et alii* (1956) não obtiveram antisoro para "Watermelon mosaic virus" nem puderam observar partículas virais através de microscopia eletrônica. Um isolado de WMV da África do Sul purificado por VAN REGENMORTEL (1960) caracterizou-se por apresentar partículas filamentosas.

WEBB e BOHN (1962) e WEBB (1963) testaram linhagens e introduções de melão para resistência a WMV entre outros virus. Várias linhagens foram parcialmente tolerantes ou resistentes a alguns isolados de WMV, mas não a outros. Algumas plantas da introdução de melão PI-180280 desenvolveram sintomas locais mas foram resistentes a invasão sistêmica por certos isolados de WMV.

WEBB e SCOTT (1965) determinaram a reação de vários hospedeiros, proteção cruzada e relações serológicas de dez

isolados de "watermelon mosaic virus" incluindo isolado obtido de Freitag. Tanto o isolado de WMV de Freitag como dois outros induziram lesões locais nos cotiledones de melão das introduções PI-124112 e PI-180280. Os demais isolados foram sistêmicos e induziram sintomas de mosaico. Teste de proteção cruzada dentro do grupo de três isolados incluindo o de Freitag, e que causaram somente lesões locais nos cotiledones das duas introduções de melão mostraram serem eles relacionados. Os testes de proteção cruzada entre estes isolados e os causadores de mosaico nos melões PI-180280 e PI-124112 revelaram a existência de dois grupos distintos de "Watermelon mosaic virus". O antisoro obtido para um isolado pertencente ao primeiro grupo indicou alta relação entre os virus desse grupo mas não detectou relações com os virus do segundo grupo. Com base nesses resultados WEBB e SCOTT (1965), sugerem que watermelon mosaic virus deve ser identificado na forma de dois virus distintos, ao que os autores denominaram de "watermelon mosaic virus-1 (WMV-1)" e "watermelon mosaic virus-2 (WMV-2)". O WMV-1 identifica-se com os virus pertencentes ao grupo do mosaico do melão de LINDBERGH *et alii* (1956). Não induziu sintomas de mosaico, nem foi recuperado de outros hospedeiros além de cucurbitáceas. Watermelon mosaic virus-2 apresentou-se de forma latente e foi recuperado de *Tagetes erecta* L., *Vicia sativa* L., *Lathyrus odoratus* L. e *Chenopodium amaranticolor*, além de causar sintomas de mosaico em *Pisum sativum* L.

e *Cyamopsis tetragonoloba* L. Não foi recuperado de *Chenopodium album*, *Gomphrena globosa* L., *Nicotina glutinosa* L. *Nicotina tabacum* L. Var. Sansum. Ambos os vírus são morfologicamente constituídos de partículas filamentosas ao microscópio eletrônico.

Seleção para resistência a WMV-1 na introdução de melão PI-180280 originou a linhagem B633-3 utilizável na identificação de WMV-2 (WEBB e SCOTT, 1965). WEBB (1965) demonstrou que *Luffa acutangula* Roxb pode ser infectada sistemicamente por WMV-1 exibindo sintomas de mosaico, mas é imune a WMV-2. Esse fato foi confirmado por LASTRA (1968) e PROVVIDENTI e SCHROEDER (1970). Segundo WEBB e SCOTT (1965) a utilização de ambos hospedeiros permitem a identificação e separação de WMV-1 e WMV-2 quando em mistura.

MILNE e GROGAN (1969) contudo, questionam a utilidade desses hospedeiros. Os autores relatam que, alguns isolados de WMV-2 podem ser sistêmicos quando inoculados em *Luffa acutangula* e se WMV-1 ocorrer em mistura com WMV-2 a linhagem de melão B633-3 indicaria a presença de WMV-2, mas não de WMV-1.

WEBB (1971) discorda desses resultados com base na inoculação de WMV-2 através de afídeos em *Luffa acutangula*, em que não foram observados sintomas. Enxertia desse hospedeiro em melão B633-3, não demonstrou a presença de WMV-2.

COHEN e NITZANY (1963), identificaram vários vírus

afetando cucurbitáceas em Israel, entre os quais "melon mosaic virus" (MMV), que aproxima-se dos vírus componentes do grupo do mosaico do melão de LINDBERGH *et alii* (1956) em propriedades físicas, modo de transmissão e hospedeiros, incluindo sintomas sistêmicos e mosaico em melancia. "Melon mosaic virus" (MMV) contudo, causa lesões locais em *Chenopodium amaranticolor*, o que discorda dos trabalhos de WEBB e SCOTT (1965) em que WMV-2 foi latente nesse hospedeiro mas não induziu lesões locais. Segundo COHEN e NITZANY (1963) esse fato pode ser atribuído a diferentes estirpes de WMV. Latente Cucurbit Virus (CLV), um vírus latente em cucurbitáceas, descrito por WEBB (1961) e que causa lesões locais em *Chenopodium amaranticolor*, mostrou-se ausente em inoculações em *Phaseolus vulgaris* cv. Pinto, testador que reagem com lesões locais a esse vírus.

MILNE e GROGAN (1969) não observaram lesões locais em *Chenopodium amaranticolor* quando inoculado com WMV-1, o que é esperado, visto ser WMV-1 restrito às cucurbitáceas. Contudo seus isolados de WMV-2 induziram lesões locais no mesmo hospedeiro, mas não foram recuperados de alfafa como relatado por GROGAN *et alii* (1959). Lesões locais em várias espécies de *Chenopodium*, incluindo *Chenopodium amaranticolor* causadas por WMV-2 foram observadas por DEMSKI (1968) e PROVVIDENTI e SCHÖEDER (1970).

MILNE e GROGAN (1969) sugerem que resultados conflitantes na literatura podem significar diversidade biológica de

WMV-2. O WMV-1 e WMV-2 apresentam similaridade de hospedeiros dentro da família cucurbitaceae. Sob esse critério, WMV 1 pode ser considerado apenas uma estirpe com um ciclo restrito de hospedeiro, constituinte de um complexo de estirpes de WMV. Evidências preliminares com teste de proteção cruzada entre WMV-1 e WMV-2 mostraram similaridade entre os dois vírus. WMV-1 interfere com a multiplicação de WMV-2, mas não fornece uma proteção cruzada completa, além disso ocorreram reações serológicas positivas entre os dois vírus.

WEBB e SCOTT (1965) já haviam sugerido uma diversidade biológica de WMV, não como uma gama de estirpes, mas como um complexo de diferentes vírus. Basearam-se no fato de que antisoro desenvolvido para um isolado sul-africano de WMV falhou em reagir com isolados americanos de WMV-1 ou WMV-2, além da diferença encontrada na suscetibilidade de certas espécies de leguminosas. LASTRA (1968) obteve reação de isola dos venezuelanos de WMV-1 a antisoro americano, mas não antisoro sul-africano. Finalmente WEBB (1971) reconhece que dependendo da estirpe de WMV-2 pode haver a produção de lesões locais em *Chenopodium amaranthicolor*, mas ressalta que essas estirpes não são comuns na maioria das áreas de produção.

3.2 - Resistência a Mosaico em Pepino

Resistência a mosaico em pepino, causada por CWV e MMV (WMV-2) tem sido relatada na literatura.

A fonte de resistência a CMV em pepino foi a cultivar Chinese Long, procedente da China (PORTER, 1928). Posteriormente Tokyo Long surgiu como uma segunda fonte de resistência. Chinese Long e Tokyo Long contribuíram para a resistência de todas as cultivares antigas de pepino nos Estados Unidos e para a maioria das cultivares modernas. (WILSON, 1951; WILSON *et alii* 1954; WALKER e PIERSON, 1955; WALKER, 1958).

A herança da resistência a CMV na cultivar Chinese Long, foi estudada por PORTER (1931), citada por KODISTRA (1969), concluindo que a resistência a CMV nessa cultivar era devido a genes recessivos, sem entretanto determinar o número de genes envolvidos. SHIFRISS *et alii* (1942) concluíram que a resistência a CMV na cultivar Chinese Long, expressa pela ausência de sintomas na fase cotiledonar era devida a três genes complementares. Considerando, contudo, os sintomas foliares, três genes dominantes mais modificadores foram responsáveis pela resistência. WATSUWAT e WALKER (1961), estudaram a resistência a CMV nas cultivares SMR-12 e SMR-18, cuja resistência é derivada de Chinese Long e na cultivar SMR-15 cuja resistência provem de Chinese Long e Tokyo Long Green. Concluíram que em todos os casos um gene dominante era responsável pela resistência a CMV, apesar de ocorrerem modificados

res. As gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares SMR-18 e SMR-15 foram uniformemente resistentes, o que demonstrou a identidade entre os genes que condicionaram a resistência a CMV, presentes nas cultivares Tokyo Long Green e Chinese Long. SILL e WALKER (1952) demonstram, que a resistência a CMV da cultivar Chinese Long permite a multiplicação do vírus na planta resistente sem contudo manifestar sintomas.

KOOISTRA (1969), utilizou a cultivar Hokus cuja resistência é derivada de Tokyo Long Green, e a cultivar resistente Natsufushinari, para estudo da herança da resistência a CMV em pepino. A geração F_1 do cruzamento entre a cultivar Hokus e a cultivar suscetível Sporu foi intermediária entre os pais com relação a severidade de sintomas de mosaico. Com base na segregação obtida na geração F_2 e retrocruzamento o autor sugeriu que três pares de genes com efeitos aditivos controlam a resistência a CMV na cultivar Hokus. Os mesmos resultados foram obtidos para a cultivar Natsufushinari.

KOOISTRA (1969) discutiu os resultados conflitantes da literatura e atribuiu como causa principal das discrepâncias a fase em que os sintomas são avaliados para a classificação das plantas em resistentes ou suscetíveis. A temperatura durante a condução dos experimentos seria outro fator responsável pela má expressão dos sintomas de mosaico em populações segregantes e interpretações errôneas do modo de herança a CMV em pe-

pepino.

A resistência em pepino a "Melon mosaic virus" identificável com WMV-2 foi estudada por COHEN *et alii* (1971). A fonte de resistência a WMV-2 foi a cultivar Kyoto Three Feet. Essa cultivar quando inoculada com WMV-2 não apresenta sintomas de mosaico mas permite a multiplicação do vírus, apesar da concentração de partículas virais ser menor do que na cultivar suscetível. A geração F_1 do cruzamento entre Kyoto Three Feet e a cultivar suscetível Bet-Alfa foi uniformemente resistente. As segregações obtidas nas gerações F_2 e retrocruzamento para o progenitor suscetível indicaram que a resistência a WMV-2 na cultivar Kyoto Three Feet é controlada por um gene dominante. COHEN *et alii* (1971) admitiram a existência de genes modificadores para explicar as diferenças no grau de suscetibilidade das plantas das gerações segregantes.

Resistência a WMV-1 é relatada na literatura na linhagem de pepino Hawaii 64 - A - 15 por SHANMUGASUNDARAN *et alii* (1969), contudo o modo de herança não foi determinado.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Coleta, Identificação e Manutenção do Agente Causal do Mosaico das Cucurbitáceas

Folhas ou frutos de seis diferentes espécies de cucurbitáceas foram coletadas em diferentes regiões do Estado de São Paulo e constam da Tabela 1.

Os isolados foram inoculados e mantidos em plantas de abóbora da cultivar Caserta (*Cucurbita pepo* var. melopepo). A identificação dos isolados foi efetuada utilizando-se como hospedeiros diferenciais as seguintes espécies:

Nicotiana tabacum L. cv. White Burley
Chenopodium amaranthicolor
Vigna sinensis linhagem RS
Vigna sinensis linhagem SR
Cucumis melo linhagem B633-3
Cucumis sativus cv. Formosa
Citrullus vulgaris cv. Charleston Gray

O procedimento para identificação dos isolados baseado na metodologia descrita na literatura está esquematizado na Figura 1.

Convém ressaltar que todas as viroses que afetam cucurbitáceas são capazes de infectar sistemicamente e causar sintomas de mosaico em *Cucumis melo* cultivar PMR-45, *Cucurbita pepo* var. melopepo cultivar Caserta, bem como *Cucumis sativus* cultivar Boston Pickling. Dessa forma esses hospedeiros foram utilizados somente para a manutenção ou confirmação da virulência dos isolados nessas espécies e não como hospedeiros diferenciais.

Uma vez identificados os isolados, CMV ("Cucumber mosaic virus") foi mantido em plantas de fumo da cultivar White Burley e WMV ("Watermelon mosaic virus") em plantas de melancia da cultivar Charleston Gray. Visto não ser esse material infectado sistemicamente com CMV, possíveis contaminações entre os dois vírus são assim evitados.

TABELA 1 - Relação dos isolados de mosaico de cucurbitáceas e respectivas origens

Isolado	Procedência	Hospedeiro	Ano de Coleta
IGe-1	Campinas	Pepino	1971
IGe-2	Piracicaba	Pepino	1971
IGe-3	Votuporanga	Melancia	1971
IGe-4	Piracicaba	Abóbora	1971
IGe-5	Piracicaba	Pepino	1971
IGe-6	Tietê	Abóbora	1972
IGe-7	Votuporanga	Abóbora	1975
IGe-8	Parise	Shirouri (1)	1975
IGe-9	Piracicaba	Melancia	1975
IGe-10	Parise	Melancia	1975
IGe-11	Piracicaba	Pepino	1975
IGe-12	Piracicaba	Pepino	1976
IGe-13	Mercado	Pepino	1976
IGe-14	Itapetininga	Cabaça (2)	1976
IGe-15	Piracicaba	Pepino	1976
IGe-16	Conchal	Pepino	1976
IGe-17*	Instituto Biológico	Melão de São Caetano (3)	1975

(1) *Cucumis melo* Var. conomom

(2) *Lagenaria* sp.

(3) *Momordica charantia*

(*) Cedida pela Dr.^a Maria Barradas Paciência, Seção de Virologia do Instituto Biológico de São Paulo.

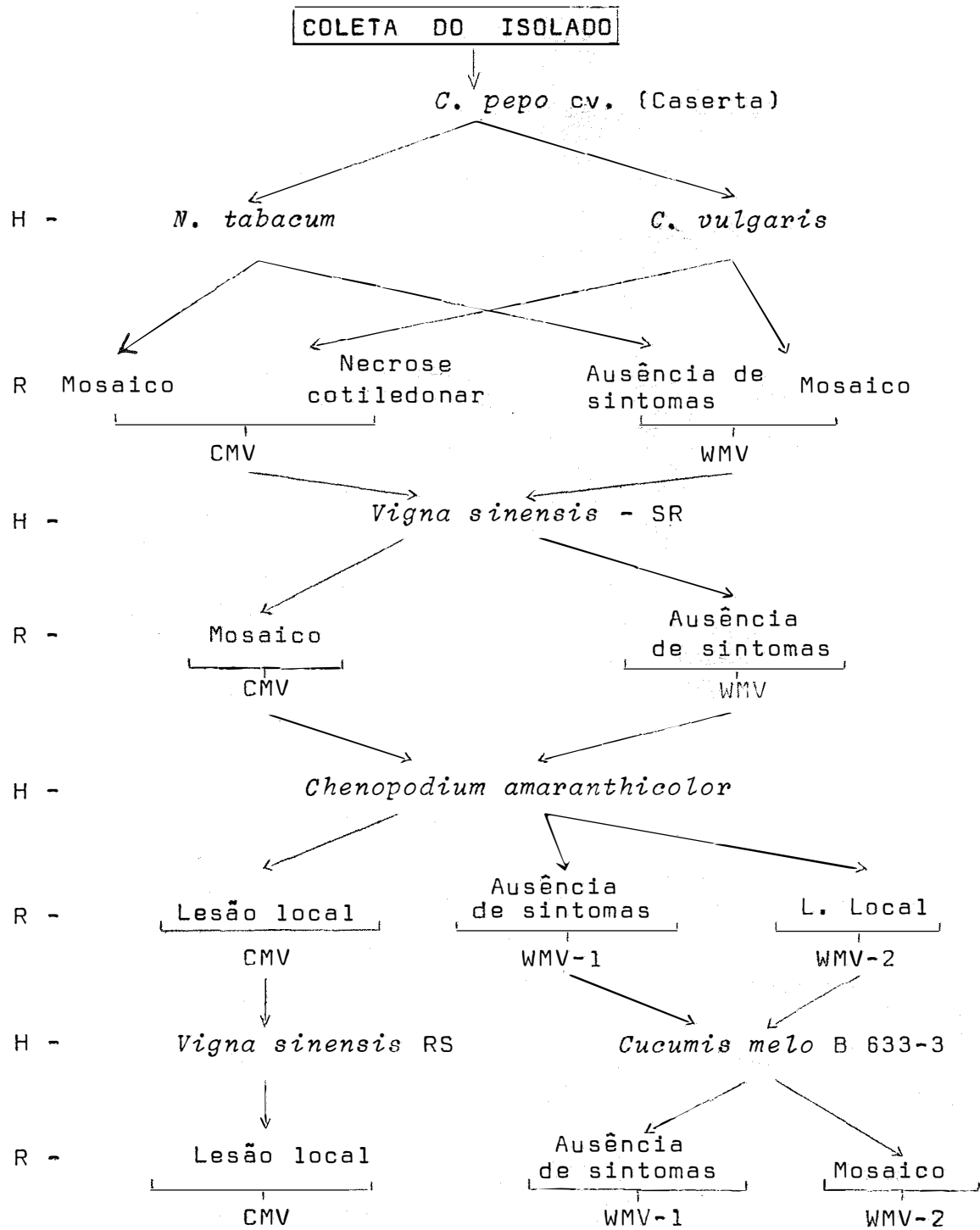


Fig. 1 - Esquema do procedimento para identificação e caracterização das viroses de cucurbitáceas.
 H - hospedeiro R - reação

4.2 - Obtenção de Plantas para Inoculação

Exceto para *Chenopodium amaranthicolor* e fumo cultivar White Burley que foram inoculados na terceira ou quarta folhas verdadeiras, todos os demais hospedeiros foram utilizados para inoculação na fase cotiledonar.

Para obtenção das plântulas procedeu-se a sementeira em vasos de barro de 10 cm de diâmetro deixando-se duas a três plantas por vaso. Para os estudos de herança devido ao maior número de plantas necessárias, procedeu-se a sementeira em linhas espaçadas de 10 cm em canteiros previamente preparados.

Todos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP.

4.3 - Preparo do Inóculo e Técnica de Inoculação

Antes da utilização nos experimentos o isolado de WMV-1 previamente escolhido (IGe-3 nos experimentos de 1971 e 1972 e IGe-13 nos experimentos de 1976) ou CMV (IGe-17), foram reproduzidos em plantas de abóbora da cultivar Caserta (*Cucurbita pepo* Var. melopepo). Esse hospedeiro comporta-se como excelente fonte para preparo de inóculo devido a inexistência de inibidores que interferem com o vírus.

Tanto para WMV-1 como para CMV o preparo do inóculo consistiu na maceração de folhas de abóbora da cultivar Caserta com sintomas de mosaico em tampão de fosfato 0,1 M pH 7,0 na proporção de 1:10 , peso de folhas:volume de solução. Bissulfito de sódio 0,01 M foi adicionado como agente redutor.

A inoculação foi efetuada nos cotiledones ou folhas verdadeiras de acordo com o hospedeiro, após o prévio polvilhamento dos mesmos com Corborundum malha 400 que serviu como abrasivo.

Em todos os experimentos a cultivar Boston Pickling foi utilizado como controle para avaliar a eficiência da inoculação. Plantas não inoculadas da mesma cultivar serviram para detectar possíveis contaminações por insetos vetores.

4.4 - Procedência do Material Avaliado

4.4.1 - Introduções, cultivares e híbridos de pepino

Cento e trinta e uma introduções cultivares e híbridos de pepino pertencentes ao setor de melhoramento de hortaliças do Instituto de Genética - ESALQ/USP , foram avaliados para resistência a WMV-1 e constam da Tabela 2 , com as respectivas origens.

TABELA 2 - Introduções, cultivares e híbridos de pepino avaliados para resistência a WMV-1

Populações	Origem
PI - 163217	Índia
PI - 164816	Índia
PI - 173889	Índia
PI - 173892	Índia
PI - 175111	Índia
PI - 179676	Índia
PI - 188807	Filipinas
PI - 192940	China
PI - 197085	Índia
PI - 197087	Índia
PI - 200815	Burma
PI - 200818	Burma
PI - 212233	Japão
PI - 220860	Coreia
PI - 227207	Japão
PI - 227208	Japão
PI - 227209	Japão
PI - 227210	Japão
PI - 229808	Canadá
PI - 234517	USA
PI - 255936	Holanda
PI - 255936	Holanda
PI - 264229	Holanda
PI - 264664	Alemanha
PI - 267743	China

Continua ...

TABELA 2 - Continuação

Populações	Origem
PI - 271754	Holanda
PI - 275410	Holanda
PI - 277741	Holanda
PI - 283899	Checoslováquia
PI - 283900	Checoslováquia
PI - 288237	Egito
PI - 288238	Egito
Biriucekitoij 193	URSS
Kustosoij 98	URSS
Novo Cerkasskij	URSS
Zelenoplodnij 47	URSS
Astrahanskij 136	URSS
Ashley	USA
Poinsett	USA
Crackerlee	USA
Lehua	USA
Palomar	USA
Improved Long Green	USA
Table Green 65	USA
Highmoor	USA
Early Fortune	USA
Tex-Long	USA
Long Marketer	USA
Otchiai Aonaga	Japão
Marketmore	USA
Straight 8	USA

Continua ...

TABELA 2 - Continuação

Populações	Origem
Okazaki	Japão
Djibae	Japão
Sagami Hangiro	Japão
Iodji Hangiro	Japão
Shinohara	Japão
Aogawa	Japão
Sairaku	Japão
Aonaga Fushinari	Japão
Aonaga Tibae	Japão
Conserva Aota	Brasil
Formosa Yo	Formosa
Formosa Ko	Formosa
Natsufushinari	Japão
Nanchi White Spine	China
Pepino Chino	Peru
Cetriolo	Itália
Beth Alpha Improved	Israel
Hokus	França
Eversweet	USA
Pepino Americano	USA
Le Generaux	França
Vert Long Marachaire	França
Puerto Rico 39	Porto Rico
Arujá	Brasil
Pepino da Índia	Índia
White Wonder	USA

Continua ...

TABELA 2 - Continuação

Populações	Origem
Pepino Caipira Araras	SP - Brasil
Pepino Itapeva	SP - Brasil
SMR - 18	USA
National Pickling	USA
Pepino Creolo	RS - Brasil
Boston Pickling	Dinamarca
Snimizu	Japão
Pepino da Índia RM	Índia
Short Green Glacier	Austrália
Hyuga n° 2	Japão
Kuroshio	Japão
Otchial n° 2	Japão
Kaga Aonaga	Japão
Horai	Japão
Okudji	Japão
Hoko	Japão
Chinese Long	USA
Mincu Extra Early	China
Beth Alpha Smooth	Israel
Early Cluster	USA
Stono	USA
BGH-331 - Estiva	GO - Brasil
BGH-398	GO - Brasil
BGH-413	GO - Brasil
BGH-1409 - São Marcos	RJ - Brasil
BGH-1440 - Caxias	RJ - Brasil

Continua ...

TABELA 2 - Continuação

Populações	Origens
BGH-1452 - São Leopoldo	RJ - Brasil
BGH-1500 - São Paulo	SP - Brasil
BGH-1915 - Manhuaçu	MG - Brasil
BGH-1938 - Aimores	MG - Brasil
BGH-1966 - Iconha	ES - Brasil
BGH-4262 - Campo Novo	SC - Brasil
Taichung Mau Gra	China
Improved Green Skin	China
Tengnan Green Skin	China
Nanchi Black Spine	China
Impoled Ridge	Inglaterra
SMR-58	USA
Puerto Rico n° 6	USA
Galaxy	USA
Santee	USA
Formosa IGe	Formosa
Cherokee	USA
Uzushio	USA
Ohio MR-17	USA
Pepino de Franca	SP - Brasil
Pepino GN	China
Takassago	Japão
Satsuki Midori (F1)	Japão
Natsuhikari	Japão
Mitsuka n° 1	Japão

TABELA 2 - Continuação

Populações	Origens
Myiama Shiyo	Japão
Top Marker (F1)	Japão
Northern Delight (F1)	Japão
Force Beauty (F1)	Japão
Gy-57	USA
Matsukaze	Japão
Papino Caipira	SP - Brasil

Após a primeira avaliação para resistência a WMV-1 os materiais resistentes ou variáveis para resistência foram submetidos a uma segunda avaliação para confirmação. Desse modo contornou-se o problema de escape que por ventura houvesse ocorrido durante a primeira avaliação para resistência.

Algumas introduções resistentes a WMV-1 , bem como materiais resistentes a CMV nas condições dos Estados Unidos, foram avaliados para resistência a CMV.

4.4.2 - Cultivar Aodai

Treze populações locais da cultivar de pepino Aodai foram avaliadas para resistência a WMV-1 nos anos de 1972 e 1976 e constam da Tabela 3 com as respectivas origens.

TABELA 3 - Populações locais da cultivar Aoidai avaliadas para resistência a WMV-1

População	Origem
Aodai Aota	Mogi das Cruzes - SP
Aodai Cotia Melhorado	Cooperativa Agrícola de Cotia - SP
Aodai Kijiro	Colômbia - SP
Aoida Kurigaki	Mogi das Cruzes - SP
Aodai Murakami	Braz Cubas - SP
Aodai Nazaré	Agroflora - SP
Aodai Okatani	Mogi Mirim - SP
Aodai Onishi	Piracicaba - SP
Aodai Otomo	Mogi das Cruzes - SP
Aodai Niyama	Nazaré Paulista - SP
Aodai Sul - Brasil	Cooperativa Sul Brasil
Aodai Murakami x Aodai Aota	Instituto de Genética
Aodai Otomo x Aodai Aota	Instituto de Genética

4.4.3 - Progênes S₁ de Plantas S₀ Resistentes a WMV-1 da Cultivar de Pepino Aodai

Em 1971 , cento e oitenta plantas de pepino da cultivar Aodai Sul Brasil e sessenta plantas da cultivar Aodai Nazaré foram inoculadas com o isolado IGe-1 de WMV-1 . Do total de duzentas e quarenta plantas inoculadas foram selecionadas sete plantas da cultivar Aodai Sul Brasil e três plantas da cultivar Aodai Nazaré, que apresentaram alto grau de resistência a WMV-1. As dez plantas originais autofecundadas deram origem a dez progênes S₁ codificadas como RM.

Em 1972 , 1.649 plantas de sete populações locais da cultivar Aodai (A. Aota , A. Murakami , A. Sul Brasil , A. Coitia Melhorado , A. Murakami x A. Aota e A. Otomo x A. Aota) foram inoculadas com o mesmo isolado IGe-1 de WMV-1. Das cento e quarenta e uma plantas selecionadas, trinta e sete foram autofecundadas e deram origem a progênes S₁ codificadas como ARM.

As dez progênes RM obtidas em 1971 juntamente com as trinta e sete progênes ARM obtidas em 1972, deram origem a quarenta e sete progênes S₁ que foram avaliadas em 1976 para resistência a WMV-1 , isolado IGe-13 , juntamente com oito populações locais originais da cultivar Aodai em um ensaio com duas repetições.

4.4.4 - Gerações Segregantes para Estudo da Herança da Resistência a WMV-1 e Determinação do Alelismo da Resistência a WMV-1 em Diferentes Fontes

A cultivar Formosa resistente a WMV-1 foi cruzada com as cultivares suscetíveis Boston Pickling, Poinsett e SMR-58, e a cultivar Natsufushinari também resistente a WMV-1 foi cruzada com a cultivar suscetível SMR-58. As gerações F_1 , excluindo os cruzamentos recíprocos, F_2 , e retrocruzamento para ambos os pais foram avaliados para resistência a WMV-1.

Para determinação do alelismo entre os genes de resistência a WMV-1 nas cultivares Formosa e Natsufushinari utilizaram-se as gerações F_1 e F_2 de seu cruzamento, bem como o retrocruzamento para ambos os pais.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições.

4.5 - Critérios de Avaliação da Reação do Hospedeiro a WMV-1

A avaliação da reação do hospedeiro a WMV-1 ou CMV foi efetuada quando a testemunha suscetível nos experimentos de triagem de cultivares, ou os pais suscetíveis, nos experimentos de herança, apresentaram 100% de plantas com sintomas. Esse fato ocorreu entre a sexta e sétima folha verdadeira. Em todos

os experimentos, as plantas com ausência de sintomas foram classificadas como resistentes e receberam nota 1. Para o caso de populações locais da cultivar Aodai, e progênies S_1 de plantas S_0 resistentes a WMV-1 foram consideradas três outras notas de uma escala que se segue:

Nota	Sintomas
2	Leve clorose, ausência de sintomas típicos de mosaico;
3	Sintomas leves, mas evidentes, de mosaico sem distorção ou deformação foliar;
4	Sintomas fortes de mosaico com distorção e/ou deformação foliar

Na avaliação da resistência das introduções o número de plantas apresentando nota 1 foi expresso em porcentagem de plantas resistentes,

Para as populações locais da cultivar Aodai e progênies S_1 a resistência a WMV-1 foi expressa pela fórmula abaixo.

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

onde: x_1 , x_2 , x_3 e x_4 = número de plantas classificadas com nota 1 , 2 , 3 e 4 , respectivamente.

N = número total de plantas avaliadas.

4.6 - Análise Estatística e Genética

Para a análise de variância entre e dentro das progênies S_1 provenientes de plantas resistentes a média ponderada, obtida como no ítem 4.5 foi transformada em raiz quadrada, segundo 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 WMV-1 utilizou-se o teste de χ^2 de acordo com SNEDECOR e COCHRAN (1973).

5 - RESULTADOS

5.1 - Identificação de Viroses de Cucurbitáceas Baseada na Reação de Hospedeiros Diferenciais

Os quinze isolados de vírus de cucurbitáceas coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo, com a respectiva reação de hospedeiros diferenciais e identificação encontram-se na Tabela 4 .

TABELA 4 - Reações de hospedeiros diferenciais a quinze isolados de vírus de cucurbitáceas e respectiva identificação. Piracicaba, SP. 1976.

Isolados- IGe	Hospedeiros										Iden- tifi- cação
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	
1	+	+	*	ll	ll	*	+	+	+	-	D
2	+	-(1)	+	ll	ll	*	+	+	+	-	C
3	-	+	*	-	-	*	+	+	+	-	A
4	-	+	*	-	-	*	+	+	+	-	A
5	-	+	*	-	-	*	+	+	+	-	A
6	-	+	*	-	ll	*	+	+	+	-	B
7	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
8	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
9	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	A
10	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
11	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
12	+	-(1)	+	ll	*	+	*	+	+	-	C
13	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
14	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
15	-	+	*	-	-	-	*	+	+	-	A
16	-	+	-	-	-	-	*	+	+	-	A
17	+	-(1)	+	ll	ll	+	*	+	+	-	C

+ = mosaico
 ll = lesões locais
 - = ausência de sintomas
 (1) = necrose cotiledonar
 * = hospedeiro não testado

A = WMV-1
 B = WMV-2
 C = CMV
 D = CMV + WMV

1º = *N. tabacum* cv. Sansum
 2º = *C. vulgaris* cv. Charleston Gray
 3º = *Vigna sinensis* cv. SR
 4º = *Vigna sinensis* cv. RS
 5º = *Chenopodium amaranticolor*
 6º = *C. melo* cv. B633-3
 7º = *C. melo* cv. PMR-45
 8º = *C. pepo* var. melopepo cv. Caserta
 9º = *C. sativus* cv. B. Pickling
 10º = *C. sativus* cv. Formosa

5.2 - Reação de Introduções Cultivares e Híbridos de Pepino a WMV-1

As introduções, cultivares e híbridos de pepino avaliados para resistência a WMV-1 foram reunidos em três grupos de acordo com a presença de 100% de plantas resistentes, 100% de plantas suscetíveis e incidência variável de plantas resistentes (5,0% - 93,7%). Os resultados encontram-se na Tabela 5 .

Das 131 introduções avaliadas, 13 apresentaram 100% de plantas com completa ausência de sintomas até a sexta folha verdadeira, quando encerrou-se o experimento. Nesta ocasião a cultivar suscetível Boston Pickling utilizado como controle, a apresentou 100% das plantas seriamente afetadas por mosaico. Em uma segunda avaliação as 13 introduções consideradas como resistentes confirmaram a resistência observada no primeiro experimento.

Trinta e oito introduções apresentaram incidência variável de plantas resistentes a WMV-1 e podem ser observadas no Grupo III da Tabela 5 . Os resultados de uma segunda triagem dos materiais variáveis para resistência, juntamente com novas introduções, encontram-se na Tabela 6 .

As introduções PI-164816 , PI-229808 Kustosoj - 98 , Astrahanskij - 136 , BGH-4262 e Aonaga Fushinari apresentaram 0% de plantas resistentes na segunda triagem, não confirmando a sua variabilidade para resistência. Observa-se contudo que nessas introduções a porcentagem de plantas resistentes era menor que 20% na primeira triagem.

TABELA 5 - Reação de introduções, cultivares e híbridos de pepino a WMV-1 , agrupados pela ocorrência porcentual de plantas resistentes. Piracicaba , SP. 1976.

GRUPO I - 100% de Plantas Resistentes

PI-163217 ; Formosa Yo ; Formosa Ko ; Formosa IGe ; Natsufushi
nari ; Shimizu ; Hyuga-2 ; Kuroshio ; Okudji ; Hoko ; Taichung
Mau - Gra ; Tenginan Green Skin ; Uzushio ; Takassago ; Top
Marker.

GRUPO II - 100% de Plantas Suscetíveis

PI-173889 ; PI-175111 ; PI-192940 ; PI-197085 ; PI-200818 ;
PI-212233 ; PI-200860 ; PI-227209 ; PI-225936 ; PI-26429 ;
PI-264664 ; PI-267743 ; PI-275410 ; PI-277741 ; PI-283899 ;
PI-283900 ; PI-288237 ; PI-288238 ; Biriucekitoij 193 ; Novo
Cerkasskij ; Zelenoplodnij 47 Galaxy ; Santee ; Cherokee ;
Ohio MR-17 ; Satsuki Midori ; Gy-57 ; Pepino Caipira R. Gos-
ser ; Pepino Caipira Capela ; Ashely ; Poinsett ; Crackerlee ;
Lehua ; Palomar ; Table Green 65 ; Highmoor ; Early Fortune ;
Tex Long ; Long Marketer ; Marktmore ; Stright 8 ; Sagami Han
giro ; Iodji Hangiro ; Shinohara ; Aogawa ; Aonaga Tibae ; Con
serva Aota ; Cetriolo ; Beth Alpha Improved ; Hokus ; Evers -

continua ...

TABELA 5 - Continuação

 GRUPO II - 100% de Plantas Suscetíveis

weet ; Pepino Americano ; Le Genereaux ; Vert Long Marachaire ; Puerto Rico 39 ; White Wonder ; Pepino Caipira ; National Pickling ; Pepino Creolo ; Boston Pickling ; Short Green Glycer ; Otchial n° 2 ; Kaga Aonaga ; Chinese Long ; Beth Alpha Smooth ; Early Custer ; Stono ; BGH-331 ; BGH-413 ; BGH-465 ; BGH-1915 ; BGH-1938 ; Nanchi Black Spine ; Impoled Ridge ; SMR-58.

 GRUPO III - Porcentagem Variável de Plantas Resistentes

PI-164816 ; PI-173892 ; PI-179676 ; PI-188807 ; PI-197087 ; PI-200815 ; PI-227207 ; PI-227208 ; PI-227210 ; PI-229808 ; PI-234517 ; PI-262990 ; Kustosoji 98 ; Astrahanskij 136 ; Improved Long Green ; Otchial Aonaga ; Okazaki ; Djibae ; Sairaku ; Aonaga Fushinari ; Nanchi White Spine ; Pepino Chino ; Pepino da Índia ; Pepino de Itapeva ; SMR-18 ; Mincu Extra Early ; Horai ; Pepino da Índia RM ; BGH-398 ; BGH-1409 ; BGH-1440 ; BGH-1452 ; BGH-1500 ; BGH-1966 ; BGH-4262 ; Improved Green Skin ; Puerto Rico n° 6 ; Pepino de Franca.

TABELA 6 - Reação de introduções cultivares e híbridos de pepino pertencentes ao Grupo III (percentual variável de plantas resistentes a WMV-1). Dados expressos em porcentagem de plantas resistentes. Piracicaba, SP. 1976.

População	Porcentagem de plantas resistentes		
	Avaliação		Média
	Primeira	Segunda	
PI-164816	15,00	0,00	7,50
PI-173893	15,55	19,05	17,30
PI-179676	25,00	25,17	25,08
PI-188807	63,89	52,78	58,33
PI-197087	80,00	84,52	82,26
PI-200815	50,00	43,13	46,56
PI-227207	62,61	28,17	45,39
PI-227208	83,30	-	-
PI-227210	42,50	34,29	38,39
PI-229808	16,67	0,00	8,33
PI-234517	26,79	32,08	29,43
PI-262990	19,09	22,50	20,79
Kutsoj 98	12,50	0,00	6,25
Astrahanskij 136	18,75	0,00	9,37
Improved Long Green	22,22	22,50	22,36
Otchiai Aonaga	43,18	84,52	63,85
Okazaki	38,38	22,50	30,44
Dkibae	82,85	56,55	69,70
Sairaku	59,00	47,60	53,30
Aonaga Fushinari	10,00	0,00	5,00
Nanchi White Spine	72,75	64,59	69,67

continua ...

TABELA 6 - Continuação

População	Porcentagem de plantas resistentes		
	Avaliação		Média
	Primeira	Segunda	
Pepino Chino	21,53	31,66	26,59
Pepino da Índia	38,85	-	-
Pepino de Itapeva	30,95	39,90	35,42
SMR-18	89,51	83,33	86,42
Mincu Extra Early	24,43	20,19	22,31
Horai	92,85	-	-
BGH-398	28,73	26,13	27,44
BGH-1409	44,47	40,39	42,43
BGH-1440	30,38	50,83	40,60
BGH-1452	24,17	16,25	20,21
BGH-1500	22,22	32,85	27,53
BGH-1966	19,17	27,38	23,27
BGH-4262	12,50	0,00	6,25
Improved Green Skin	90,00	45,00	67,50
Puerto Rico nº 6	35,00	43,56	39,28
Pepino de Franca	11,11	22,50	16,00
Pepino da Índia RM	66,36	-	-
Pepino GN	-	58,83	-
Natsuhikari	-	75,00	-
Mitsuka nº 1	-	27,89	-
Myiama Shyo	-	53,57	-
Northern Delight	-	81,81	-
Force Beauty	-	43,91	-
Matsukaze	-	93,75	-

5.3 - Reação de Populações Locais da Cultivar Aodai a WMV-1

A cultivar Aodai em sucessivas avaliações demonstrou níveis de resistência a WMV-1, expresso pela ocorrência de plantas com diferentes graus de sintomas. Dentre essas plantas destacaram-se aquelas com ausência absoluta de sintomas de mosaico nas folhas e frutos.

O resultado da avaliação de populações locais da cultivar Aodai em dois anos, expresso pela porcentagem de plantas resistentes (grau 1 na escala de notas), bem como o nível de resistência das diferentes populações em 1976, encontram-se na Tabela 7.

Cinco populações da cultivar Aodai mostraram pequena variação na porcentagem de plantas resistentes nos dois anos testados. As discrepâncias existentes em duas populações (Aodai Cotia Melhorado e Aodai Otomo x Aodai Aota) podem ser atribuídas ao tamanho da amostra. Entre as populações locais da cultivar Aodai, Aodai Cotia Melhorado apresentou a menor porcentagem de plantas resistentes em 1976 e também o menor grau de resistência (3,34). A população Aodai Aota apresentou o maior porcentagem de plantas resistentes nos dois anos, bem como um dos melhores níveis de resistência (2,65).

A população Aodai Nazaré, apesar de ter sido selecionada para resistência a WMV-1 em condições de campo, mostrou-se com um nível baixo de resistência (3,19).

TABELA 7 - Porcentagem de plantas resistentes e nível de resistência a WMV-1 em populações locais da cultivar de pepino Aodai. Piracicaba, SP., 1972 e 1976

População	1972	1976	
	% de plantas resistentes	% de plantas resistentes	Nível de (a) resistência
Aodai Aota	16,32	22,62	2,65
Aodai Cotia Melhorado	12,40	3,90	3,34
Aodai Kijiro	-	15,00	2,56
Aodai Kurigaki	-	13,64	2,89
Aodai Murakami	4,41	6,58	3,37
Aodai Nazaré	-	10,13	3,19
Aodai Okatani	-	4,55	2,55
Aodai Onishi	-	10,00	3,10
Aodai Otomo	7,75	10,61	3,07
Aodai Niyama	-	6,90	3,12
Aodai Sul-Brasil	5,53	5,77	3,33
Aodai Murakami x Aodai Aota	7,29	9,33	3,19
Aodai Otomo x Aodai Aota	10,53	3,85	3,37
Boston Pickling	0,00	0,00	4,00
Formosa	100,00	100,00	1,00

(a) 1 = resistente ; 4 = suscetível

Considerando em conjunto as populações de pepino Aodai e os dois anos avaliados, a porcentagem média de plantas resistentes foi de 8,76%. As plantas resistentes da cultivar Aodai não apresentam sintomas até a sexta ou sétima folha verdadeira. Entretanto em estágios mais avançados pode ocorrer uma leve clorose nas folhas, mas com ausência de sintomas de mosaico nos frutos.

5.4 - Reação de Progênes S_1 de Plantas S_0 Resistentes a WMV-1 da Cultivar de Pepino Aodai

A reação a WMV-1 das 47 progênes S_1 provenientes de plantas resistentes de populações locais de pepino da cultivar Aodai, expressa pelo nível médio de resistência e ordenadas pela resistência crescente, está representada na Tabela 8.

A análise de variância entre e dentro de progênes segundo metodologia de STEEL e TORRIE (1960), revelou diferenças significativas ao nível de 1% entre progênes ($F = 10,52^{**}$).

Entre as 47 progênes S_1 testadas, 4 progênes pertencem a classe de nível de resistência entre 1 e 2. Vinte e sete progênes pertencem a classe de nível de resistência entre 2 e 3 e as 16 restantes tiveram notas iguais ou superiores a 3. Somente oito progênes foram superiores à média do nível de resistência (3,39) das oito populações originais, sendo que as 36 restantes foram inferiores a média e portanto com maior resistência ao WMV-1.

TABELA 8 - Níveis de resistência e origem de 47 progênes S_1 de plantas S_0 resistentes a WMV-1 de populações locais da cultivar Aodai. Dados expressos em grau médio de resistência. Piracicaba, SP. 1976.

Progênie S_1	Nível médio de resistência	(a) C. V.	Origem
ARM-23	3,59	5,79	Aodai Sul-Brasil
ARM-29	3,58	10,09	Aodai Aota
ARM-81	3,57	12,15	Aodai Cotia Melhorado
ARM-50	3,52	9,90	Aodai Sul-Brasil
ARM-53	3,50	16,54	Aodai Otomo x Aodai Aota
ARM-86	3,47	13,60	Aodai Murakami
RM-1	3,42	12,45	Aodai Sul-Brasil
RM-16	3,40	13,76	Aodai Sul-Brasil
RM-2	3,39	13,60	Aodai Sul-Brasil
RM-10	3,28	13,89	Aodai Sul-Brasil
RM-39	3,28	14,41	Aodai Nazaré
ARM-21	3,27	14,53	Aodai Aota
ARM-60	3,14	14,95	Aodai Cotia Melhorado
ARM-61	3,12	20,50	Aodai Cotia Melhorado
ARM-31	3,10	17,76	Aodai Otomo x Aodai Aota
ARM-22	3,04	15,73	Aodai Aota
RM-41	2,99	16,04	Aodai Nazaré
ARM-41	2,96	20,86	Aodai Sul-Brasil
RM-30	2,88	24,92	Aodai Sul-Brasil
ARM-24	2,84	14,52	Aodai Aota
ARM-51	2,81	16,07	Aodai Sul-Brasil
ARM-11	2,81	14,47	Aodai Murakami
ARM-32	2,76	22,26	Aodai Otomo x Aodai Aota

continua ...

TABELA 8 - Continuação

Progenie S ₁	Nível médio de resistência	(a) C. V.	Origem
ARM-52	2,73	26,48	Aodai Otomo x Aodai Aota
ARM-64	2,69	26,16	Aodai Cotia Melhorado
RM-13	2,68	27,41	Aodai Sul-Brasil
ARM-80	2,64	17,04	Aodai Cotia Melhorado
ARM-76	2,63	12,44	Aodai Cotia Melhorado
ARM-83	2,55	19,46	Aodai Cotia Melhorado
ARM-30	2,54	23,22	Aodai Murakami x Aodai Aota
ARM-95	2,53	25,30	Aodai Cotia Melhorado
ARM-6	2,51	19,70	Aodai Aota
ARM-66	2,47	22,98	Aodai Cotia Melhorado
ARM-7	2,40	19,76	Aodai Aota
ARM-26	2,34	20,45	Aodai Aota
ARM-46	2,30	25,29	Aodai Sul-Brasil
ARM-2	2,30	16,98	Aodai Aota
RM-38	2,29	33,10	Aodai Nazaré
ARM-105	2,21	23,32	Aodai Cotia Melhorado
ARM-13	2,21	15,27	Aodai Murakami
ARM-62	2,20	17,66	Aodai Cotia Melhorado
ARM-100	2,04	14,57	Aodai Cotia Melhorado
ARM-20	1,90	22,55	Aodai Aota
ARM-78	1,50	24,17	Aodai Cotia Melhorado
ARM-23	1,42	26,06	Aodai Aota
ARM-69	1,25	18,79	Aodai Cotia Melhorado
M. 47 P.	2,73	-	- - -
M. P. O.	3,39	-	Várias

C. V. = 5,13%

C. V_g = 11,20%

(a) Coeficiente de variação dentro de progênies, que inclui efeitos ambientais.

M. 47 P. = Média de 47 progênies

M. P. O. = Média das populações originais

O coeficiente de variação obtido através do quadrado médio dentro de progênies envolve efeitos ambientais e genéticos. Considerando o efeito ambiental dentro de progênies proporcional, o coeficiente de variação indica a amplitude da variação genética dentro da progênie. Quanto maior for o coeficiente de variação, maior será a variação genética dentro de progênies. A amplitude do coeficiente de variação foi de 5,39% a 33,10% , para as progênies S_1 provenientes de plantas selecionadas para resistência ao WMV-1 .

5.5 - Herança da Resistência a WMV-1 na Cultivar de Pepino Formosa

Os resultados obtidos na avaliação da resistência para WMV-1 , nas gerações F_1 , F_2 e retrocruzamentos resultantes do cruzamento entre a cultivar Formosa (resistente) e as cultivares SMR-58 , Poinsett e Boston Pickling podem ser vistos nas Tabelas 9 , 10 e 11 , respectivamente.

Nos três cruzamentos envolvendo a cultivar resistente Formosa e as cultivares suscetíveis SMR-58 Poinsett e Boston - Pickling , as gerações F_1 e o retrocruzamento do F_1 para os progenitores suscetíveis foram suscetíveis. Isso indica que os genes para resistência a WMV-1 presentes na cultivar Formosa são recessivos. Nas gerações F_2 e retrocruzamento para os progenitores resistentes houve segregação de plantas resistentes e suscetíveis.

TABELA 9 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares Formosa (Fo), resistente e SMR-58, susceptível. Piracicaba, SP. 1976

Geração	Cultivar ou cruzamento	Número de plantas		Total	χ^2	P
		Resistentes	Susceptíveis			
P_1	Formosa	33	0	33		
P_2	SMR-58	0	44	44		
F_1	Fo x SMR-58	0	61	61		
F_2	F_1 x F_1	198	518	716	2,69	0,10-0,20
F_1 Rc1	Fo x F_1	191	227	418	3,10	0,10-0,05
F_1 Rc1	SMR-58 x F_1	0	44	44		

(a) Proporção esperada de resistentes:susceptíveis 3:1 no F_2 e 1:1 no retrocruzamento para o progenitor resistente.

TABELA 10 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Formosa (Fo), resistente e Poinsett (Po) suscetível. Piracicaba, SP. 1976.

Geração	Cultivar ou cruzamento	Número de plantas		Total	χ^2	P
		Resistentes	Suscetíveis			
P_1	Formosa	40	0	40		
P_2	Poinsett	1	60	61		
F_1	Fo x Po	0	57	57		
F_2	$F_1 \times F_1$	103	620	923	0,50	0,60-0,90
F_1 Rc1	$F_1 \times Fo$	33	59	92	0,10	0,70-0,80
F_1 Rc1	$F_1 \times Po$	3	200	203		

(a) Proporção esperada de resistentes:suscetíveis 7:57 no F_2 e 3:5 no retrocruzamento para o progenitor resistente.

TABELA 11 - Reação a WMV-1 em gerações F₁, F₂ e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Formosa (Fo), resistente e Boston Pickling (B. P.), suscetível. Piracicaba, SP. 1976.

Geração	Cultivar ou cruzamento	Número de plantas			Total	X ²	P
		Resistentes	Suscetíveis	(a)			
P ₁	Formosa	30	0	30			
P ₂	Boston Pickling	0	42	42			
F ₁	Fo x B. P.	0	54	54			
F ₂	F ₁ x F ₁	121	961	1.082	0,067	0,80-0,70	
F ₁ Rc1	Fo x F ₁	181	301	482	0,0005	0,99-0,98	
F ₁ Rc1	B.P. x F ₁	0	167	167			

(a) Taxa esperada de resistentes:suscetíveis 7:57 no F₂ e 3:5 no retrocruzamento para o progenitor resistente.

Consideraram-se resistentes as plantas que apresentaram ausência absoluta de sintomas nas folhas até a ocasião em que 100% das plantas dos pais suscetíveis exibissem sintomas de mosaico. Para efeito de análise genética, plantas que apresentaram diferentes expressões de sintomas foram consideradas como pertencentes à classe fenotípica de suscetibilidade.

As segregações obtidas no cruzamento entre as cultivares suscetíveis Poinsett e Boston Pickling, com a cultivar resistente Formosa foram idênticas. O teste χ^2 mostrou-se não significativo para uma segregação, plantas resistentes:suscetíveis de 7:57 na geração F_2 e 3:5 no retrocruzamento para o progenitor resistente. Esse padrão de segregação pode ser tentativamente explicado pelo controle da resistência a WMV-1 por três pares de genes recessivos presentes na cultivar Formosa, arbitrariamente denominados de *dd ee ff*. Para a expressão da resistência é condição necessária que determinado par de genes, dos três envolvidos, arbitrariamente denominado *dd*, esteja na forma recessiva. Se esta condição for satisfeita a resistência se expressará quando qualquer um dos outros dois pares de genes *ee* ou *ff* ou ambos estiverem também na forma recessiva.

A planta será suscetível a WMV-1 caso o alelo dominante do locus *d* esteja presente, independentemente da constituição genotípica dos outros dois locos.

Propõem-se o genótipo *DDEEFF* para as cultivares suscetíveis Poinsett e Boston Pickling. Na geração F_2 do cruzamento entre Formosa, resistente e as cultivares Poinsett e Boston Pickling 7/64 dos indivíduos serão resistentes a WMV-1 com as constituições genotípicas *dd ee F-*, *dd E-ff* e *dd ee ff*. No retrocruzamento da geração F_1 (suscetível x resistente) para a cultivar Formosa (resistente) 3/8 dos indivíduos serão resistentes com as constituições genotípicas *dd EE ff*, *dd ee Ff* e *dd ee ff*.

Baseado nessa hipótese a segregação monogênica recessiva obtida no cruzamento entre a cultivar Formosa e SMR-58, suscetível, pode ser explicada considerando-se a cultivar SMR-58 homocigoto dominante para o gene *d*. Os resultados obtidos na geração F_2 e no retrocruzamento para o progenitor suscetível podem ser explicados se um ou ambos dos outros dois locos envolvidos estiverem na forma homocigota recessiva. Propõem-se para a cultivar SMR-58 uma das constituições genotípicas; *DD ee ff*, *DD EE ff* e *DD ee FF*.

5.6 - Herança da Resistência a WMV-1 na Cultivar de Pepino Natsufushinari

A avaliação das gerações F_1 , F_2 e retrocruzamentos originários do cruzamento entre a cultivar de pepino Natsufushinari (resistente) x SMR-58 (suscetível) encontra-se na Tabela 12.

TABELA 12 - Reação a WMV-1 em gerações F_1 , F_2 e retrocruzamento do cruzamento entre as cultivares de pepino Natsufushinari (Nat.), resistente e SMR-58, suscetível. Piracicaba, SP. 1976.

Geração	Cultivar ou cruzamento	Número de plantas		Total	χ^2	P
		Resistentes	Suscetíveis			
P_1	Natsufushinari	25	2	27		
P_2	SMR-58	0	34	34		
F_1	Nat. x SMR-58	0	57	57		
F_2	$F_1 \times F_1$	13	633	646	0,85	0,30-0,50
F_1 Rcl	Nat. x F_1	25	239	264	2,22	0,20-0,10
F_1 Rcl	SMR-58 x F_1	0	34	34		

(a) Proporção esperada de resistentes:suscetíveis 1:63 no F_2 e 1:7 no retrocruzamento para o progenitor resistente.

Os resultados, baseados no cruzamento entre a cultivar Natsufushinari x SMR-58 , sugerem que a herança da resistência a WMV-1 na cultivar Natsufushinari é devida a três pares de genes recessivos.

5.7 - Determinação do Alelismo dos Genes de Resistência a WMV-1 nas Cultivares de Pepino Formosa e Natsufushinari

Os resultados da determinação do alelismo entre os genes que condicionam a resistência a WMV-1 nas cultivares Formosa e Natsufushinari estão contidos na Tabela 13 .

A geração F_1 apresentou a maioria das plantas suscetíveis, o que é indicativo de que os genes para resistência WMV-1 presentes nas duas fontes são diferentes. A cultivar Natsufushinari pode apresentar uma baixa frequência de plantas suscetíveis quando inoculada com WMV-1 . A manifestação dos sintomas no caso traduz-se por uma leve clorose, e eventualmente mosaico. Não se obteve um padrão de segregação definido para as gerações F_2 e retrocruzamento.

TABELA 13 - Determinação do alelismo entre os genes de resistência a WMV-1 nas cultivares de pepino Formosa (Fo) e Natsufushinari (Nat). Piracicaba, SP. 1976.

Geração	Cultivar ou cruzamento	Número de Plantas		Total
		Resistentes	Suscetíveis	
P ₁	Natsufushinari	11	2	13
P ₂	Formosa	26	0	26
F ₁	Nat x Fo	6	31	37
F ₂	F ₁ x F ₁	160	324	484
F ₁ Rc1	Fo x F ₁	43	75	118
F ₁ Rc1	Nat x F ₁	6	50	56

5.8 - Reação de Cultivares e Híbridos de Pepino a CMV

Quatorze cultivares e híbridos de pepino que apresentaram resistência a WMV-1 ou relatados na literatura como resistente a "Cucumber mosaic virus" foram avaliados para resistência a CMV. Os resultados encontram-se na Tabela 14.

As cultivares resistentes a WMV-1, Formosa, Natsufushinari e Okudji apresentaram 100% de plantas resistentes a CMV. A cultivar Miyama Shyio foi variável para resistência a WMV-1 mas apresentou-se uniformemente resistente a CMV. Das cultivares relacionadas na literatura como resistentes a CMV, somente a cultivar SMR-18 foi totalmente resistente. As demais cultivares tais como, SMR-58 e Ohio - MR-17 foram variáveis, demonstrando a presença de plantas com leve mosaico que segundo o critério utilizado no presente trabalho foram consideradas como suscetíveis.

TABELA 14 - Reação de cultivares e híbridos de pepino a CMV. Piracicaba, SP. 1976.

População	% de Plantas Resistentes
Formosa	100,0
Natsufushinari	100,0
Okudji	100,0
SMR-18	100,0
Miyama Shyio	100,0
Kuroshyo	93,3
Takassago	91,3
SMR-58	82,1
Tenginan Green Skin	78,1
Ohio MR-17	73,9
Taichung Mau-Gra	0,0
Boston Pickling	0,0

6 - DISCUSSÃO

Apesar do levantamento restrito de isolados de viroses de cucurbitáceas, a identificação com base na reação de hospedeiros diferenciais, demonstrou que "Watermelon mosaic virus-1" (WMV-1) foi a virose prevalente.

COHEN e NITZANY (1963) em levantamento de 200 amostras de viroses em Israel encontrou CMV em 1/3 dos casos, enquanto que o restante foi constituído de MMV (melon mosaic virus) identificado como WMV-2, segundo WEBB e SCOTT (1965). LASTRA (1968) na Venezuela, em 109 amostras coletadas identificou 85 como sendo WMV, 18 como CMV e somente 6 como SMV. "Watermelon mosaic Virus-1" representou 64,7% das amostras de WMV coletadas. WEBB e SCOTT (1965) constatou que entre 10 isolados de WMV obtidos na Califórnia 7 eram de WMV-1. MILNE *et alii* (1969) em 389 amostras coletadas na Califórnia en-

contraram WMV-2 em 281 amostras, enquanto que WMV-1 foi identificado em 14 amostras e CMV em 88 amostras. Isolados coletados em Sinaloa, México, revelaram somente a presença de WMV, porém 62% das amostras de WMV eram constituídas de WMV-2. Na Flórida, ADLERZ (1972) identificou exclusivamente WMV-1 em campos de pepinos e abóboras examinados. "Watermelon mosaic virus-1" predominou em amostras coletadas em Nova York e New Jersey, Estados Unidos (PROVVIDENTI e SCHROEDER, 1970 ; WEBB, 1971). Em El Salvador, DIAZ (1972) relatou a ocorrência exclusiva de WMV-1 em 92 amostras de ~~viroses~~ coletadas em melões e melancias. FISCHER e LOCKHART (1974) no Marrocos e ANGER *et alii* (1974) no Chile, identificaram somente WMV-2 infectando cucurbitáceas. No Brasil, WMV-1 foi o vírus predominante em levantamento efetuado por COSTA *et alii* (1972).

Os relatos da literatura, apontam para o fato que WMV é o vírus prevalescente em cucurbitáceas na maioria das áreas estudadas, seguindo-se em importância o CMV. Os resultados obtidos concordam com esse fato. Existem contudo controvérsias quanto a importância da ocorrência relativa de WMV-1 e WMV-2. Segundo MILNE *et alii* (1969) a predominância de WMV-1 relatada pelos diferentes autores não é real mas é devida a utilização de hospedeiros diferenciais que indicam a presença de WMV-1 ou WMV-2, mas são incapazes de identificarem misturas entre ambos os vírus. MILNE *et alii* (1969), advogam a maior importância de WMV-2 em relação a WMV-1, especialmente em regiões de clima temperado. Segundo os autores a

sobrevivência de WMV-1 de uma estação para outra depende exclusivamente da presença de hospedeiros da família cucurbitácea na qual WMV-1 é restrito. Em regiões de clima tropical ou sub-tropical na qual se inclui o Brasil, a predominância de WMV-1 seria então facilmente explicada, pois cucurbitáceas cultivadas ou selvagens vegetam durante todo o ano. ADLERZ (1972) demonstrou que *Momordica charantia*, de ocorrência endêmica no Brasil, pode funcionar como reservatório de WMV-1.

PROVVIDENTI e SCHOEDER (1970), além de corroborarem a explicação da predominância de WMV-1 em áreas tropicais, pela existência de hospedeiros adequados, admitem a possibilidade de que WMV-1 seja disseminado através de sementes, o que explicaria a ocorrência de WMV-1 em regiões de clima temperado, LASTRA (1968) baseado em informações da ocorrência de WMV em Porto Rico, Cuba e Venezuela, sugere que WMV-1 tenha origem na América tropical, e não somente nos vales secos da Califórnia e México como sugerido por GROGAN *et alii* (1959).

A avaliação da reação de introduções cultivares e híbridos de pepino a WMV-1, exibiu uma ampla gama de variabilidade. Dos materiais que apresentaram 100% de plantas resistentes, Formosa, Natsufushinari, Shimizu, Hyuga-2, Kuroshio, Okudji, Hoko, Usushio e Takassago são procedentes do Japão. Tainchung Mau-Gra, Tenginan Green Skin são procedentes da China e o PI-163217 da Índia.

Segundo FUJI (1957, 1972) a partir de seu centro de origem, o noroeste da Índia, o pepino foi introduzido na Chi-

na onde desenvolveram-se dois grupos de cultivares (norte asiático e sul asiático), com características morfológicas distintas. As cultivares do grupo Norte apresentam frutos longos em contraposição as cultivares do grupo sul. O pepino foi introduzido no Japão, proveniente da China no século X. Apesar da introdução de ambos os grupos de pepinos no Japão, as cultivares mais antigas originaram-se do grupo sul-asiático. Posteriormente houveram novas introduções de cultivares do grupo norte-asiático e hibridações entre dois grupos. Por volta de 1944 Kumazawa introduziu as cultivares Suyo e Santo de procedência do norte da China. Segundo MATSUMOTO (1938) citado por FUJI (1957) algumas cultivares pertencentes ao grupo sul asiático e que contribuíram para o desenvolvimento das cultivares japonesas foram: Otchiai que deu origem a cultivar Hyuga-2; Aofushinari; Aonaga, que originou Aodai; e Djibae que originou Shimoshirazu. As principais cultivares do grupo norte-asiático foram Rishu e Suyo.

Convém ressaltar que existem evidências que as cultivares de pepino japoneses resistentes a WMV-1 encontradas no presente trabalho são de origem sul-asiática.

A cultivar Formosa foi introduzida no Brasil do Taiwan, na década de 60 por um agricultor de origem chinesa chamado Tchio Ki Zui. Apresenta frutos verde-escuro entre 20-22 cm de comprimento e espinhos brancos que permite colocá-lo tentativamente no grupo sul asiático, o qual inclusive é atestado pela sua origem. A cultivar Natsufushinari segundo KU-

MAZAWA (1959) é uma mistura de linhagens do cruzamento (Suyo x Otchiai) x (Suyo x Manchu Aki). A cultivar Hyuga-2 é uma linhagem de Otchiai de origem sul-asiática. Os demais materiais japoneses resistentes a WMV-1 são todos híbridos F_1 cuja origem é a seguinte: Shimizu, F_1 (Kaga Fushinari x Otchiai Fushinari) (KOBAYASHI, 1965); Takassago, híbrido simples entre linhagem da cultivar Natsufushinari com linhagem de uma cultivar de verão da região de Tóquio; (TEZUKA, 1966); Kuroshio híbrido simples entre linhagens da cultivar Shimoshirazu (KOSAKA, 1961). Se sumarmos a genealogia dos materiais resistentes, estariam envolvidos nessa genealogia os cultivares Otchiai, Djibae, Kaga Fushinari, Suyo, e Manchu Aki. Exceto pela cultivar Manchu Aki de origem desconhecida e Suyo de origem norte asiática, as demais cultivares são de origem sul-asiática. A cultivar Kaga Fushinari mostrou-se suscetível a WMV-1, enquanto que as demais foram variáveis para resistência. Essas cultivares podem portanto ter sido a fonte de resistência a WMV-1 nos materiais testados. Postula-se que a fonte de origem de materiais resistentes a WMV-1 sejam regiões sub-tropicais da China.

Constatou-se a ocorrência de uma série de cultivares variáveis para resistência a WMV-1 mas que apresentaram resultados consistentes em duas avaliações feitas em épocas diferentes. Nesse grupo existe uma variação contínua de sintomas entre plantas e predominam também cultivares de origem oriental.

A maioria das cultivares comerciais norte-americanas, inclusive as resistentes a CMV nas condições dos Estados Unidos, bem como as cultivares européias foram suscetíveis a WMV-1. A única exceção foi a cultivar SMR-18 que apresentou-se variável para resistência com uma ocorrência média de 86,42% de plantas com ausência absoluta de sintomas. Apesar das cultivares SMR-18, SMR-58 e Ohio MR-17 terem a fonte comum de resistência a CMV na cultivar Chinese Long, somente SMR-18 foi resistente a WMV-1. WILSON *et alii* (1954) observaram expressão diferencial de sintomas a CMV entre Ohio MR-17 e Ohio MR-25 cuja resistência também provem de Chinese Long. Ohio MR-17 caracteriza-se por manifestar sintomas leves de mosaico quando inoculado com CMV. Considerando-se que no presente trabalho o padrão de resistência a WMV-1 baseou-se na ausência de sintomas nas folhas e frutos, poder-se-ia explicar a ausência de resistência na cultivar Ohio MR-17 e SMR-58.

A cultivar Formosa, resistente a WMV-1 apesar de apresentar ausência de sintomas de mosaico, permite a multiplicação do vírus na planta resistente. O mesmo padrão de resistência a WMV-2 foi encontrado na cultivar Kyoto Three Feet por COHEN *et alii* (1971). O conteúdo de partículas virais infectivas recuperadas de plantas da cultivar resistente foi menor do que na suscetível. KODISTRA (1968) não obteve diferenças na concentração de vírus entre plantas resistentes a CMV da cultivar Natsufushinari quando comparada a cultivar suscetível. A composição entre a produtividade da cultivar re-

sistente e suscetível também não demonstrou diferenças. Esse fato e a potencialidade que plantas infectadas por vírus, mas com ausência de sintomas representam como reservatório de vírus para outras culturas, levaram KOOISTRA (1968) a subestimar e considerar desvantajosa tal fonte de resistência. A avaliação da produção feita por KOOISTRA (1968) limitou-se contudo à produção total de frutos. Não existem trabalhos que demonstrem as perdas causadas por mosaico devido à produção de frutos não comercializáveis, com deformações e sintomas de mosaico em pepino.

DEMSKI e CHALKEY (1972) inocularam plantas de *Cucurbita pepo* var. melopepo da cultivar Early Yellow Summer Crook neck em dez diferentes épocas após plantio com um isolado de WMV-2. Para infecções nos períodos iniciais, 100% dos frutos colhidos foram não comerciais enquanto que cerca de 70% dos frutos de inoculações mais tardias foram não comercializáveis. Apesar disso a produção total foi reduzida de no máximo 43%, quando a inoculação foi efetuada nos estágios iniciais de crescimento. Os resultados apontaram para o fato que a redução na qualidade comercial é muito mais importante do que a redução na produção total. Considera-se ainda que foi usada uma cultivar suscetível onde existe diferença na produtividade entre plantas inoculadas e não inoculadas.

Por esse motivo e devido a inexistência de fontes de resistência em que não ocorra a multiplicação do vírus, a resistência das cultivares Formosa e Natsufushinari pode ser

funcional e útil em programas de melhoramento que vise a obtenção de cultivares resistentes a WMV-1.

A cultivar de pepino Aodai apresentou variabilidade para resistência a WMV-1. Aodai é a cultivar que predomina nas culturas estaqueadas de pepino de São Paulo. Foi introduzida por imigrantes japoneses na década de 30 e mantida localmente por diversos agricultores. Segundo MATSUMOTO (1938) citado por FUJI (1957) Aodai originou-se da cultivar Aonaga introduzido no Japão a partir do sul da China. Apesar do germoplasma Aodai ser constituído de várias populações locais, estas exibiram um comportamento semelhante para resistência a WMV-1 com uma média de 8,76 de plantas com ausência absoluta de sintomas. A resistência da cultivar Aodai caracteriza-se por multiplicação do vírus nas plantas resistentes como no caso das cultivares resistentes Formosa e Natsufushinari quando inoculadas com WMV-1.

A variabilidade para resistência a WMV-1 presente na cultivar Aodai possibilita a seleção para elevado grau de resistência. A identificação e seleção de plantas S_0 resistentes a WMV-1 foi eficiente, como demonstrada pela reação de suas respectivas progenies S_1 . Entre as 47 progenies S_1 testadas somente 3 foram inferiores à média das 8 populações originais da cultivar Aodai. As plantas selecionadas em S_0 apresentavam ausência de sintomas foliares, e suas respectivas progenies S_1 mostraram-se segregantes para resistência com coeficiente de variação genética de 11,20%. Sugere-se que a

herança da resistência a WMV-1 na cultivar Aodai seja de natureza poligênica. Seleção recorrente poderia ser um método eficiente para melhorar o nível médio de resistência a WMV-1 da cultivar Aodai.

A resistência a WMV-1 na cultivar Formosa é controlada por três pares de genes recessivos (*dd ee ff*) com epistasia. Para que ocorra a resistência um determinado par deve estar na forma recessiva. A interpretação genética da resistência baseia-se em padrões de ausência de sintomas como da cultivar Formosa e padrões de suscetibilidade como dos cultivares SMR-58, Poinsett e Boston Pickling. Sugere-se que a constituição genotípica da cultivar SMR-58 seja *DD ee ff DD EE ff* ou *DD ee FF*. As cultivares Boston Pickling e Poinsett apresentam o genótipo *DD EE FF*. Inexistem relatos na literatura sobre a herança da resistência a WMV-1 em pepino.

COHEN *et alii* (1971) demonstraram a importância do estágio de desenvolvimento das plantas para a avaliação da resistência a WMV-2. O estágio que discriminou entre o fenótipo resistente e suscetível foi o da sétima folha verdadeira quando a testemunha suscetível apresentou 100% das plantas com sintomas de mosaico, e a proporção de plantas resistentes para suscetíveis nas populações segregantes permaneceu constante. No presente trabalho a avaliação foi efetuada quando a cultivar suscetível utilizada apresentou todas as plantas com sintomas, o que permite consistência nas segregações obtidas.

A herança da resistência da cultivar Natsufushinari

a WMV-1 baseada no cruzamento com a cultivar suscetível SMR-58 é devido a três pares de genes recessivos. A expressão da resistência a WMV-1 da cultivar Natsufushinari é inferior em relação a de Formosa. Natsufushinari caracteriza-se por apresentar ocasionalmente uma baixa frequência de plantas com acentuada clorose que eventualmente evolui para sintomas de mosaico. Para finalidade de melhoramento a cultivar Formosa é melhor progenitor do que Natsufushinari. Apesar de ambas serem resistentes tanto a WMV-1 como a CMV Formosa apresenta características de fruto mais próximas a cultivar Aodai.

Existem evidências que os genes de resistência a WMV-1 presentes nas cultivares Formosa e Natsufushinari não sejam alelos, apesar de ambos apresentarem resistência devida a três pares de genes recessivos. A expressão fenotípica de sintomas em ambas as fontes é diferente, além de haver segregação de plantas suscetíveis na geração F_1 do cruzamento Natsufushinari x Formosa. A postulação do não alelismo entre os genes de resistência a WMV-1 presentes nas duas fontes, implicaria em uma segregação na geração F_2 de seis pares de genes recessivos. O número de plantas resistentes na geração F_2 do cruzamento Natsufushinari x Formosa foi elevado comparado com o número total de plantas da geração F_2 . Esse fato sugere a possibilidade que pelo menos alguns genes para resistência presentes nas duas fontes sejam alelos.

Quanto a "Cucumber mosaic virus" (CMV) a cultivar Formosa mostrou-se resistente. Confirmou-se também a resis-

tência de Natsufushinari e SMR-18 que são descritos na literatura como sendo resistentes a CMV respectivamente por KOOISTRA (1969) e WALKER (1958). As cultivares SMR-58 e Ohio MR-17 mostraram-se variáveis para a resistência. A explicação para o fato deve-se ao critério de avaliação da resistência baseado na ausência de sintomas. WILSON *et alii* (1954) descreveram os sintomas apresentados pelo cultivar Ohio MR-17 como leve clorose após a infecção, seguida de recuperação parcial ou quase total. Além disso Ohio MR-17 pode ser suscetível a determinados isolados de CMV, apesar de apresentar sintomas menos severos do que cultivares suscetíveis (ANDERSON, 1954).

7 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1 - Entre os isolados de vírus de cucurbitáceas coletados a maioria foi identificado como "Watermelon mosaic virus-1" (WMV-1);

2 - As fontes de resistência a WMV-1 encontradas em pepino são na sua maioria de origem oriental (Japão e China) e constituem-se dos seguintes materiais: Formosa, Natsufushinari, Shimizu, Hyuga-2, Kuroshio, Okudji, Hoko, Usushio, Takasago, Taichung Mau-Gra, Tenginan Green Skin e PI-163217.

3 - Considerando-se a cultivar Formosa como padrão de resistência a WMV-1, a herança da resistência nessa cultivar é devida a três pares de genes recessivos e epistáticos, propostos serem *dd ee ff*.

4 - As cultivares suscetíveis utilizadas apresentam diferenças na sua constituição genotípica e para os quais propõem-se os seguintes genótipos: SMR-58 - *DD ee ff*, *DD EE ff* ou *DD ee FF*; Poinsett e Boston Pickling - *DD EE FF*.

5 - Existe uma ocorrência de 8,75% de plantas resistentes a WMV-1 na cultivar Aodai. Sugere-se que a herança da resistência em Aodai seja poligênica.

6 - Os genes para resistência a WMV-1 presentes nas cultivares Formosa e Natsufushinari não são alelos.

7 - A cultivar Formosa demonstrou apresentar resistência múltipla a CMV e WMV-1. Confirmou-se a resistência da cultivar Natsufushinari ao isolado de CMV utilizado;

8 - A resistência a WMV-1 nas cultivares Formosa e Natsufushinari permitem a multiplicação do vírus, porém com ausência de sintomas nas folhas e frutos;

9 - Das cultivares testadas, Formosa constitui-se no melhor material para utilização em programas de melhoramento devido a sua resistência múltipla a WMV-1, CMV e características comerciais do fruto;

10 - Das cultivares de pepino americanas tidas como resistentes a CMV, somente a cultivar SMR-18 o foi quando o critério de avaliação foi ausência absoluta de sintomas.

8 - SUMMARY

Watermelon mosaic virus is the prevalent virus occurring on cucurbit fields in São Paulo State, Brazil, and possibly in tropical and sub-tropical regions.

The present research aim to establish sources of resistance to WMV-1 in cucumber and to study the inheritance of the resistance.

One hundred forty one plant introductions, cultivars and hybrid cucumbers, including local populations of Aodai the commercial cucumber cultivar in Brazil, were screened for WMV-1. The screening was carried out in greenhouse conditions and symptoms were evaluated at sixth to seventh leaf stage, when Boston Pickling used as susceptible check had developed mosaic on 100% of its plants. The criteria of resistance was complete absence of mosaic on the leaves.

Formosa, a cultivar introduced from Taiwan, Natsufushinari, Shimizu, Hyuga-2, Kuroshio, Okudji, Hoko, Taichung Mau Gra, Tenginan Green Skin, Usushio, Takassago and Top Marker in introduced from Japan and China and PI-163217 from India were uniformly resistant to WMV-1.

Aodai had 8.75% average of its plants resistant to WMV-1 Formosa, Natsufushinari and Okudji when screened to CMV also showed resistance to the virus.

The inheritance of WMV-1 resistance on cucumber cul var Formosa were studied on crossing with susceptible cultivars SMR-58, Poinsett and Boston Pickling. Three recessive genes with epistatic gene action control the resistance to WMV-1 in Formosa and Natsufushinari, but they are not alleles.

It is proposed that the center of origin of resistant cucumber cultivars to WMV-1 is China. The assumption is based on pedigree studies and from literature evidences that WMV-1 is native from sub-tropical areas of the world.

The resistant cultivars Formosa and Natsufushinari al low virus multiplication but fail to develop mosaic symptoms. The usefulness of this type of resistance is discussed.

9 - LITERATURA CITADA

- ADLERZ, W. C., 1972. *Momordica charantia* as a Source of Watermelon Mosaic Virus-1 for Cucurbits Crop in Palm Beach County, Florida. Plant. Dis. Repr., Washington, D. C., 56: 563-564.
- AINSWORTH, G. C., 1935. Mosaic Disease of the Cucumber. Ann. Appl. Biol., Cambridge, 22: 55-67.
- ANDERSON, C. W., 1954.a Two Watermelon Mosaic Virus Strains from Central Florida. Phytopathology, St. Paul, 44: 198-202.
- ANDERSON, C. W., 1954.b Two Muskmelon Mosaic Virus Strains from Central Florida. Phytopathology, St. Paul, 44: 371-374.

- ANGER, J. G. ; D. ESCAFFI e F. S. NOME, 1974. Ocurrence of Watermelon Mosaic Virus-2 on Cucurbits in Chile. Plant. Dis. Repr., Washington, D.C., 58: 599-602.
- COHEN, S. e F. E. NITZANY, 1963. Identity of Viruses Affecting Cucurbits in Israel. Phytopathology, St. Paul., 53: 193-196.
- COHEN, S. ; E. GERTMAN e N. KEDAR, 1971. Inheritance of Resistance to Melon Mosaic Virus in Cucumbers. Phytopathology, St. Paul., 61: 253-255.
- COSTA, A. S. ; E. W. KITAJIMA e H. NAGAI, 1972. Alguns Virus que Afetam o Pepino (*Cucumis sativus* L.) em São Paulo. Revista de Olericultura, Fortaleza, 12: 100-101.
- DEMSKI, J. W., 1968. Local Lesion Reactions of Chenopodium Species to Watermelon Mosaic Virus 2. Phytopathology, St. Paul., 58: 1196-1197.
- DEMSKI, J. W. e J. H. CHALKEY, 1972. Effect of Watermelon Mosaic Virus on Yield and Marketability of Summer Squash. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 56: 147-150.
- DIAZ, F. F., 1972. Identification and Distribution of WMV-1 in el Salvador. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 56: 437-440.
- DOOLITTLE, S. P., 1916. A New Infectious Mosaic Disease of Cucumber. Phytopatology, St. Paul., 6: 145-147.

- OODLITTLE, S. P. e M. N. WALKER, 1925. Further Studies on the Overwintering and Dissemination of Cucurbit Mosaic. Jour. Agr. Res., Washington, D. C., 31: 1-58.
- FAAN, H. C. e J. JOHNSON, 1951. Strains of the Cucumber Mosaic Virus. (Abs.) Phytopathology, St. Paul., 41: 11.
- FISCHER, H. V. e B. E. L. LOCKHART, 1975. Serious Losses in Cucurbits Caused by Watermelon Mosaic Virus in Marocco. Plant. Dis. Reprtr., Washington, D.C., 58: 143-146.
- FREITAG, J. H., 1941. Insect Transmission Host Range and Properties of Squash Mosaic Virus (Abs.). Phytopathology, St. Paul., 31: 8.
- FREITAG, J. H., 1956. Beetle Transmission, Host Range and Properties of Squash Mosaic Virus. Phytopathology, St. Paul., 46: 73-81.
- FUJI, T., 1957. KIURI. In: SHISSA, M. e N. KONDO. Ed. Hana to Sossai no Ikushu. Toquio, Seibundo Shin-Ko-Sha, p. 343-358.
- FUJI, T., 1972. Sossai Engei Gaku Kakuron. Toquio, Yoken do. 361 p.
- FULTON, J. P., 1950. Studies on Strains of Cucumber Virus 1 from Spinach. Phytopathology, St. Paul., 40: 729-736.
- GROGAN, R. G. ; D. H. HALL e K. D. KIMBLE, 1959. Cucurbit Mosaic Virus in California. Phytopathology, St. Paul. 49: 366-76.

- KENDRICK, J. B., 1934. Cucurbit Mosaic Transmitted by Melon Seed. Phytopathology, St. Paul., 24: 820-823.
- KOBAYASHI, K., 1965. Kiuri. In: FUJI, T. Coord. Sossai no Shin Hinshu. Toquio, Seibundo Shin-Ko-Sha, Vol. 3 , p. 26.
- KOOISTRA, E., 1968. Significance of the Non-Appearance of Visible Disease Symptoms in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) After Infection with Cucumis Virus 2. Euphytica, Wageningen, 17: 136-140.
- KOOISTRA, E., 1969. The Inheritance of Resistance to Cucumis Virus 1 in Cucumber. Euphytica, Wageningen, 18: 326-332.
- KOSAKA, Y., 1961. Kiuri. In: FUJI, T. Coord. Sossai no Shin Hinshu. Toquio, Seibundo Shin-Ko-Sha. Vol. 2 p. 45.
- KUMAZAWA, S., 1959. Sossai Engai Kakuron. Toquio, Yoken-do, 637 p.
- LASTRA, R., 1968. Ocurrences of Cucurbit Viruses in Venezuela. Plant. Dis. Repr., Washington, D.C., 52: 171-174.
- LINDBERG, G. H. ; D. H. HALL e J. C. WALKER, 1956. A Study of Melon and Squash Mosaic Viruses. Phytopathology, St. Paul., 46: 489-495.
- MILNE, K. S. e R. G. GROGAN, 1969. Characterization of WMV Strains by Serology and Others Properties. Phytopathology, St. Paul., 59: 809-818.

- MILNE, K. S. ; R. G. GROGAN e K. A. KIMBLE, 1969. Identification of Viruses Infecting Cucurbits in California. Phytopatology, St. Paul., 59: 819-828.
- NELSON, M. R. ; R. M. ALLEN e D. M. TUTTLE, 1962. Distribution, Prevalence and Importance of Some Cantaloup Virus Disease in Southwestern Arizona. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 46: 667-671.
- NELSON, M. R. ; J. C. MATEJKA e H. H. MCDONALD, 1965. Systemic Infection of Watermelon by a Strain of Squash Mosaic Virus. Phytopathology, St. Paul., 55: 1362-1364.
- NELSON, M. R. ; J. A. LABORDE e H. H. MACDONALD, 1966. Cucurbit Virus Disease on the West Coast of Mexico. Plant Dis. Repr., Washington, D.C. 50: 947-950.
- PORTER, R. H., 1928. Further Evidence of Resistance to Cucumber Mosaic Virus in Chinese Cucumber. Phytopathology, St. Paul., 18: 143.
- POUND, G. S. e J. C. WALKER, 1948. Strains of Cucumber Mosaic Virus Pathogenic on Crucifers. Jour. Agr. Res., Washington, D.C., 77: 1-12.
- PRICE, W. C., 1935. Acquired Immunity from Cucumber Mosaic in Zinnia. Phytopathology, St. Paul., 25: 776-789.
- PROVVIOENTI, R. e W. T. SCHROEDER, 1970. Epiphytotic of Watermelon Mosaic Among Cucurbitaceae in Central New York in 1969. Plant. Dis. Repr. Washington, D.C., 54: 744-748.

- SALAMA, E. A. e W. H. SILL Jr., 1968. Distribution of Cucurbit Viruses in Kansas. Plant Dis. Repr., Washington, D. C., 52: 11-14.
- SHANMUGASUNDARAN, S. ; M. ISHII ; J. C. GILBERT e H. NAGAI, 1969. Cucurbit Virus Studies in Hawaii. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 53: 70-74.
- SHIFRISS, O. ; C. H. MYERS e C. CHUPP, 1942. Resistance to Mosaic Virus in the Cucumber. Phytopathology, St. Paul. 32: 773-784.
- SILL, W. H. e J. C. WALKER, 1952. A Virus Inhibitor in Cucumber in Relation to Mosaic Resistance. Phytopathology, St. Paul., 42: 349-352.
- SNEDECOR, G. W. e W. G. COCHRAN, 1973. Statistical Methods. 6.^a Edição. U.S.A., Iowa State University Press. 593 p.
- STEEL, R. G. D. e J. H. TORRIE, 1960. Principles and Procedure of Statistics, with Special Reference to the Biological Sciences. McGraw-Hill, New York, 481 p.
- TEZUKA, H., 1966. Kiuri. In: FUJI, T. Coord. Sossai no Shin Hinshu. Toquio, Seibundo Shin-Ko-Sha. Vol. 4 , p. 40.
- TOBA, H., 1962. Studies on the Host Range of Watermelon Mosaic Virus in Hawaii. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 46: 409-410.
- VAN REGENMORTEL, M. H. V., 1960. Zone Electrophoresis and Electron Microscopy of Watermelon Mosaic Virus from South Africa. Virology, New York, 12: 127-180.

- WALKER, J. C., 1952. Diseases of Vegetable Crops, 1.^a edição, U.S.A. McGraw-Hill Book Co., INC. 529 p.
- WALKER, J. C., 1958. Two New Pickling Cucumber Varieties Resistant to Scab and Mosaic. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 42: 1337-1338.
- WALKER, J. C. e C. F. PIERSON, 1955. Two New Cucumber Varieties Resistant to Scab and Mosaic. Phytopathology, St. Paul., 45: 451-453.
- WALKER, M. N., 1933. Occurrence of Watermelon Mosaic. Phytopathology, St. Paul., 23: 741-44.
- WASUWAT, S. L. e J. C. WALKER, 1961. Inheritance of Resistance in Cucumber to Cucumber Mosaic Virus. Phytopathology, St. Paul , 51: 423-428.
- WEBB, R. E., 1961. Separation and Identification of Some Viruses Infectious to Cucurbits. Phytopathology, St. Paul., 51: 802-803.
- WEBB, R. E., 1963. Local-Lesion Hosts for Some Isolates of Watermelon Mosaic Virus. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 47: 1036-1038.
- WEBB, R. E., 1965. Luffa Acutangula for Separation and Maintenance of Watermelon Mosaic Virus-1 Free from Watermelon Mosaic Virus-2. Phytopathology, St. Paul., 55: 1379-1380.

- WEBB, R. E., 1971. Water Melon Mosaic Viruses 1 and 2 in Squash on the Atlantic Seaboard. Plant Dis. Repr., Washington, D.C., 55: 132-135.
- WEBB, R. E. e G. W. BOHN, 1962. Resistance to Cucurbit Viruses in Cucumis Melo. Phytopathology, St. Paul. 52: 1.221.
- WEBB, R. E. e H. A. SCOTT, 1965. Isolation and Identification of Watermelon Mosaic Viruses 1 and 2 . Phytopathology, St. Paul., 55: 895-900.
- 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 Dis. Repr., Washington, D.C., 49: 532-535.
- WHIPPLE, O. C. e J. C. WALKER, 1941. Strains of Cucumber Mosaic Virus Pathogenic on Bean and Pea. Jour. Agr. Res., Washington, D.C. 62: 27-60.
- WILSON, J. D., 1951. Ohio MR-17 a New Mosaic Tolerant Pickling Cucumber. Ohio Agr. Exp. Stat., Wooster. Res. Circular 10. 7 p.
- WILSON, J. D. ; C. A. JOHN e F. MYRICE, 1954. Ohio MR 25 a Pickling Cucumber Highly Tolerant to Mosaic. Ohio Agr. Exp. Stat., Wooster. Res. Circular 25. 7 p.