



TRIAGEM DE SUBSTÂNCIAS COMO INTERFERENTES NA AQUISIÇÃO
E INOCULAÇÃO DE VÍRUS DE PLANTAS POR INSETOS VETORES

ELIZABETH APARECIDA BAPTISTA DE NARDO

Este exemplar corresponde a versão final
da tese defendida pela candidata Elizabeth
Aparecida Baptista de Nardo, e aprovada
pela Comissão julgadora.

05/12/89

Orientador: Dr. ÁLVARO SANTOS COSTA

Tese apresentada ao Institu-
to de Biologia na Universida
de Estadual de Campinas para
obtenção do título de Doutor
em Biologia Vegetal.

CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1989

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos Mestres

ÁLVARO SANTOS COSTA

e

AVELINO RODRIGUES DE OLIVEIRA

MINHA HOMENAGEM

Aos meus pais e irmãos;
Ao Maurício e nossos filhos
Thaís e Thales.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

A autora deseja expressar seus sinceros agradecimentos:

- Ao Dr. ÁLVARO SANTOS COSTA, pela orientação segura, estimulante e também pelos valiosos conhecimentos transmitidos com dedicação, paciência e carinho, desde a discussão do plano de pesquisa até o preparo da presente tese;
- Ao Prof. Dr. AVELINO RODRIGUES DE OLIVEIRA, pelo incentivo e orientação em minha formação científica, e também pelas correções e sugestões apresentadas a este trabalho;
- Ao Eng^o Agr^o JORGE VEGA, pela amizade, atenção e sugestões apresentadas e também pela colaboração nas fotografias desta tese;
- Aos Drs. GERD WALTER MÜLLER e JUAREZ ANTONIO BETTI, pelas facilidades concedidas para que esta pesquisa fosse desenvolvida nas dependências da Seção de Virologia Fitotécnica do Instituto Agronômico de Campinas;
- À EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA e em especial ao Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura pela oportunidade deste aperfeiçoamento;
- À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela concessão da Bolsa de estudo no início do curso;

- Aos Drs. HUGO KUNIYUKI, IRINEU J.B. CAMARGO, LADASLAV SODEK e MOHAMED M. HABIB, pelas correções e sugestões apresentadas a este trabalho;
- Ao Engº Agrº GILBERTO NICOLELLA pela colaboração na análise estatística dos resultados;
- Aos Drs. CONDORCET ARANHA e RAQUEL B. QUEIRÓZ VOLTAN da Seção de Botânica do IAC, pelo auxílio na identificação das plantas utilizadas;
- Às Bibliotecárias MARIA AMÉLIA DE TOLEDO LEME e NILCE C. GATTAZ pela colaboração nas referências bibliográficas e revisão da literatura citada;
- À Sra. LEILA DE FRANCISCO FERNANDES PIRON pelos serviços de datilografia;
- A Todos os funcionários da Seção de Virologia do Instituto Agronômico de Campinas pelo excelente convívio, apoio e ajuda, e em especial aos Srs. ANDRÉAS SAVIOLLI, EDSON MOACIR ISQUIO, LAURA PEREIRA CORSI, MARIA APPARECIDA FRANCESCHINI SETTO e MARIA TEREZA DOS ANJOS PADOVANI;
- A MAURÍCIO DE NARDO pela paciência, apoio e compreensão que sempre demonstrou;
- À Minha MÃE pela extraordinária ajuda;

A DEUS, meu Mestre Espiritual;

A Todas as demais pessoas que de uma maneira ou outra prestaram valiosa colaboração tornando possível a realização deste trabalho, em especial a ANTONIO GRASSI JUNIOR, CÉLIA REGINA BAPTISTA, DEISE CAPALBO, EDMUR TOLEDO PIZA, JULIE D. DE CAPITANI, KARL H. LEIMER, LEILA C. BAPTISTA, JOSÉ OSMAR GASPAR, RAQUEL M.F.M. SAPAG, SHIRLEY SCRAMIN e VALDIR A. YUKI.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
1 - RESUMO	01
2 - ABSTRACT	05
3 - INTRODUÇÃO	09
4 - REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 Antivirais	13
4.2 Fungicidas	18
4.3 Inseticidas	19
4.4 Óleos	20
4.5 Repelentes/Deterrentes	21
5 - MATERIAL E MÉTODOS	26
5.1 Plantas-teste	29
5.2 Fontes-de-vírus	30
5.3 Insetos vetores	30
5.4 Substâncias testadas	33
5.4.1 Subprodutos e resíduos industriais ou agríco- las	33

	Página
5.4.2 Extratos vegetais	34
5.4.3 Óleos	35
5.4.4 Substâncias diversas	35
5.5 Triagem de substâncias como interferentes na aquisição e inoculação sob condições de laboratório	36
5.5.1 Vírus do mosaico dourado do feijoeiro por <i>Bemisia tabaci</i>	39
5.5.2 Vírus do enrolamento da folha da batata e mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i>	40
5.6 Triagem de substâncias como interferentes na inoculação sob condições de campo	44
5.6.1 Exposição semanal de plantas à infecção pelos vírus do mosaico do <i>Abutilon</i> e da <i>Euphorbia</i> por <i>Bemisia tabaci</i>	44
5.6.2 Exposição de feijoeiros transplantados para canteiros à infecção pelo vírus do mosaico dourado por <i>Bemisia tabaci</i>	47
5.7 Avaliação da interferência	48
6 - RESULTADOS	50
6.1 Avaliação do efeito interferente das substâncias na aquisição e inoculação sob condições de laboratório .	50
6.1.1 Na aquisição e inoculação do vírus do mosaico	

dourado do feijoeiro por <i>Bemisia tabaci</i>	51
6.1.2 Na aquisição e inoculação do vírus do enrolamen to da folha da batata por <i>Myzus persicae</i>	54
6.1.3 Na aquisição e inoculação do vírus do mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i>	57
6.2 Avaliação do efeito interferente das substâncias na i- noculação sob condições de campo	63
6.2.1 Exposição semanal de plantas à infecção pelos vírus do mosaico do <i>Abutilon</i> e da <i>Euphorbia</i> ..	63
6.2.2 Exposição de feijoeiros transplantados para can- teiros à infecção pelo vírus do mosaico dou- rado	65
7 - DISCUSSÃO	70
8 - CONCLUSÕES	84
9 - LITERATURA CITADA	86

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Sintomas induzidos pelos vírus estudados: (a) mo- saico dourado em feijoeiro (VMDF), (b) mosaico verde claro em melancia (VMMc) e (c) amarelo in- ternerval em <i>Datura</i> (VEFB).....	28
2. Insetos vetores: (A) adultos alados da mosca branca <i>Bemisia tabaci</i> e (B) pulgões ápteros de <i>Myzus persicae</i>	32
3. Sistema de aplicação de 3 substâncias diferentes em uma das espécies de plantas-teste utilizadas..	38
4. Teste de interferência na aquisição dos vírus: (A) mosaico dourado do feijoeiro por <i>Bemisia ta- baci</i> em folhas infetadas tratadas; (B) inocula- ção em planta sadia após o período de aquisição; (C) mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i> em fo- lhas de abóbora infetadas tratadas e (D) inocula- ção em planta de abóbora após o período de aqui- sição.....	42

5. Testes de exposição em campo de plantas-teste pulverizadas: (A) exposição de 2 indicadoras, malva e amendoim bravo, por períodos semanais em local com vegetação espontânea infetada pelos vírus do mosaico do *Abutilon* e da *Euphorbia* e (B) exposição de feijoeiros transplantados de saquinhos plásticos, após tratamento com óleos, para canteiros, à infecção pelo vírus do mosaico dourado....

LISTA DE TABELAS

Página

1. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*, sob condições de laboratório..... 52
2. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*, sob condições de laboratório..... 53
3. Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci* em relação circulativa..... 55
4. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae*, sob condições de laboratório..... 56

Página

5. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por <i>Myzus persicae</i> , sob condições de laboratório.....	58
6. Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por <i>Myzus persicae</i> em relação circulativa.....	59
7. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i> , sob condições de laboratório.....	61
8. Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i> , sob condições de laboratório.....	62
9. Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus do mosaico da melancia por <i>Myzus persicae</i> em relação não circulativa.....	64

10. Efeito interferente de substâncias na inoculação do vírus do mosaico da *Euphorbia* pelo vetor *Bemisia tabaci* avaliado através de exposição de plantas-teste em vasos, sob condições de campo..... 66
11. Efeito interferente de substâncias na inoculação do vírus do mosaico do *Abutilon* pelo vetor *Bemisia tabaci*, avaliado através de exposição de plantas-teste em vasos, sob condições de campo..... 67
12. Efeito interferente de óleos na fase de inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*, em variedades de feijoeiros transplantados para canteiros em 2 anos diferentes..... 68

1 - RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo fazer uma triagem de substâncias, das mais diversas origens, sem necessariamente ter um efeito inseticida que, aplicadas nas plantas doentes fontes de vírus (aquisição) ou nas plantas sadias receptoras de vírus (inoculação), fossem capazes de interferir na transmissão de vírus por inseto vetor, alterando sua capacidade vetora com consequente redução da infecção viral.

Na escolha das substâncias deu-se ênfase especial aos resíduos e subprodutos agrícolas e industriais, extratos vegetais, óleos e outras. O valor interferente das substâncias foi avaliado nas fases de aquisição e inoculação dos vírus separadamente.

mente. Nos estudos realizados utilizaram-se 2 insetos homópteros: *Myzus persicae* representando os pulgões e *Bemisia tabaci*, as moscas brancas. No caso de *Myzus persicae* foram estudados representantes de vírus circulatorios e não circulatorios: o vírus do enrolamento da folha da batata e o do mosaico da melancia respectivamente. Com a *Bemisia tabaci* foram estudados os seguintes vírus circulatorios: mosaico dourado do feijoeiro, mosaico do *Abutilon* e o do mosaico da *Euphorbia*.

Foram testadas 22 substâncias como interferentes na atividade vetorial, quando aplicadas sobre as folhas sob condições de laboratório. Dezesete delas mostraram efeito interferente com redução da infecção viral, estatisticamente significativa em relação aos respectivos controles. *Bemisia tabaci* mostrou-se mais sensível à interferência de substâncias do que o pulgão *Myzus persicae*.

Na transmissão do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci* muitas das substâncias interferiram com maior eficiência na fase de inoculação do que na fase de aquisição. Para os vírus transmitidos por *Myzus persicae* o resultado foi invertido mostrando-se a fase de aquisição mais crítica à interferência de substâncias aplicadas às folhas.

Maior número de substâncias interferiu na transmissão por *Myzus persicae* do vírus do mosaico da melancia (não circulatorio), dependente de picadas de prova, do que na do vírus do enrolamento da folha da batata (circulatorio), relacionada com as pica-

das de alimentação.

Substâncias como o melaço, milhocina, piche, soro de leite, os óleos mineral e vegetal, os extratos vegetais de *Datura metel* e *Melia azedarach* e o polibuteno "Hyvis" tiveram um efeito interferente significativo, com redução de infecção de 50% ou superior para um ou mais dos vírus estudados. Os resíduos e subprodutos agrícolas e industriais, os óleos, e os extratos vegetais representam grupos de substâncias promissoras para a procura de interferentes que reduzem a transmissão de fitovírus por insetos vetores.

O extrato de *Melia azedarach* mostrou-se como o melhor interferente das substâncias testadas, promovendo redução de infecção em torno de 95%, tanto na aquisição como na inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro. Não teve efeito na transmissão dos vírus pelo pulgão. A interferência foi atribuída a efeito da substância sobre a mosca branca (deterrente alimentar).

Nos testes em que o efeito de algumas substâncias foi avaliado sob condições de campo na fase de inoculação dos vírus do mosaico do *Abutilon*, do mosaico da *Euphorbia* e do mosaico dourado do feijoeiro, os resultados obtidos foram bastante semelhantes aos dos testes realizados em laboratório.

Os estudos do efeito das substâncias aplicadas às folhas sobre a aquisição e inoculação separadamente, contribuem para melhor compreensão dos mecanismos de interferência no proces-

so de transmissão de vírus de plantas por insetos vetores e também auxiliam a formulação de medidas de controle de acordo com a epidemiologia das viroses.

2.- ABSTRACT

SCREENING SUBSTANCES THAT MIGHT INTERFERE IN THE ACQUISITION AND INOCULATION OF PLANT VIRUSES BY THE INSECT VECTOR

An array of substances from varied sources, mostly without known insecticide action, were screened as to their interfering value in the transmission of plant viruses by their aphid or whitefly vector. When selecting substances for trials, preference was given to agricultural and industrial residues or by-products, plant extracts, vegetable and mineral oils, and others.

Most of the tests were carried out in the greenhouse by applying the substance to be evaluated on the leaves of the

virus donor plants prior to confining the non-viruliferous vector on them for acquisition and further testing on healthy untreated test plants; or were applied on leaves of healthy receptor test plants before caging on them viruliferous vectors that had acquired virus from untreated donor plants. In some field exposure tests, the substances were tried as interferers to vector inoculation only.

The interference value of the substances was studied in the *Myzus persicae* transmission of the papaya ringspot virus W (non-circulative) and the potato leafroll virus (circulative); and with the whitefly *Bemisia tabaci* in the transmission of bean golden mosaic, *Abutilon* mosaic and *Euphorbia* mosaic viruses, all circulative in this vector.

Twenty two substances were tried in laboratory tests with potted plants. Seventeen of them showed significant interference effects, reducing virus transmission. *B. tabaci* was by far more sensitive to interference to its vector ability than *Myzus persicae*. In the transmission of bean golden mosaic virus by *B. tabaci*, inoculation of healthy plants by the viruliferous vector was interfered more frequently by the substances tested than acquisition. With *M. persicae* the results were the opposite, the substances being more effective as interferers to acquisition than to inoculation. More substances interfered on the transmission by *M. persicae* of the non-circulative virus dependent mostly on the short probing behavior of

the aphid, than on that of the potato leafroll virus (circulative) that requires deep feeding of the insect.

Of the substances tried, molasses, "milhocina" (leftover of cereal maceration), "piche" (residue from soap manufacturing), whey, a polybutene named Hyvis, oils and the plant extracts (*Melia azedarach* and *Datura metel*) showed good interference values, reducing transmission by 50% or more. *M. azedarach* extract gave the best results of all substances tried: transmission efficiency of the bean golden mosaic virus by *B. tabaci* was reduced by 95% in the acquisition or inoculation laboratory tests. These results were attributed to a phagodeterrent effect of the plant extract.

Of the different groups of substance tried, agricultural and industrial residues and by-products, oils and plant extracts are the most promising for further screening to find substances that might interfere in plant virus transmission by insect vectors.

The results obtained in the laboratory testing of substances as interferers in the inoculation of bean golden mosaic virus by the whitefly vector were similar to those obtained under field condition for all three whitefly-transmitted viruses: *Abutilon* mosaic, *Euphorbia* mosaic and bean golden mosaic. This is considered good evidence that the greenhouse or laboratory screening gives a very good indication

of what might be reproduced under field condition.

The studies of the interfering effect of substances, separately, on the acquisition and inoculation of plant viruses by the vector, might contribute largely to a better understanding of the vector transmission process. They also help in devising recommendations for better field control of viruses spread by insect vectors.

3 - INTRODUÇÃO

As fitoviroses disseminadas por insetos vetores representam o grupo mais comum e importante dessas moléstias. E o inseto vetor é geralmente o elo mais importante da cadeia epidemiológica delas.

Ao exercer o seu papel de vetor na disseminação de um vírus de planta, o inseto atua em três fases principais, que podem ser assim enumeradas: (1) a de aquisição, em que o inseto criado ou que teve acesso à planta infetada fonte-do-vírus, adquire este e se torna virulífero; (2) a fase de trânsito, em que o inseto virulífero deixa a planta fonte-de-vírus e migra para a sadia que vai infetar; (3) a de inoculação, que começa com a che

gada do inseto virulífero à planta sadia e termina com a introdução do vírus nos tecidos suscetíveis da hospedeira.

É possível interferir na fase de trânsito dos insetos vetores através da repelência luminosa, da atração combinada com a destruição deles e pelo uso de barreiras físicas à sua movimentação. Em suas relações com a planta-fonte na aquisição do vírus (a) e com a planta sadia na inoculação (c) é que os insetos vetores são mais acessíveis à interferência em seu papel de elo da cadeia epidemiológica. É nessas duas fases, principalmente no início delas, que os vetores podem ser mais facilmente influenciados por alterações das plantas propriamente ditas ou pela aplicação de substâncias nas folhas que impedam o inseto de exercer a aquisição ou a colocação do vírus em locais adequados para seu estabelecimento (COSTA & MÜLLER, 1982).

Muitas substâncias das mais variadas origens podem, por suas propriedades físicas ou químicas, influenciar as relações vírus-vetor em plantas doadoras ou receptoras de vírus por modificações do comportamento do vetor ou no processo de infecção. Triagens sob condições de laboratório facilitam a detecção preliminar de substâncias interferentes, para testes posteriores sob condições de campo.

No presente trabalho, procurou-se fazer uma triagem de substâncias, dando-se ênfase a resíduos ou subprodutos a

grícolas ou industriais, extratos vegetais, óleos e outras que, aplicadas sobre as plantas, sejam capazes de interferir na fase de aquisição e inoculação de vírus, circulativos e não circulativos, por insetos homópteros vetores, com consequente redução da infecção viral e possível controle da moléstia.

4 - REVISÃO DE LITERATURA

Vários trabalhos foram encontrados relatando o uso de substâncias que, aplicadas nas plantas em pulverizações foliares ou nas raízes, reduziram a infecção de vírus transmitidos por insetos vetores. A maioria delas não tem sido avaliada pelo seu efeito sobre a aquisição ou inoculação dos vírus separadamente, como proposto em nosso projeto, mas sobre a transmissão geral dos vírus. Também os resultados obtidos com estas substâncias foram geralmente atribuídos a uma ação da substância sobre o vírus ou a planta hospedeira, ou a uma ação inseticida sobre o vetor, mas não sobre o processo de transmissão propriamente dito.

4.1 Antivirais

As substâncias relatadas como capazes de inibir infecção de vírus em inoculações mecânicas foram as primeiras testadas para verificar se também atuavam na transmissão de vírus por insetos vetores. Elas formam um grupo bastante heterogêneo, abrangendo diferentes substâncias químicas, metabólitos de fungos, extratos vegetais, leite, hormônios vegetais, quimioterápicos diversos e outros.

As substâncias foram utilizadas em pulverização foliar ou rega no vaso e em alguns casos, por imersão das raízes no transplante. Foram avaliadas na transmissão de vírus não circulativos e circulativos por insetos vetores, em experimentos de laboratório e de casa-de-vegetação.

"Guanazolo", um análogo da guanina, foi testado por MATTHEWS (1953) na transmissão de 2 vírus não circulativos por *Myzus persicae* e *Hyperomyces lactucae*. Os resultados positivos de redução de infecção obtidos foram atribuídos pelo investigador a uma ação inibidora do produto sobre o vírus.

Os metabólitos de fungos "trichothecin" (*Trichothecium roseum*) e "cytovirin" (*Streptomyces* sp.) foram testados por vários investigadores. BRADLEY & GANONG (1957), BRADLEY & MACKINNON (1958) e SHANKS Jr. & CHAPMAN (1965) mostraram que o "trichothecin" foi mais eficiente quando pulverizado sobre as plantas-teste antes da inoculação dos vírus pelos pulgões veto

res. Também observaram que houve maior redução da infecção viral no caso dos vírus não circulativos do que no dos circulativos. Os resultados positivos de redução de infecção viral foram atribuídos a uma ação do "trichothecin" sobre o vírus ou na suscetibilidade da hospedeira.

O "cytovirín" foi testado em pulverização foliar na fase de aquisição e inoculação dos vírus não circulativo Y da batata (SIMONS, 1960; SHANKS Jr. & CHAPMAN, 1965) e do mosaico do pepino (SHANKS Jr. & CHAPMAN, 1965). Sobre a fase de inoculação o "cytovirín" reduziu significativamente a infecção do vírus Y nos 2 testes independentes. Entretanto, não teve efeito significativo sobre a inoculação do vírus do mosaico do pepino. Foi notado que além de reduzir a suscetibilidade da planta à infecção, ele também atrasa o aparecimento de sintomas, provavelmente por uma diminuição da concentração do vírus nas plantas. Nos testes de aquisição, SIMONS (1960) deixou os pulgões sadios se alimentarem nas plantas infetadas com o vírus Y e tratadas, por períodos de alimentação crescentes (2, 4 e 8 dias). As diferenças significativas na porcentagem de infecção obtidas, em relação às plantas controles, só apareceram nas plantas que foram inoculadas com os pulgões que se alimentaram somente nos 4º e 8º dias após o tratamento. O autor interpretou esta resposta como uma diminuição da concentração do vírus nas plantas tratadas. Nos testes de aquisição (24 h) realizados por SHANKS Jr.

& CHAPMAN (1965) não houve diferença de redução de infecção entre o tratamento e o controle para os vírus estudados, Y da batata e mosaico do pepino, e segundo os autores, isto indicou que o "cytovirín" não inativou os vírus imediatamente nas plantas hospedeiras.

Os extratos vegetais e substâncias isoladas de diferentes espécies de plantas também foram testados em pulverizações foliares para verificar seus efeitos sobre a transmissão de vírus por vetores. Um polissacarídeo isolado e purificado de *Brassica oleraceae*, por WORMS & NIENHAUS (1975), inibiu a transmissão do vírus não circulativo do mosaico da alfafa, por *Myzus persicae*, porém não foi eficiente em reduzir a transmissão do vírus circulativo do enrolamento da folha da batata pelo mesmo vetor. De acordo com os autores, o polissacarídeo poderia modificar a superfície celular com um decréscimo da ligação do vírus sobre a membrana da célula. Outra interpretação, dada por VANDERVEKEN (1977), é que o polissacarídeo poderia interferir com as cargas trocadas entre os vírus e as células da planta.

VERMA & KUMAR (1982) pulverizaram extrato fresco de *Mirabilis jalapa* sobre plantas de pepino, tomate e "urdbean" (*Vigna mungo*) em plantas envasadas, expostas em condições de campo. Houve redução na incidência de todas as viroses que se manifestaram nas plantas dos experimentos e que foram as seguintes: mosaico amarelo do tomateiro e mosaico do "urdbean", transmitidos pela

mosca branca *Bemisia tabaci*, e mosaico "green mottle" do pepino transmitido por *Myzus persicae*. O número de afídeos e moscas brancas encontradas sobre as plantas tratadas foi inferior quando comparado com o das plantas não pulverizadas. Segundo os autores, o extrato de *Mirabilis jalapa* foi capaz não somente de induzir resistência nas plantas, como também ser um repelente de insetos.

FIGUEIRA (1983) testou pulverizações foliares do extrato de *Turnera ulmifolia*, um excelente inibidor da transmissão mecânica do vírus do mosaico do mamoeiro, para verificar seu efeito na transmissão deste vírus pelo vetor *Myzus persicae*. Não foi observada nenhuma redução significativa da infecção do vírus nas plantas tratadas, em relação ao controle.

ALEXANDRE *et al.* (1987) verificaram o efeito de 8 extratos de plantas pertencentes à ordem Caryophyllales sobre o vírus do mosaico dourado do feijoeiro, transmitido por *Bemisia tabaci* em relação circulativa. Os extratos foram aplicados em plantas de *Phaseolus vulgaris* antes da inoculação com moscas brancas virulíferas. Verificaram os autores que, de uma maneira geral, os tratamentos não se mostraram eficientes na redução de infecção do VMDF. A exceção foi a aplicação de 3 pulverizações sucessivas, dos extratos de *Iresine herbstii* ou de *Phytolacca thirsiflora* que reduziram a infecção viral de 50% a 58%.

Com leite, os resultados são contraditórios. SHANDS

et al. (1962) e SIMONS *et al.* (1963) utilizaram leite desnatado (sem gordura), em pulverização foliar ou incorporação no solo de plantas-teste, antes da inoculação do vírus Y da batata (não circulativo) por *Myzus persicae*. Em ambos os casos não houve redução da infecção significativa em relação ao controle. Resultados positivos foram obtidos por HEIN (1964) com leite integral contendo 3% de gordura mas não com o leite desnatado, na aquisição e inoculação do vírus do mosaico do alface, não circulativo em *Myzus persicae*. O efeito do leite foi atribuído à gordura. A mesma autora (1971) confirmou o efeito do leite integral na redução da transmissão de diversos vírus não circulativos por diferentes espécies de afídeos. No caso do vírus do enrolamento da folha da batata, circulativo em *Myzus persicae*, o leite integral não teve efeito.

O ácido giberélico foi também testado na transmissão de vírus por vetores. MUKHERJEE & RAYCHAUDHURI (1966) relataram que a imersão de raízes de plântulas de tomate em ácido giberélico, antes de serem transplantadas para o campo, aumentou o número de plantas aparentemente livres do vírus do encarquilhamento da folha, transmitido por *Bemisia tabaci*. Também os sintomas nas plantas tratadas foram atrasados, em relação aos controles. SELMAN & KANDIAH (1971) verificaram que o ácido giberélico em mistura com nitrato de amônia, quando pulverizado em plantas de nabo, reduziu a transmissão (inoculação) do "cab-

bage black ringspot virus" transmitido por *Myzus persicae*, mas não verificaram aumento no período de incubação da virose.

Quinze quimioterápicos, das mais diversas origens, foram experimentados por CANER *et al.* (1985) no controle do vírus do mosaico dourado do feijoeiro em condições de casa-de-vegetação. Os produtos foram pulverizados, uma única vez, sobre a parte aérea de feijoeiros, antes da exposição por 24 a 48 h à colônia virulífera do vetor *Bemisia tabaci*. Os autores observaram que foi possível retardar o aparecimento de sintomas do vírus, até 15 dias após a inoculação, aplicando os seguintes quimioterápicos: Ácido poliacrílico, Acyclovir, Aspirina, Distamicina A, EHNA, Foscarnet e Pyrazino-pyrazine. Porém, somente Acyclovir, Aspirina e EHNA mantiveram uma redução da infecção de 20% a 37% até 30 dias após a inoculação.

4.2 Fungicidas

RUSSELL (1968) obteve redução de transmissão em condições de campo e de casa-de-vegetação, do vírus semipersistente "beet yellows" e do persistente "beet mild yellowing" por *Myzus persicae* para plantas de beterraba pulverizadas com lactato de thiabendazol (2-(4'-thiazol)-benzimidazol). O mesmo tratamento, entretanto, não afetou a transmissão do "beet mosaic virus" (não persistente). Pulverizações com ácido lático sozinho não afetaram a transmissão dos vírus, assegurando que os resultados observados foram devidos ao thiabendazol. O mecanis-

mo de ação deste fungicida em reduzir inoculação dos vírus não ficou esclarecido, mas não foi devido a uma ação inseticida, pois adultos de *Myzus persicae* se alimentaram aparentemente bem nas plantas tratadas.

BHARDWAJ *et al.* (1982) verificaram que plantas de "urdbean" (*Vigna radiata* var. Mungo) regadas com solução do fungicida sistêmico benlate (metil-1-butilcarbamil-2-benzimidazol) em concentrações de 1% ou superiores, antes da inoculação com o vírus "urdbean leaf crinckle" (não circulativo) pelos afídeos *Acyrtosiphon* sp. e *Aphis craccivora*, não desenvolveram sintomas. Em concentrações inferiores o grau de transmissão foi baixo. Regas do produto pós-inoculação foram menos efetivas. Os afídeos não adquiriram vírus de plantas infetadas (fase de aquisição) regadas com soluções de benlate a 2% ou superiores. De acordo com os autores, os resultados obtidos poderiam ser devidos a baixa concentração de vírus nas plantas tratadas ou por uma diminuição da receptividade dos estiletes, durante o período de alimentação e aquisição dos vírus.

4.3 Inseticidas

De uma maneira geral, os inseticidas não têm sido eficientes para controlar fitoviroses transmitidas por insetos vetores. Recentemente alguns inseticidas piretróides, principalmente o deltametrin e o permetrin, têm apresentado resultados favoráveis de redução da transmissão de vírus não circulativos

sob condições experimentais e de campo (GIBSON *et al.*, 1982a; RICE *et al.*, 1983; ASJES, 1984; GIBSON & CAYLEY, 1984; GIBSON & RICE, 1986; ATIRI *et al.*, 1987). Resultados positivos também têm sido obtidos para os vírus circulativos, porém somente em condições de laboratório e de casa-de-vegetação (HIGHWOOD, 1979; GIBSON *et al.*, 1982a; SASSEN, 1983). O modo de ação desses produtos deve-se provavelmente à influência sobre o comportamento do vetor e não a uma ação inseticida.

A mistura de piretróide mais óleo (mineral) geralmente tem apresentado, sob condições de laboratório e de campo, melhores resultados do que a aplicação do piretróide e do óleo separadamente (RACCAH *et al.*, 1983; GIBSON & RICE, 1986).

4.4 Óleos

Os óleos, particularmente os de origem mineral, têm sido as substâncias mais eficientes para redução da disseminação de vírus, principalmente dos não persistentes transmitidos por pulgões, tanto experimentalmente como em aplicações na lavoura (BRADLEY *et al.*, 1962; BRADLEY, 1963; LOEBENSTEIN *et al.*, 1964; 1966 e 1970; HEIN, 1980). Também para os vírus semipersistentes foi relatada eficiência dos óleos na redução da transmissão (VANDERVEKEN *et al.*, 1966; WALKER & DANCE, 1979). Para os vírus circulativos, a maioria dos resultados são negativos (VANDERVEKEN, 1968; HEIN, 1971; PETERS & LEBBINK, 1973). Mais recentemente ZITTER & EVERETT (1979) e SIMONS & ZITTER (1980) relata

ram redução da infecção viral de um vírus circulativo em condições de campo.

Para os vírus circulativos transmitidos pela mosca branca *Bemisia tabaci*, as aplicações foliares de óleos tem sido eficientes em condições de laboratório e campo, em reduzir a infecção viral (NENE, 1972 e 1973; SINGH *et al.*, 1973; BUTTER & RATAUL, 1973; SASTRY & SINGH, 1974; SASTRY *et al.*, 1978; SHARMA & VARMA, 1982). Neste caso os óleos têm funcionado mais como um inseticida.

4.5 Repelentes/Deterrentes

A aplicação foliar de substâncias repelentes refletivas foi testada por YUKI & COSTA (1979) em experimentos conduzidos sob condições de campo, expondo-se por períodos de 1 mês, durante 12 meses consecutivos, grupos de vasos contendo plantas de feijão (*P. vulgaris*) pulverizadas com uma suspensão de purpura dourada ou prateada, mais espalhante adesivo. Os resultados entretanto não foram satisfatórios, uma vez que as porcentagens de infecção de mosaico dourado dos lotes tratados não diferiram das dos controles não tratados. O número de moscas brancas coletadas também não diferiu das do controle, não sendo possível atribuir às purpurinas douradas e prateadas um efeito repelente.

Água de cal (10%-15%) aplicada na cultura de batata reduziu a incidência do vírus do enrolamento e do vírus Y em a-

proximadamente 30% a 40% respectivamente, em comparação com controles não pulverizados (MARCO, 1986). O efeito da cal foi explicado pelo autor como resultante do aumento da refletividade da folha, reduzindo a descida dos afídeos alados (30%-50%) nas parcelas tratadas, medida por armadilhas colocadas nessas. Os insetos ficariam ofuscados com a refletividade foliar. Foram também feitos testes de interferência da cal na fase de aquisição e inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae* áptero, em condições de laboratório. Os resultados não mostraram influência da água de cal sobre a fase de aquisição do vírus, porém houve uma redução significativa na fase de inoculação. Os autores não discutiram que tipo de interferência poderia ter ocorrido e nem se houve alterações no comportamento do vetor.

O feromônio de alarme dos pulgões, cujo principal componente isolado e sintetizado é o sesquiterpenóide (E) β farnesene, foi visualizado por KISLOW & EDWARDS (1972) como uma substância capaz de reduzir a transmissão de vírus por afídeos. Entretanto, os ensaios sob condições de laboratório e campo com vírus não persistentes e os vetores *Aphis craccivora* e *Myzus persicae* (YANG & ZETTLER, 1975; HILLE RIS LAMBERS & SCHEPERS, 1978) não revelaram redução significativa sobre a transmissão. A interpretação dada pelos autores foi que esse composto é facilmente oxidado e muito volátil.

Estudos posteriores permitiram modificações na molécula produzindo derivados de (E) β farnesene sintéticos que são estáveis, menos voláteis e não fitotóxicos. Os feromônios modificados e seus derivados foram capazes de reduzir a transmissão de vírus não persistente e semipersistente, usando *Myzus persicae* como vetor, em testes sob condições de laboratório (DAWSON *et al.*, 1982; BRIGGS *et al.*, 1983 e GIBSON *et al.*, 1984). Não houve nenhum efeito óbvio sobre o comportamento de prova e alimentação dos afídeos nas plantas tratadas em relação às não tratadas.

O ácido dodecanóico, também conhecido por laúrico, é um ácido carboxílico que tem mostrado propriedades repelentes a afídeos, afetando adversamente o comportamento alimentar (deterrente alimentar) (LIM & HAGEDORN, 1977; GREENWAY *et al.*, 1978; SHERWOOD *et al.*, 1981; PHELAN & MILLER, 1982; GIBSON *et al.*, 1982b; HERRBACH, 1985 e 1987).

Estudos mais detalhados, realizados por GIBSON *et al.* (1982b) sob condições de laboratório, revelaram que o ácido dodecanóico foi capaz de diminuir a aquisição entre 50% a 90% de vírus persistentes, semipersistentes e bimodal. Entretanto, aumentou a aquisição do vírus Y da batata (não persistente) em aproximadamente 30%. Segundo os autores, a ação repelente do ácido dodecanóico aumentaria as picadas de curta duração, que são mais eficientes para transmitir vírus não persistentes e i-

nibiria as de longa duração necessárias para transmitir vírus persistentes.

HERRBACH (1987) realizou experimentos em campo para verificar o efeito do ácido dodecanóico sobre a colonização natural de afídeos em cultura de beterraba açucareira e sobre a disseminação secundária dos vírus semipersistentes e persistentes "beet yellows" e "beet mild yellowing" respectivamente. Foi verificado que populações de *Aphis fabae* foram significativamente menores sobre plantas das parcelas pulverizadas com o ácido dodecanóico do que nas parcelas não tratadas, sugerindo uma colonização diferencial pelos afídeos. Não teve, entretanto, efeito sobre a disseminação dentro da cultura dos dois vírus estudados. Uma das hipóteses, sugeridas pelo autor, é que o ácido dodecanóico estimularia os afídeos ápteros das poucas colônias existentes a se moverem para fora das plantas tratadas ou que também o contínuo influxo de afídeos alados superaria qualquer efeito residual repelente.

O sesquiterpeno dialdeído (poligodial) isolado do *Polygonum hidropiper* L. (Polygonaceae) possui uma forte atividade deterrente alimentar sobre diversos lepidópteros. Sua ação sobre a atividade vetora de *Myzus persicae* foi estudada por GIBSON *et al.* (1982b). Quando testado sobre a fase de aquisição de vírus não persistente e persistente ele inibiu a aquisição dos não persistentes, mas não a dos vírus persistentes, sugerindo

que o poligodial suprimiria o comportamento de prova dos pulgões. Porém, já está bem estabelecido que esta substância não impede *Myzus persicae* de fazer a picada de prova (GRIFFITHS *et al.*, 1982), de modo que a inibição da aquisição de vírus não persistente não foi esclarecida pelos autores.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos do presente trabalho foram realizados no Instituto Agronômico de Campinas, em condições de casa-de-vegetação, insetário e laboratório da Seção de Virologia Fitotécnica, e em condições de campo (canteiros) no Centro Experimental Campinas - Fazenda Santa Eliza.

Foram estudados 3 vírus transmitidos pela mosca branca (*Bemisia tabaci* Genn.), pertencentes ao grupo dos geminivírus: vírus do mosaico dourado do feijoeiro ou VMDF ("Bean golden mosaic virus") (Figura 1a); vírus do mosaico da *Euphorbia* ou VME ("*Euphorbia* mosaic virus") e vírus do mosaico do *Abutilon* ou VMA ("*Abutilon* mosaic virus"), também conhecido

Figura 1. Sintomas induzidos pelos vírus estudados:
(a) mosaico dourado em feijoeiro (VMDF), (b) mosaico verde claro em melancia (VMMe) e (c) amarelo internerval em *Datura* (VEFB).



como vírus da clorose infecciosa das malváceas, todos de relação circulativa com o vetor; e dois vírus transmitidos por *Myzus persicae* Sulz.: um potyvirus de relação não circulativa, o do mosaico da melancia 1 ou VMMe ("Papaya ringspot virus-W") e o luteovírus do enrolamento da folha da batata ou VEFB ("Potato leafroll virus") de relação circulativa. (Figura 1b e 1c).

5.1 Plantas-teste

Foram utilizadas:

a) Feijoeiros da variedade Preto (*Phaseolus vulgaris* L.), plantados em número de dois em vasos de alumínio de 15 cm de diâmetro por 16 cm de altura. Foram empregados na fase de 2 folhas primárias meio expandidas, para o vírus do mosaico dourado do feijoeiro.

b) Amendoim bravo ou leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.), semeado em bandejas plásticas e posteriormente, as mudas transplantadas em número de 2 por vaso. Foram empregadas logo após o surgimento da primeira folha verdadeira, para o vírus do mosaico da *Euphorbia*.

c) Malva (*Malva parviflora* L.), semeada também em bandejas plásticas, transplantadas 2 por vaso e empregadas quando tinham duas folhas definitivas com aproximadamente 2/3 do seu tamanho máximo de expansão, para o vírus do mosaico do *Abutilon*.

d) Abóbora var. Caserta (*Cucurbita pepo* L.) semeada diretamente em vasos, reduzida a 2 plantas por vaso e empre-

gadas na fase em que apresentavam a primeira folha verdadeira meio expandida, para o vírus do mosaico da melancia.

e) *Datura* (*Datura stramonium* L.), inicialmente semeada em bandejas plásticas e posteriormente replantadas 2 mudas por vaso. Foram utilizadas na fase em que apresentavam a primeira folha meio expandida, para o vírus do enrolamento da folha da batata.

5.2 Fontes-de-vírus

Todos os vírus estudados foram inicialmente obtidos de plantas infetadas pertencentes à coleção da Seção de Virologia Fitotécnica do IAC e mantidos em plantas-teste adequadas através de inoculação mecânica ou com os vetores.

5.3 Insetos vetores

Para a execução dos trabalhos houve necessidade de formação de colônias dos insetos vetores em insetários.

Tanto a colônia da mosca branca *Bemisia tabaci* (Figura 2A) como a do pulgão *Myzus persicae* (Figura 2B) foram iniciadas a partir de insetos de colônias já existentes na Seção de Virologia.

Para as moscas brancas foram utilizadas como plantas hospedeiras (criadeiras): amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*); soja var. Santa Rosa (*Glycine max* (L.) Merrill) e

Figura 2. Insetos vetores: (A) adultos alados da mosca branca *Bemisia tabaci* e (B) pulgões ápteros de *Myzus persicae*.



tomateiro var. Santa Cruz (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Estas plantas foram multiplicadas em condições de sementeiras e ou vasos em casas-de-vegetação. À medida em que as plantas envelheciam foram substituídas por novas, visando a manutenção das colônias.

As colônias de *Myzus persicae* foram mantidas em plantas hospedeiras de pimentão (*Capsicum annuum* L.); *Malva parviflora*, *Datura stramonium* e rabanete selvagem (*Raphanus raphanistrum* L.).

5.4 Substâncias testadas

Foram feitos contatos por carta ou visitas às indústrias e locais de diferentes atividades, para obtenção de substâncias a serem estudadas.

5.4.1 Subprodutos e resíduos industriais ou agrícolas

Foi o principal grupo de substâncias utilizadas, pois são produtos geralmente sem utilidade e de baixo custo econômico e que normalmente apresentam problemas de descarte.

- Água de Efluentes de Cortume - mistura de águas que saem dos vários processos de curtimento do couro, fornecida pelo Cortume Cantúcio S.A. e Cortume Firmino Costa, Campinas, SP.
- Chorume - esterco líquido - líquido coletado em estábulos, fornecido pela Fazenda Pau D'Alho, Campinas, SP.

- Licor Sulfídrico - resíduo da indústria de papel - fornecido pela Champion Papel e Celulose S.A., Mogi-Mirim, SP.
- Melaço - subproduto obtido durante a fabricação do açúcar - fornecido por Usinas de cana-de-açúcar da região de Piracicaba, SP.
- Milhocina - subproduto da maceração de cereais - fornecido pela Refinações de Milho Brasil, São Paulo, SP.
- Piche - resíduo da destilação do glicerol da fabricação de sabões, fornecido pela Gessy-Lever Ltda, Valinhos, SP.
- Soro de Leite - obtido durante o processamento de queijo tipo Minas, fornecido pela Seção de Derivados de Leite - ITAL, Campinas, SP e por fabricantes caseiros.
- Vinhaça - subproduto da cana-de-açúcar obtido no processo da destilação do álcool, fornecido por destilarias de álcool da região de Piracicaba, SP.

5.4.2 Extratos vegetais

São produtos de fácil acesso, que não poluem o ambiente e oferecem possibilidades de interferir na transmissão vírus-vetor:

- *Artemisia absinthium* L.- erva (Compositae)
- *Chenopodium ambrosioides* L.- erva de Santa Maria (Chenopodiaceae)

- *Coleus barbatus* Benth.- boldo (Labiatae)
- *Datura metel* L. (Solanaceae)
- *Gynura sarmentosa* DC. (Compositae)
- *Melia azedarach* L.- cinamomo, árvore de Santa Bárbara (Meliaceae)

5.4.3 Óleos

Em nossos testes foram utilizados os seguintes:

- Mineral - Triona 80% (emulsionável) - fornecido pela Shell Química S.A., Paulínia, SP (utilizado na agricultura).
- Vegetal - Natur'1 Óleo 93%, extraído da soja (emulsionável), fornecido pela Arbore Agrícola e Comércio Ltda., Campinas, SP.

5.4.4 Substâncias diversas

Entre as várias usadas estão as seguintes:

- Detergente marca ODD - da Orniex do Brasil
- Desinfetante Pinho Sol - da Cyanamid do Brasil
- Desinfetante Creolina - marca comercial Pearson
- Fungicida - thiabendazol (TECTO 450) - suspensão concentrada com 450 g de thiabendazol por litro do produto, uso sistêmico para tratamento da parte aérea e pós-colheita, de diversas culturas. Fornecido pela Merck Sharp & Dohme Química e Farmacêutica Ltda.

- Orgamin - fertilizante misto foliar, fornecido pela Tropical Técnica Agrícola Ltda.

- Polibuteno "Hyvis" - líquido viscoso, obtido pela polimerização de olefinas, consistindo essencialmente de isobuteno, fornecido por BP Chemical Limited - Inglaterra.

As substâncias foram utilizadas na concentração recebida ou diluídas em água nas concentrações que não causavam problemas de fitotoxicidade. Os extratos vegetais foram obtidos por trituração das folhas recém-coletadas em liquidificador com água destilada, na proporção de 1 g ou 0,75 g para 5 ml de água sendo posteriormente coados em pano de algodão e então utilizados.

5.5 Triagem de substâncias como interferentes na aquisição e inoculação sob condições de laboratório

Estes testes consistiram em aplicar as substâncias selecionadas na folha infetada, onde os vetores não virulíferos adquiriam o vírus (fase de aquisição) ou aplicá-las nas folhas sadias onde os vetores virulíferos inoculavam o vírus (fase de inoculação). As substâncias foram aplicadas por pulverização sobre a planta inteira (parte superior e inferior das folhas e hastes) até o ponto de escoamento do produto, com o auxílio de uma bomba (1 l) de pulverização manual (Figura 3) ou com o pulverizador (5 l) de alta pressão tipo pistão cilindro. Os tes

Figura 3. Sistema de aplicação de 3 substâncias diferentes em uma das espécies de plantas-teste utilizadas.



tes de interferência foram feitos logo após a secagem completa da substância aplicada na planta. Foram realizados testes sob condições de laboratório para o VMDF, VEFB e VMMe, e também testes sob condições de campo, nos quais apenas algumas substâncias foram avaliadas na fase de inoculação do VMDF, VMA e VME, transmitidos por *Bemisia tabaci*.

Na triagem de substâncias foram utilizadas mais de 20.000 plantas. Inicialmente foram feitos testes de padronização de metodologia de inoculação de vírus pelos vetores, utilizando-se números variáveis de insetos, períodos variáveis de aquisição e inoculação e testes de fitotoxicidade. Foi também estipulado que só seriam computados os testes em que a porcentagem de infecção mínima nas plantas controles fosse de 50%. Portanto, muitos testes foram descartados por não apresentarem as condições padronizadas. Também foram descartados os das substâncias que apresentaram problemas de fitotoxicidade.

5.5.1 Vírus do mosaico dourado do feijoeiro por

Bemisia tabaci

Nos testes de interferência na aquisição, moscas brancas não virulíferas, obtidas das colônias, foram confinadas com o auxílio de gaiolas de vidro em folhas infetadas com o VMDF, previamente pulverizadas com as substâncias testadas. O confinamento foi de aproximadamente 24 h. Logo após esse período, denominado de alimentação para aquisição do vírus, as mos-

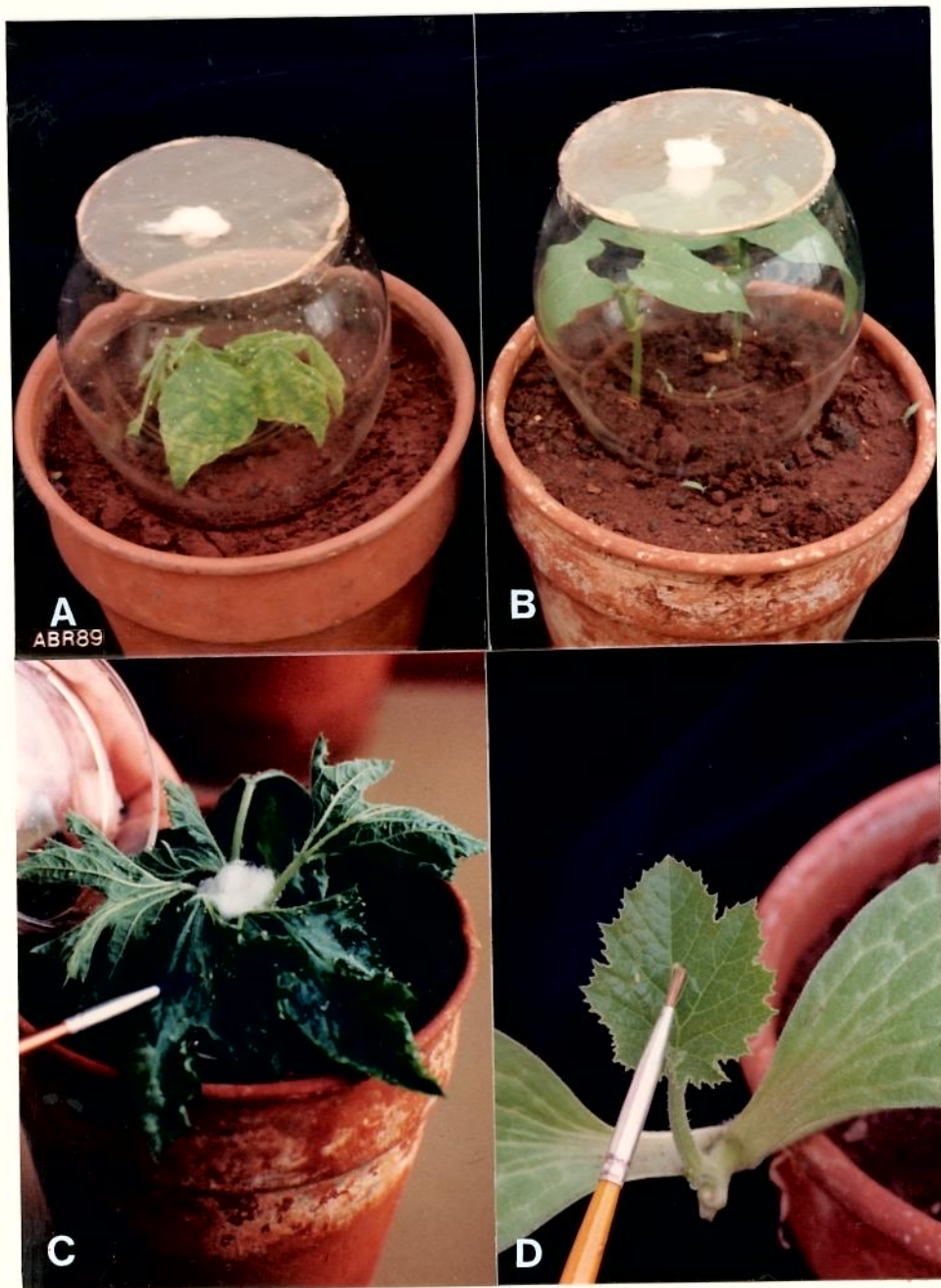
cas foram transferidas para os feijoeiros sadios, confinadas em gaiolas de vidro (Figura 4A e B). Para cada vaso foram colocadas 10-12 moscas, com o auxílio de pipeta aspiradora, permanecendo por 24 h. Paralelamente, como controle, moscas brancas coletadas nas mesmas condições foram confinadas em folhas infetadas com o VMDF, porém não pulverizadas com as substâncias testadas. Após a aquisição foram transferidas para plantas-teste sadias. Logo após o período denominado alimentação para transmissão do vírus, as moscas brancas foram eliminadas com inseticida e as plantas levadas à casa-de-vegetação para observações.

Os testes de interferência na inoculação foram feitos com moscas brancas virulíferas, que tinham tido um período de alimentação aproximado de 24 h em plantas infetadas com o VMDF. Um número aproximado de 10-12 moscas foram confinadas em vasos contendo dois feijoeiros sadios, previamente pulverizados com a substância testada. Como controle, as moscas virulíferas, obtidas do mesmo grupo, foram confinadas em feijoeiros sadios não pulverizados com as substâncias testadas. Após 24 h as moscas foram observadas e eliminadas com inseticida e as plantas conduzidas à casa-de-vegetação.

5.5.2 Vírus do enrolamento da folha da batata e do mosaico da melancia por *Myzus persicae*

Nos testes de aquisição, grupos de pulgões ápteros, de tamanho uniforme, obtidos das colônias mantidas em insetá-

Figura 4. Teste de interferência na aquisição dos vírus: (A) mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci* em folhas infetadas tratadas; (B) inoculação em planta sadia após o período de aquisição; (C) mosaico da melancia por *Myzus persicae* em folhas de abóbora infetadas tratadas e (D) inoculação em planta de abóbora após o período de aquisição.



rios, foram colocados com o auxílio de um pincel, sobre folhas destacadas e infetadas com os vírus estudados, previamente pulverizadas com as substâncias testadas (Figura 4C). Como controle dos testes, grupos de pulgões ápteros comparáveis foram colocados para adquirir vírus em folhas infetadas, porém não pulverizadas com a substância testada. Após o período de alimentação para aquisição dos vírus, os pulgões foram observados e transferidos em número de 3 para cada planta-teste sadia de abóbora ou datura, permanecendo nestas por 24 h. Posteriormente, as plantas foram pulverizadas com inseticida e transferidas para casa-de-vegetação apropriada.

Para o VEFB (circulativo) o período de aquisição foi de 24 h e para o VMMe (não circulativo) foi dado um período de 1 h de jejum antes do período de aquisição, que foi de 10 a 15 min.

Nos testes de inoculação para o VEFB, grupos de pulgões ápteros deixados em planta-fonte-de-vírus por 24 h, foram colocados em número de 3 por planta-teste sadia de *Datura stramonium*, previamente pulverizada com a substância testada. Após 24 h foram observados, eliminados com inseticida e as plantas conduzidas à casa-de-vegetação. Na inoculação do VMMe, pulgões ápteros foram deixados em jejum por 1 h e posteriormente colocados em plantas infetadas durante 10-15 min. para adquirirem o vírus. Após esse período, 3 pulgões foram colo-

cados sobre folha de abóbora sadia pulverizada ou não pulverizada (controle), para se alimentarem e inocularem o vírus (Figura 4D). Após 24 h os pulgões foram observados e em seguida pulverizados com inseticida e as plantas transferidas para casa-de-vegetação.

5.6 Triagem de substâncias como interferentes na inoculação sob condições de campo

5.6.1 Exposição semanal de plantas à infecção pelos vírus do mosaico do *Abutilon* e da *Euphorbia* por *Bemisia tabaci*

Estes testes consistiram na exposição em campo de plantas-teste sadias de *Malva parviflora* e *Euphorbia heterophylla*, tratadas e não tratadas com algumas das substâncias estudadas, em locais onde existiam nas proximidades plantas da vegetação espontânea infetadas com o vírus do mosaico do *Abutilon* e com o vírus do mosaico da *Euphorbia* e indicações de populações de moscas brancas virulíferas (Figura 5A). O período de exposição dado foi de uma semana. Os vasos foram enterrados parcialmente para evitar quedas. A disposição dos vasos no campo foi ao acaso, colocados lado a lado em número de 25 a 30 por lote. Semanalmente, as plantas foram retiradas, pulverizadas e levadas para casas-de-vegetação para posterior leitura dos sintomas

Figura 5. Testes de exposição em campo de plantas-teste pulverizadas: (A) exposição de 2 indicadoras, malva e amendoim bravo, por períodos semanais em local com vegetação espontânea infetada pelos vírus do mosaico do *Abutilon* e da *Euphorbia* e (B) exposição de feijoeiros transplantados de saquinhos plásticos, após tratamento com óleos, para canteiros, à infecção pelo vírus do mosaico dourado.



dos vírus. Nos mesmos buracos onde ficaram os vasos foram colocados outros para novos testes.

5.6.2 Exposição de feijoeiros transplantados para canteiros, à infecção pelo vírus do mosaico dourado por *Bemisia tabaci*

Feijoeiros das variedades Jalo e Moruna foram utilizados como plantas-teste em um teste preliminar e plantas da variedade Preto, em um segundo teste. A semeadura foi feita em saquinhos plásticos, em condições protegidas de vetores. Quando as plântulas apresentavam as 2 folhas primárias meio expandidas foram transplantadas para canteiros (Figura 5B).

No teste preliminar, as variedades Jalo e Moruna foram transplantadas para canteiros separados. No segundo teste, quando se utilizou de uma única variedade de feijão, os tratamentos foram feitos com 3 repetições e o delineamento foi inteiramente casualizado. Os seguintes tratamentos foram comparados nos 2 testes:

- 1º) pulverização com óleo mineral (Triona 80%) emulsionável, na concentração de 1% da formulação comercial, mais o adesivo "Tenac sticker" na concentração de 0,1%;
- 2º) pulverização com óleo vegetal (Natur'l Óleo 93%) emulsionável, na concentração de 1% da formulação comercial, mais o adesivo "Tenac sticker" na concentração de 0,1%;
- 3º) controle - plantas pulverizadas com água mais o adesivo "Te

na sticker" na concentração de 0,1%.

O número total de pulverizações nos 2 testes foi de 5, sendo a primeira antes do transplante e as seguintes semanais, até completar um mês de exposição, visto que infecções posteriores praticamente não afetam a produção. A avaliação final do número de plantas doentes em cada tratamento foi feita uma semana após a última pulverização.

5.7 Avaliação da interferência

O efeito da interferência de cada substância testada, tanto na fase de aquisição como de inoculação, foi determinada calculando-se a porcentagem de plantas infetadas entre as tratadas e o controle.

A análise estatística foi feita sobre a porcentagem média de infecção das plantas tratadas e não tratadas, obtidas em 4 experimentos independentes. Em razão da natureza binomial dos dados, avaliou-se também a transformação arco-seno da raiz quadrada da porcentagem de infecção. Os dados obtidos foram avaliados inicialmente pelos métodos estatísticos básicos e posteriormente através da análise de variância, ambos procedimentos obtidos pelo Software Científico SOC, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. A avaliação da significância da diferença entre as porcentagens médias de infecção dos tratamentos e seus respectivos controles foi feita através do teste de "F" para os experimentos de laboratório e

do teste de "DUNCAN" para os ensaios de campo.

Para facilitar a interpretação dos resultados foi calculada a porcentagem relativa de redução da infecção, considerando a infecção do controle como 100%. Este critério leva em consideração que a porcentagem de infecção do controle seria a esperada no grupo tratado sem a ação dos interferentes.

6 - RESULTADOS

6.1 Avaliação do efeito interferente das substâncias na aquisição e inoculação sob condições de laboratório

Os efeitos de interferência de 22 substâncias diferentes, aplicadas nas plantas infetadas que serviram de fontes doadoras para aquisição dos vírus pelos vetores ou nas plantas sadias submetidas à inoculação dos vírus, serão descritos à seguir para as diferentes combinações vírus-vetor/planta-teste.

6.1.1 Na aquisição e inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*

Entre as 22 substâncias testadas na fase de aquisição, 6 delas promoveram redução da infecção viral em relação aos respectivos controles, sendo a diferença estatisticamente significativa a nível de 5% (Tabela 1). Essas substâncias interferentes foram: o subproduto milhocina e o resíduo chorume; os extratos vegetais de *Melia azedarach* e *Artemisia absinthium*; o óleo vegetal (Natur'l Óleo) e o adubo foliar Orgamin. O óleo mineral (Triona) e o polibuteno "Hyvis" induziram grande mortalidade das moscas durante o período de confinamento e os testes não puderam ser avaliados.

Nos testes de inoculação em que as substâncias triadas foram pulverizadas nas plantas de feijoeiros sadios, sobre os quais grupos de moscas brancas virulíferas foram confinados para inocular o VMDF, 14 substâncias dentre as 22 testadas promoveram redução de infecção significativa em relação às dos respectivos controles (Tabela 2). Essas foram: os resíduos ou subprodutos licor sulfídrico, melaço, milhocina, piche e soro de leite; os extratos vegetais de *Melia azedarach*, *Datura metel*, *Gynura sarmentosa* e *Chenopodium ambrosioides*; o óleo mineral Triona e o vegetal Natur'l Óleo; os desinfetantes creolina e pinho-sol e o polibuteno "Hyvis". Com o óleo mineral Triona,

Tabela 1 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do mosaico dourado do feijão por *Bemisia tabaci*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução de infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume		43	51,3	
controle	100%	64	73,9	30,5
chorume		47	43,4	
controle	100%	57	71,6*	39,3
licor sulfídrico		46	87,1	
controle	15%	80	80,0	-8,8***
melaço		60	79,7	
controle	15%	77	77,9	-2,3
milhocina		55	25,5*	
controle	10%	83	63,1	59,5
piche		48	58,7	
controle	10%	63	56,7	-3,5
soro de leite		44	45,3	
controle	100%	54	67,1	32,4
vinhaça		48	52,0	
controle	100%	67	59,7	12,8
ÓLEOS				
mineral		**		
controle	1%			
vegetal		64	16,2	
controle	1%	74	76,6*	78,8
EXTRATOS VEGETAIS				
<i>Artemisia absinthium</i>		35	57,1	
controle	1/5	43	89,7*	36,3
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		56	69,7	
controle	1/5	68	78,0	10,6
<i>Coleus barbatus</i>		48	73,4	
controle	1/5	43	89,7	18,1
<i>Datura metel</i>		69	77,0	
controle	1/5	78	81,7	5,7
<i>Gynura sarmentosa</i>		51	85,0	
controle	1/5	47	75,5	-12,5
<i>Melia azadirach</i>		75	3,3	
controle	0,75/5	75	96,6*	96,5
DESINFETANTES E DETERGENTES				
creolina		40	79,5	
controle	0,2%	37	83,4	4,6
ODD		38	66,2	
controle	0,5%	38	81,9	19,1
pinho sol		50	84,8	
controle	0,5%	54	89,6	5,3
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"		38	73,5	
controle	0,01%	38	76,9	4,4
polibuteno "Hyvis"		**		
controle	1%			
Orgamin		37	67,0	
controle	5%	45	84,3*	20,5

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** vetores morreram durante o confinamento

*** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

Tabela 2 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução da infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume		53	40	
controle	100%	49	63,5	37,0
chorume		47	46,7	
controle	100%	46	66,3	29,5
licor sulfídrico		67	34,0*	
controle	15%	45	65,4*	48,0
melago		74	16,8*	
controle	15%	66	61,5	72,6
milhocina		46	32,0*	
controle	10%	44	70,8	54,8
piche		37	28,8*	
controle	10%	50	76,9	62,5
soro de leite		46	45,4*	
controle	100%	52	72,7	37,5
vinhaça		87	67,0	
controle	100%	97	65,7	-1,9**
ÓLEOS				
mineral		99	16,0*	
controle	1%	137	67,3	76,2
vegetal		125	22,3*	
controle	1%	143	65,8	66,1
EXTRATOS VEGETAIS				
<i>Artemisia absinthium</i>		41	57,9	
controle	1/5	72	64,4	10,0
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		71	47,5*	
controle	1/5	81	77,4	38,6
<i>Coleus barbatus</i>		42	80,0	
controle	1/5	47	74,1	-7,9
<i>Datura metel</i>		53	35,9*	
controle	1/5	92	84,5	57,5
<i>Gynura sarmentosa</i>		51	44,6*	
controle	1/5	47	83,2	46,3
<i>Melia azadirach</i>		133	3,8*	
controle	0,75/5	134	73,8	94,8
DESINFETANTES E DETERGENTES				
credlina		46	52,5*	
controle	0,2%	50	76,9	31,7
ODD		60	36,2	
controle	0,5%	62	64,7	44,0
pinho sol		43	35,2*	
controle	0,5%	60	64,3	45,2
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"		52	92,2	
controle	0,01%	56	79,7	-15,6
polibuteno "Hyvis"		56	11,3*	
controle	1%	46	72,5	84,4
Orgamin		41	78,8	
controle	5%	44	82,4	-4,3

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

o vegetal Natur'l Óleo e o polibuteno "Hyvis" algumas moscas morreram durante o confinamento, mas mesmo assim foi possível obter resultados.

Comparando-se o efeito das substâncias testadas na fase de aquisição e inoculação do VMDF por moscas brancas (Tabela 3) foi observado que a milhocina, o extrato de *Melia azedarach* e o óleo vegetal atuaram como interferentes nas 2 fases da transmissão. Também as porcentagens de redução da infecção obtidas nas plantas-teste foram praticamente iguais em ambas as fases. As moscas confinadas nas plantas tratadas com o extrato de *Melia azedarach* foram as que levaram a maior redução de infecção em relação às confinadas sobre as tratadas com outras substâncias. Maior número de substâncias reduziram a transmissão do VMDF por *B. tabaci* quando aplicadas sobre as plantas-teste sadias (fase de inoculação) do que quando aplicadas sobre as plantas-fonte-de-vírus (fase de aquisição).

6.1.2 Na aquisição e inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae*

A aquisição do vírus do enrolamento da folha da batata por pulgões ápteros não virulíferos, confinados sobre folhas infetadas, sofreu interferência estatisticamente significativa de 5 das substâncias testadas (Tabela 4). Essas substâncias foram: licor sulfídrico, vinhaça, piche, extrato de *Datura*

Tabela 3 - Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus circulativo do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*.

Substância pulverizada	% relativa de redução da infecção* nas fases de:	
	Aquisição	Inoculação
RESÍDUOS OU SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS OU AGRÍCOLAS		
chorume	39,3	-
licor sulfídrico	-	48,0
melaço	-	72,6
milhocina	59,3	54,8
piche	-	62,5
soro de leite	-	37,5
ÓLEOS		
Mineral	**	76,2
Vegetal	78,8	66,1
EXTRATOS VEGETAIS		
<i>Artemisia absinthium</i>	36,3	-
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	38,6
<i>Datura metel</i>	-	57,5
<i>Gynura sarmientosa</i>	-	46,3
<i>Melia azedarach</i>	96,5	94,8
DESINFETANTES E DETERGENTES		
creolina	-	31,7
pinho sol	-	45,2
DIVERSOS		
Orgamin	20,5	-
Polibuteno "Hyvis"	**	84,4

* estão indicados apenas os valores que diferiram estatisticamente do controle ($p < 0,05$) na respectiva fase de transmissão.

** vetores morreram durante o confinamento.

Tabela 4 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução da infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume	100%	81	70,1	
controle		71	68,9	-1,7**
chorume	100%	62	84,4	
controle		82	73,1	-15,4
licor sulfídrico	15%	56	52,0	
controle		59	70,2*	25,9
melaço	15%	54	84,6	
controle		69	83,0	-1,9
milhocina	10%	67	77,1	
controle		57	70,4	-9,5
piche	10%	53	54,7*	
controle		64	81,9*	33,2
sero de leite	100%	80	71,2	
controle		77	77,4	8,0
vinhaça	100%	51	37,9*	
controle		60	55,8*	32,0
ÓLEOS				
mineral	1%	90	80,0	
controle		91	76,7	-4,3
vegetal	1%	80	81,5	
controle		79	79,3	-2,7
EXTRATOS VEGETAIS				
<i>Artemisia absinthium</i>	1/5	52	64,9	
controle		51	71,7	9,4
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	1/5	37	84,0	
controle		46	89,2	5,8
<i>Coleus barbatus</i>	1/5	62	73,2	
controle		57	76,1	3,8
<i>Datura metel</i>	1/5	43	54,2*	
controle		46	73,2*	25,9
<i>Gynura sarmentosa</i>	1/5	45	60,6	
controle		42	63,6	4,7
<i>Melia azadirach</i>	0,75/5	63	53,8	
controle		57	67,1	19,8
DESINFETANTES E DETERGENTES				
credlina	0,2%	46	80,3	
controle		30	79,4	-1,1
ODD	0,5%	47	78,4	
controle		62	68,3	-14,7
pinho sol	0,5%	60	85,3	
controle		69	74,6	-14,3
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"	0,01%	39	76,0	
controle		36	93,7*	18,8
polibuteno "Hyvie"	1%	57	63,2	
controle		71	67,4	6,2
Orgamin	5%	56	89,3	
controle		64	82,2	-8,6

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

metel e o fungicida thiabendazol. O comportamento dos pulgões foi aparentemente normal durante o confinamento de aquisição sobre as plantas tratadas, quando comparado com o daqueles sobre as plantas não tratadas.

Na fase de inoculação, das 22 substâncias aplicadas nas plantas testes sadias, sobre as quais pulgões virulíferos foram confinados para inocular o VEFB, apenas aqueles pulgões sobre as plantas pulverizadas com o polibuteno "Hyvis" tiveram suas atividades vetorais reduzidas, quando comparados com o daqueles sobre as plantas controles. A diferença de infecção foi estatisticamente significativa a nível de 5% (Tabela 5). O thiabendazol mostrou-se fitotóxico à planta-teste *Datura stramonium*, não sendo possível uma avaliação da inoculação, pois matava as plantas antes do aparecimento dos sintomas dos vírus. Comparando-se o efeito das substâncias testadas na fase de aquisição e inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae* (Tabela 6) foi observado que nenhuma delas mostrou interferência nas 2 fases da transmissão. Para o VEFB por *Myzus persicae* foi a fase de aquisição a mais sensível às substâncias testadas do que a fase de inoculação.

6.1.3 Na aquisição e inoculação do vírus do mosaico da melancia por *Myzus persicae*

Na aquisição do vírus do mosaico da melancia, pulgões ápteros não virulíferos confinados sobre folhas infetadas

Tabela 5 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução da infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume	100%	58	92,7	-7,7**
controle		51	86,0	
chorume	100%	42	92,2	4,1
controle		53	96,2	
licor sulfídrico	15%	41	94,2	0,3
controle		45	94,5	
melaço	15%	60	80,0	13,5
controle		65	92,5	
milhocina	10%	48	85,2	3,0
controle		61	87,9	
piche	10%	38	93,7	0
controle		59	93,7	
soro de leite	100%	51	69,9	16,6
controle		48	83,9	
vinhaça	100%	49	51,6	30,7
controle		41	74,5	
ÓLEOS				
mineral	1%	58	64,1	28,2
controle		57	89,3	
vegetal	1%	74	82,3	-1,8
controle		65	80,8	
EXTRATOS VEGETAIS				
Artemisia absinthium	1/5	44	81,9	-2,3
controle		43	83,9	
Chenopodium ambrosioides	1/5	55	82,9	-2,7
controle		57	80,7	
Coleus barbatus	1/5	47	83,1	5,8
controle		49	88,3	
Datura metel	1/5	46	92,5	-5,1
controle		49	88,0	
Gynura sarmentosa	1/5	58	78,9	-13,0
controle		41	69,8	
Melia azadirach	0,75/5	69	92,7	3,1
controle		53	95,7	
DESINFETANTES E DETERGENTES				
creolina	0,2%	51	95,5	-16,1
controle		87	82,2	
QDD	0,5%	56	96,2	-5,1
controle		74	91,5	
pinho sol	0,5%	46	91,0	1,8
controle		46	92,7	
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"	0,01%	***		
controle				
polibuteno "Hyvia"	1%	42	89,5	10,5
controle		52	100,0	
Orgamin	5%	50	89,0	1,1
controle		56	90,0	

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

*** = plantas mortas pelo tratamento.

Tabela 6 - Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus do enrolamento da folha da batata por *Myzus persicae* em relação circulativa.

Substância pulverizada	% relativa de redução da infecção* nas fases	
	Aquisição	Inoculação
RESÍDUOS OU SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS OU AGRÍCOLAS		
licor sulfídrico	25,9	-
vinhaça	32,0	-
piche	33,2	-
EXTRATO VEGETAL		
<i>Datura metel</i>	25,9	-
DIVERSOS		
fungicida "Thiabendazol"	18,8	-
polibuteno "Hyvis"	-	10,5

* estão indicados apenas os valores que diferiram estatisticamente do controle ($p < 0,05$) na respectiva fase de transmissão

tratadas com 8 das 22 substâncias testadas, induziram uma menor porcentagem de infecção nas plantas-teste sadias. A redução da porcentagem de infecção foi estatisticamente significativa ao nível de 5%, (Tabela 7). As substâncias interferentes foram: os resíduos ou subprodutos água de cortume, piche, soro de leite e vinhaça; os óleos Triona (mineral) e Natur'l Óleo (vegetal); o desinfetante creolina, mais o polibuteno "Hyvis". Os pulgões que se alimentaram em plantas infetadas pulverizadas com melaço foram mais eficientes, aumentando a porcentagem de infecção em 22,3% em relação aos respectivos controles, e esta diferença foi estatisticamente significativa.

Na fase de inoculação do vírus do mosaico da melancia, pulgões ápteros virulíferos foram confinados em plantas sadias tratadas separadamente com as 22 substâncias testadas. Os pulgões de 4 destas promoveram menor frequência de infecção que os respectivos controles, sendo a diferença estatisticamente significativa a nível de 5% (Tabela 8). As substâncias interferentes foram: soro de leite, os óleos Triona e o Natur'l Óleo, e o desinfetante creolina.

Todas as substâncias testadas na fase de aquisição e inoculação do VMMe não induziram diferenças reconhecíveis no comportamento alimentar ou de outra natureza, dos pulgões confinados durante 24 h sobre as plantas tratadas. A comparação da porcentagem de redução da infecção promovida pelas substâncias

Tabela 7 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a aquisição do vírus do mosaico da melancia por *My* *persicae*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução da infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume		52	58,4	
controle	100%	87	85,8*	31,9
chorume		59	59,7	
controle	100%	77	81,0	26,2
licor sulfídrico		40	41,9	
controle	15%	65	63,6	34,1
melaço		65	94,2	
controle	15%	81	77,0*	-22,3**
milhocina		63	91,2	
controle	10%	110	84,0	-8,5
piche		58	46,4	
controle	10%	72	75,0*	38,1
soro de leite		44	21,3	
controle	100%	44	67,9*	68,6
vinhaça		47	38,5	
controle	100%	49	68,6*	43,8
ÓLEOS				
mineral		110	27,3	
controle	1%	131	80,9*	66,2
vegetal		113	19,9	
controle	1%	131	82,1*	75,7
EXTRATOS VEGETAIS				
<i>Artemisia absinthium</i>		47	77,4	
controle	1/5	40	82,0	5,6
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		46	62,2	
controle	1/5	46	67,7	8,1
<i>Coleus barbatus</i>		55	62,4	
controle	1/5	47	65,9	5,3
<i>Datura metel</i>		59	84,2	
controle	1/5	57	88,2	4,5
<i>Gynura sarmientosa</i>		55	79,5	
controle	1/5	47	76,9	-3,3
<i>Melia azadirach</i>		61	82,3	
controle	0,75/5	67	87,5	5,9
DESINFETANTES E DETERGENTES				
creolina		47	59,2	
controle	0,2%	69	80,3*	26,2
QDU		46	72,1	
controle	0,5%	65	81,7	11,7
pinho sol		40	90,0	
controle	0,5%	38	87,5	-2,8
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"		57	46,1	
controle	0,01%	84	79,1	41,7
polibuteno "Hyvis"		82	31,6	
controle	1%	121	70,4*	55,1
Orgamin		46	68,2	
controle	5%	76	73,8	7,5

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

Tabela 8 - Avaliação do efeito de diferentes substâncias sobre a inoculação do vírus do mosaico da melancia por *Myzus persicae*, sob condições de laboratório.

Substância pulverizada	Conc. % ou g/ml	Número total de plantas tratadas (4 testes)	% média de infecção	% relativa de redução da infecção
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS				
água de cortume	100%	62	69,5	8,7
controle		73	76,2	
chorume	100%	48	40,7	42,5
controle		45	70,9	
licor sulfúrico	15%	51	74,4	11,8
controle		44	84,4	
melaço	15%	59	63,6	3,7
controle		64	66,1	
milhocina	10%	68	71,3	-4,3**
controle		83	68,3	
piche	10%	39	83,3	-10,3
controle		42	75,5	
soro de leite	100%	50	14,2	74,4
controle		59	55,5*	
vinhaça	100%	84	65,7	11,1
controle		73	59,1	
ÓLEOS				
mineral	1%	87	17,3	79,7
controle		81	85,5*	
vegetal	1%	72	26,0	69,6
controle		74	85,6*	
EXTRATOS VEGETAIS				
<i>Artemisia absinthium</i>	1/5	45	78,5	-5,3
controle		40	74,5	
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	1/5	52	76,3	-3,5
controle		50	73,7	
<i>Coleus barbatus</i>	1/5	66	77,0	-5,6
controle		52	72,9	
<i>Datura metel</i>	1/5	41	64,8	21,1
controle		49	82,2	
<i>Gynura sarmantosa</i>	1/5	34	81,8	-2,3
controle		50	79,9	
<i>Melia azadirach</i>	0,75/5	65	72,7	14,9
controle		75	85,5	
DESINFETANTES E DETERGENTES				
credlina	0,2%	47	77,4	15,2
controle		48	91,3*	
ODD	0,5%	45	90,7	-1,6
controle		49	89,2	
pinho sol	0,5%	48	78,1	-6,9
controle		70	73,0	
DIVERSOS				
fungicida "Thiabendazol"	0,01%	***		
controle				
polibuteno "Hyvis"	1%	52	79,6	-12,9
controle		66	70,5	
Orgamin	5%	48	73,4	5,7
controle		77	77,9	

* diferença entre % média de infecção do tratamento e do controle significativa a nível de $p < 0,05$

** Os valores negativos indicam que houve aumento da % de infecção.

*** = plantas-teste mortas pelo tratamento

na fase de aquisição e inoculação do VMMe por *Myzus persicae* (Tabela 9) mostrou que o soro de leite, o óleo mineral Triona, o vegetal Natur'1 Óleo e o desinfetante creolina, interferiram nas 2 fases com redução da infecção praticamente igual em ambas. Para este potyvirus de relação não circulativa com *Myzus persicae*, mais substâncias promoveram redução da transmissão quando aplicadas sobre as plantas-fonte-de-vírus (fase de aquisição) do que quando aplicadas nas plantas sadias (fase de inoculação). Os pulgões confinados sobre as plantas pulverizadas com os óleos (mineral e vegetal) e soro de leite foram os que promoveram menor porcentagem de infecção nas plantas-teste, tanto na aquisição como inoculação.

6.2 Avaliação do efeito interferente das substâncias na inoculação sob condições de campo

6.2.1 Exposição semanal de plantas à infecção pelos vírus do mosaico do *Abutilon* e da *Euphorbia*

Estes testes tiveram como objetivo verificar o comportamento de algumas das substâncias testadas em laboratório quando sob condições de campo. A escolha da maioria das substâncias testadas foi ao acaso, tentando utilizar-se de pelo menos 1 representante de cada grupo das substâncias. Para o vírus do mosaico do *Abutilon* foram testadas 9 substâncias e para o do mo

Tabela 9 - Efeito de interferência de diferentes substâncias na fase de aquisição e inoculação do vírus do mosaico da melancia por *Myzus persicae* em relação não circulativa.

Substância pulverizada	% relativa de redução da infecção* nas fases	
	Aquisição	Inoculação
RESÍDUOS OU SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS OU AGRÍCOLAS		
Água de Cortume	31,9	-
Piche	38,1	-
Soro de Leite	68,8	74,4
Vinhaça	43,8	-
ÓLEOS		
Mineral	66,2	79,7
Vegetal	75,7	69,6
DESINFETANTES E DETERGENTES		
Creolina	26,2	15,2
DIVERSOS		
Polibuteno "Hyvis"	55,1	-

* estão indicados apenas os valores que diferiram estatisticamente do controle ($p < 0,05$) na respectiva fase de transmissão

saico da *Euphorbia* 8.

Os resultados de interferência na fase de inoculação mostraram que a planta-teste de malva e *Euphorbia* que foram pulverizadas com óleo mineral Triona, óleo vegetal Natur'l Óleo, polibuteno "Hyvis" e miltocina apresentaram menor porcentagem de infecção, com diferenças estatisticamente significativas em relação aos controles, tanto para o VME (Tabela 10) como para o VMA (Tabela 11). O licor sulfídrico só interferiu significativamente na inoculação do VME e o soro de leite só no caso do VMA.

6.2.2 Exposição de feijoeiros transplantados para canteiros à infecção pelo vírus do mosaico dourado

Estes ensaios foram realizados para verificar se os resultados satisfatórios de redução da infecção do VMDF em feijoeiros tratados com os óleos mineral e vegetal, sob condições de laboratório, seriam também repetidos sob condições de campo.

Neste ensaio as plantas-teste foram obtidas em casas-de-vegetação e posteriormente transplantadas para o campo para que todas as plantas na primeira pulverização estivessem sem nenhuma infecção do vírus, o que seria mais difícil se elas tivessem sido germinadas no campo.

No ensaio realizado em 1986 (safra das secas) os resultados na Tabela 12 mostraram que enquanto as plantas-controles das variedades Jalo e Moruna apresentaram 54% e 62% da infec-

Tabela 10 - Efeito interferente de substâncias na inoculação do vírus do mosaico da *Euphorbia* pelo vetor *Bemisia tabaci*, avaliado através de exposição de plantas-teste* em vasos, sob condições de campo.

Substância pulverizada	Nº de plantas testadas (4 testes)	% média de infecção	Contraste de médias Testes de Duncan*	% de redução em relação ao controle
óleo vegetal	44	27,0	E	54,8
óleo mineral	44	28,9	DE	51,6
polibuteno "Hyvis"	45	30,9	DE	48,3
milhocina	45	35,9	CDE	39,9
licor sulfídrico	41	41,9	BCD	29,9
vinhaça	46	47,1	ABC	21,3
soro de leite	43	48,3	ABC	19,2
água de cortume	43	49,2	ABC	8,0
controle	45	59,8	A	

* planta-teste = *Euphorbia heterophylla*

média com a mesma letra não diferem significativamente para $p < 0,05$

Tabela 11 - Efeito interferente de substâncias na inoculação do vírus do mosaico do *Abutilon* pelo vetor *Bemisia tabaci*, avaliado através de exposição de plantas-teste* em vasos, sob condições de campo.

Substância pulverizada	Nº de plantas testadas (4 testes)	% média de infecção	Contraste de médias Testes de Duncan*	% de redução em relação ao controle
óleo mineral	45	24,8	E	57,5
óleo vegetal	44	31,1	DE	47,0
polibuteno "Hyvis"	43	39,0	C	33,5
milhocina	45	42,1	BC	28,2
soro de leite	45	42,4	BC	27,2
água de cortume	45	46,9	ABC	20,1
vinhaça	46	50,1	ABC	14,6
licor sulfídrico	45	52,7	ABC	10,2
chorume	44	54,5	AB	7,15
controle	46	58,7	A	

* planta-teste = *Malva parviflora*

médias com a mesma letra não diferem significativamente para $p < 0,05$

Tabela 12 - Efeito interferente de óleos na fase de inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia tabaci*, em variedades de feijoeiros transplantados para canteiros em 2 anos diferentes.

Óleos	Variedades de feijoeiros	Nº de plantas testadas	% de infecção	% de redução em relação ao controle
Mineral (Triona 80%)	1986			
	Jalo	68	28	49,0
	Moruna	74	18	71,0
	1988			
	Preto	227	40,6 B*	56,0
Vegetal (Natur'l Óleo 93%)	1986			
	Jalo	74	17,5	68,0
	Moruna	73	16,5	73,0
	1988			
	Preto	264	46,2 B	50,0
Controle	1986			
	Jalo	92	54,3	
	Moruna	84	62,0	
	1988			
	Preto	269	93,4 A	

médias com a mesma letra não diferem significativamente para $p < 0,05$

* análise estatística só foi feita para os dados do ensaio 1988.

ção respectivamente, as mesmas variedades quando pulverizadas com o óleo vegetal apresentaram 16% (Moruna) e 17% (Jalo) e com o óleo mineral 18% (Moruna) e 28% (Jalo).

Tanto o óleo mineral (Triona) como o vegetal (Natur'l Óleo) nas concentrações empregadas não induziram nenhum efeito de fitotoxicidade.

No ensaio montado em 1988 (safra das secas) somente a var. Preto foi utilizada como planta-teste, e os resultados na Tabela 12 mostraram que os 2 óleos reduziram a infecção viral em aproximadamente 50% em relação as plantas controles.

Os testes estatísticos realizados mostraram que os 2 óleos diferiram significativamente a nível de 5% do controle, mas não diferiram entre si quanto à eficiência em reduzir a infecção do VMDF.

7 - DISCUSSÃO

A maioria das fitoviroses depende de vetores para completar a sua cadeia epidemiológica que leva à disseminação da moléstia nas plantações. Insetos e ácaros são os mais importantes vetores de fitovírus e a destruição desse elo da cadeia epidemiológica tem sido abordada principalmente através da aplicação de inseticidas e acaricidas. Para controle das fitoviroses dependentes de vetores, com substâncias que possam proteger as plantações, interessa mais ao fitovirologista determinar aquelas que possam atuar nas relações vetor-planta sem que precisem ter necessariamente efeito vetoricida. Isso pode ser conseguido através de substâncias que interfiram naquelas fases nas quais o ve-

tor se alimenta nas plantas doadoras de vírus (aquisição) quando aplicadas nestas ou pela aplicação nas plantas sadias da plantação, interferindo na inoculação.

Na procura de substâncias para serem avaliadas como interferentes na transmissão de vírus por vetores, deu-se ênfase especial aos resíduos e subprodutos agrícolas e industriais porque estas substâncias são geralmente de baixo custo econômico e apresentam problemas de descarte e consequentemente qualquer resultado favorável obtido com elas resolveria uma série de outros problemas. Quanto aos extratos vegetais, os escolhidos foram aqueles de plantas que tinham alguma indicação anterior sobre algum inseto, ou porque são encontradas na natureza geralmente sem danos de insetos ou criação deles sobre suas folhas. Também são produtos fáceis de serem obtidos, baratos e que geralmente não apresentam problemas de contaminação ambiental ou do homem. Os óleos são substâncias já conhecidas na literatura como interferentes; as outras substâncias, denominadas diversas, já tinham sido mencionadas em relação ao controle de viroses ou insetos.

No ciclo epidemiológico das viroses transmitidas por vetores, os vírus de relação circulativa e não circulativa são os mais importantes. Nos estudos realizados utilizou-se *Myzus persicae* representando os pulgões e *Bemisia tabaci*, as moscas brancas. No caso de *Myzus persicae* foi estudado um repre—

sentante de vírus circulativo e um de vírus não circulativo: enrolamento da folha da batata e mosaico da melancia respectivamente. Com a *Bemisia tabaci* foram estudados os representantes de vírus circulativos: mosaico dourado do feijoeiro, mosaico do *Abutilon* e mosaico da *Euphorbia*. A idéia de se trabalhar com diferentes combinações vírus-vetor foi a de verificar se os resultados de interferência obtidos com uma dada substância seriam abrangentes para diferentes combinações vírus-vetor ou se ocorreriam variações dependendo das relações vírus-vetor/planta-teste.

Os experimentos também foram programados para se avaliar o efeito das substâncias sobre as fases de aquisição e inoculação separadamente, uma vez que elas são distintas uma da outra. A aquisição caracteriza-se como um processo de ingestão e a inoculação, como egestão. O conhecimento da interferência de uma substância em cada fase da transmissão pode auxiliar a formulação de medidas de controle de acordo com a epidemiologia das viroses. Assim, para um vírus cuja disseminação é caracterizada por uma transmissão vinda de fora, isto é, por vetores que o trazem de fora da cultura os interferentes de inoculação são os mais importantes. Para os vírus cuja disseminação se dá de fora para dentro da cultura e posteriormente a transmissão dentro da cultura se torna importante, o ideal seria inicialmente utilizar interferentes de inoculação e posteriormente usar interferentes de inoculação e aquisição simultaneamente ou um interferente que atuasse eficientemente nas duas fases.

Embora a interferência das substâncias tenha sido a validada separadamente na fase de aquisição, isto não significa que a substância colocada na folha onde o inseto adquiriu o vírus tenha interferido diretamente na aquisição do vírus. A interferência pode ter ocorrido durante a fase de trânsito do vetor ou mesmo durante a inoculação na planta-teste sadia.

A interferência foi na maior parte dos casos traduzida por uma redução da infecção viral em comparação com os respectivos controles, embora em alguns casos tenha havido um aumento da frequência da infecção.

Como o grupo das substâncias testadas foi bastante heterogêneo, a natureza do efeito interferente da maioria das substâncias não foi esclarecida.

Os resultados indicaram que a mosca branca *Bemisia tabaci*, em suas relações com as plantas doadoras ou receptoras de vírus, mostrou-se mais suscetível à interferência de substâncias aplicadas às folhas do que o pulgão *Myzus persicae*. Para explicar esses resultados obtidos temos que admitir que a diferença está no vetor. Também o fato de se ter trabalhado com pulgões ápteros e não alados, enquanto as moscas foram aladas, pode ser uma outra razão. Os pulgões alados, que geralmente são mais importantes na disseminação dos vírus no campo, poderiam ser mais sensíveis às substâncias do que as formas ápteras. Entretanto, é geralmente aceito que os dados obtidos em

laboratório com as formas ápteras, podem ser extrapoladas na maior parte dos casos para as formas aladas.

Na transmissão do vírus do mosaico dourado do feijoeiro os resultados (Tabela 3) mostraram que as substâncias interferiram com maior eficiência na fase de inoculação do que na fase de aquisição. Para o vírus circulativo transmitido por *Myzus persicae* (VEFB) o resultado (Tabela 6) foi invertido, mostrando-se a fase de aquisição mais crítica à interferência.

Seria de se esperar que a fase de aquisição fosse mais facilmente interferida do que a fase de inoculação. Isto porque, na aquisição, que é um processo de ingestão, o vetor provavelmente tem que adquirir uma dose de partículas virais, que não deve ser tão pequena, pois estas deverão cair no trato digestivo, serem absorvidas e transportadas pela hemolinfa até a glândula salivar para então o inseto tornar-se virulífero e poder transmiti-las. Com exceção dos vírus propagativos, não há multiplicação do vírus dentro do inseto. Na inoculação (egestão), mesmo que o inseto já virulífero coloque apenas algumas partículas virais em célula suscetível da hospedeira, o vírus se multiplicará e se estabelecerá na planta.

O fato de a fase da inoculação do VMDF por moscas brancas (24 h) ter sido interferida por maior número de substâncias do que a fase de aquisição (24 h) poderia ser explicado como resultado de uma interferência no processo de ingestão dos inse-

tos, responsável pela inoculação do vírus nas plantas. No caso da aquisição, as substâncias não tiveram efeito imediato na ali mentação das moscas (ingestão) sobre as plantas tratadas e o VMDF pôde ser adquirido. Também não manifestou efeito quando es sas moscas brancas foram transferidas para as plantas-teste sa- dias para inocular o vírus durante 24 h, porque o possível efei- to das substâncias sobre a egestão já tinha desaparecido. No caso da inoculação, quando moscas brancas virulíferas foram con finadas por 24 h para inocular o VMDF em plantas sadias, trata- das com as substâncias, o efeito contínuo das substâncias sobre as moscas manteve a ação interferente sobre o mecanismo de eges- tão, responsável pela inoculação dos vírus nas plantas e portan- to a capacidade vetora das moscas brancas foi reduzida ou impe- dida. O modo de ação destas substâncias que influenciam a eges- tão seria um paralelo ao daquelas que evitam enjôos (anti-emêti- ca). A hipótese de que as substâncias teriam um efeito virici- da ou inibidor também foi considerada, porém foi descartada pe- lo fato de o efeito ter sido observado para a maioria das subs- tâncias e não seria admissível que todas elas fossem virici- das.

Entre as substâncias testadas, as pertencentes ao grupo dos resíduos e subprodutos agrícolas e industriais foram as que interferiram em maior número tanto para os vírus transmi- tidos por mosca branca, como para os vírus transmitidos por pul-

gão. Constituem portanto um grupo promissor para a procura de novas substâncias interferentes que reduzam a transmissão de vírus de plantas por vetores.

A ação interferente do soro de leite na inoculação do VMDF (Tabela 3) e na aquisição e inoculação do VMMe (Tabela 9) poderia ser atribuída à gordura existente em sua composição. Na literatura, os trabalhos de HEIN (1964 e 1971) atribuem à gordura existente no leite integral, a redução de infecção obtida para diversos vírus não persistentes transmitidos por diferentes espécies de afídeos, pois o leite desnatado não reduziu a infecção. Nesses mesmos trabalhos, HEIN não obteve redução na transmissão do vírus do enrolamento da folha da batata, circulativo em *Myzus persicae*, o mesmo ocorrendo em nossos testes.

Os óleos, tanto o de origem mineral (Triona) como o de vegetal (Natur'l Óleo) foram interferentes nas fases de aquisição e inoculação do vírus do mosaico dourado do feijoeiro, circulativo em *Bemisia tabaci*. A ação interferente dos óleos, na transmissão do vírus de mosca branca, poderia em parte ser devida a uma ação inseticida sobre os vetores, principalmente no caso do óleo mineral, pois as moscas confinadas em plantas tratadas com este óleo morriam em grande quantidade. O óleo vegetal não exerceu ação inseticida acentuada, provavelmente devida à concentração utilizada (1%); porém pode ter tido um efeito tóxico sobre as moscas, alterando sua capacidade vetora. Resul

tados de laboratório, não publicados, têm demonstrado que o óleo vegetal em concentrações maiores pode também ter efeito inseticida. O efeito positivo dos óleos na redução da infecção viral poderia também ser atribuído a um outro fator que não foi reconhecido nos testes realizados.

Os resultados com o óleo mineral (Tabelas 1 e 2) confirmaram os já obtidos anteriormente por NENE (1973), que foi o primeiro investigador que utilizou óleo mineral no controle de vírus transmitidos pela mosca branca *Bemisia tabaci*. Segundo NENE, aplicações foliares de óleo mineral (2%) reduziram em 100% a inoculação de um vírus circulativo ("yellow mosaic virus of green-gram" (*Phaseolus aureus*)) por *B. tabaci*. Ele também demonstrou que o óleo mineral (2%) mata 100% das moscas brancas em 30 minutos, enquanto os inseticidas convencionais levam cerca de 1 h. A imobilização das moscas ocorre quase que imediatamente após elas pousarem sobre a superfície foliar. Suas asas absorvem o óleo e tornam-se pesadas, resultando em sua imobilização. As moscas se esforçam para levantar mas quebram as asas e finalmente morrem. Durante este período, as moscas não tem nenhuma chance de se alimentarem sobre as folhas.

Para os vírus transmitidos por *Myzus persicae*, os óleos mineral e vegetal interferiram na transmissão do vírus não circulativo (Tabela 9), transmitido principalmente durante as picadas de prova que os pulgões fazem para o reconhecimento

da planta hospedeira. Não interferiram na transmissão do vírus circulativo (Tabelas 4 e 5), que depende de vetores que se alimentem sobre a planta infetada ou sadia. Portanto, pode-se admitir que os óleos interferem no comportamento do vetor durante as picadas de prova, que são as principais responsáveis pela transmissão dos vírus não circulativos (BRADLEY, 1956), e não nas picadas de alimentação que são as mais importantes para a transmissão dos vírus circulativos.

O efeito interferente dos óleos na aquisição e inoculação dos vírus não circulativos transmitidos por pulgões já é conhecido na literatura, mas seu modo de ação não está esclarecido. Alguns investigadores não conseguiram observar diferenças no comportamento dos afídeos sobre folhas cobertas com óleos com o daqueles sobre folhas não tratadas (BRADLEY, 1963; PETERS & LEBBINK, 1973). Entretanto, SIMONS *et al.* (1977) mostraram através de monitoramento eletrônico que o tempo de pré-prova dos afídeos aumentou bastante sobre plantas pulverizadas com óleo, e que poucos afídeos ingeriram seiva após contato com as folhas pulverizadas. Também foi determinado pelo teste serológico ELISA que o conteúdo de vírus existentes nos afídeos após confinamento em plantas cobertas com óleo, foi acentuadamente menor do que aquele existente nos afídeos confinados em plantas não tratadas (LOEBENSTEIN & RACCAH, 1980).

VANDERVEKEN (1977) formulou 2 hipóteses principais para explicar o efeito dos óleos na transmissão de vírus não

circulativos por afídeos: (1) o óleo poderia modificar a carga elétrica dos estiletes dos afídeos, assim impedindo a adsorção das partículas de vírus ou (2) a ação inibidora dos óleos poderia resultar de suas propriedades elétricas isolantes, as quais dificultariam a troca de cargas entre as partículas de vírus, partes do aparelho bucal dos afídeos e células das plantas.

Os resultados negativos de interferência dos óleos na transmissão do VEFB, circulativo em *Myzus persicae*, (Tabelas 4 e 5) também concordaram com os obtidos anteriormente por vários pesquisadores, em condições de laboratório (VANDERVEKEN, 1968; HEIN, 1971; PETERS & LEBBINK, 1973). Entretanto, ZITTER & EVERETT (1979) e SIMONS & ZITTER (1980) relataram interferência na transmissão de um vírus circulativo "tomato yellows virus" em condições de campo. Esses autores acreditam que o uso de afídeos ápteros ou períodos longos de alimentação para transmissão poderiam explicar os resultados negativos de determinações feitas em laboratório.

Os extratos vegetais foram bons interferentes na transmissão do vírus do mosaico dourado do feijoeiro pela mosca branca (Tabela 3), representando um grupo promissor de interferentes na transmissão de vírus por *Bemisia tabaci*. Entretanto, para a transmissão dos 2 vírus por *Myzus persicae*, não foram interferentes significativos, e apenas o extrato de *Datura metel* atuou na fase de aquisição do VEFB (Tabelas 6 e 9).

Na transmissão do vírus do VMDF pela mosca branca, o extrato de *Melia azedarach* foi o melhor interferente, entre as substâncias testadas, promovendo redução de infecção em torno de 95%, tanto na aquisição como na inoculação. Essa diferença é atribuída a um efeito da substância sobre o vetor, porém não a uma ação inseticida. O extrato de *Melia azedarach* possui propriedades repelentes e é deterrente alimentar para vários insetos (VOLKONSKY, 1937; LEPAGE *et al.*, 1946). Testes realizados com extrato de *Melia azedarach* e *Bemisia tabaci* (NARDO *et al.*, 1988; NARDO & COSTA, 1989), indicaram que, também para este inseto, esse extrato comportou-se como deterrente alimentar bastante eficiente, embora não se tenha excluído a possibilidade de que tenha também um efeito tóxico sobre a mosca branca. O extrato de *Melia azedarach* é deterrente alimentar de *B. tabaci*, porém não a impede de fazer picadas de prova. Evidências nesta direção foi obtida em experimento não descrito nesta tese, em que a transmissão de um vírus não circulativo (vírus do mosaico angular do feijoeiro Jalo) por *B. tabaci* não foi interferida pelo extrato de *Melia azedarach*. A possibilidade de uma ação viricida "in vivo" na planta, não parece ser muito provável, embora já se tenha verificado ação viricida "in vivo" em animais, de extratos aquosos brutos e parcialmente purificados de folhas de *Melia azedarach* (ANDREI *et al.*, 1986).

Uma interferência mais do tipo físico foi observada

com a substância "Hyvis" (polibuteno) que funcionou provavelmente como uma armadilha adesiva, principalmente para as moscas brancas, e conseqüentemente interferiu na transmissão do VMDF com 85% de redução da infecção na fase da inoculação. Na aquisição com o polibuteno, a maioria dos vetores morreu durante as 24 h de confinamento, principalmente no lado superior das folhas. A ação inseticida foi decorrente provavelmente do efeito de armadilha adesiva, de maneira semelhante aquela observada por NENE (1973), com os óleos minerais sobre as asas da mosca branca. Esse efeito do polibuteno também já foi notado em outros países para a mosca branca *B. tabaci*. O "Hyvis" interferiu significativamente na inoculação do vírus circulativo VEFB e também na aquisição do não circulativo VMMe por *M. persicae*. Não foi observada morte de pulgões sobre as folhas. Provavelmente o efeito adesivo da substância seja mais atuante na asa do vetor do que nas patas, o que explicaria a maior mortalidade observada nos testes de laboratório com as moscas brancas aladas. O modo de ação dos polibutenos no caso da transmissão dos vírus por pulgões não foi elucidado. Os polibutenos são produtos que merecem mais estudos como interferentes na transmissão de vírus por vetores.

A redução da infecção obtida com o fungicida thiazobenzazol na aquisição do VEFB, circulativo em *Myzus persicae* (Tabela 4), poderia ser atribuída a uma provável ação do produto

evitando o reconhecimento da planta hospedeira pelo inseto. O não reconhecimento da planta-teste como sua hospedeira inibiria as picadas de longa duração que são as responsáveis pela transmissão de vírus circulativos. Como as picadas de prova não são afetadas, não haveria interferência na transmissão do vírus não circulativo (Tabelas 7 e 8). Essa hipótese de que a ação do thiabendazol interfere no reconhecimento da planta hospedeira pelo inseto também poderia explicar os resultados de redução de infecção viral obtidos por RUSSELL (1968), na transmissão de um vírus circulativo por *Myzus persicae*, para plantas tratadas com a substância. É possível que os resultados obtidos com o ácido dodecanóico por GIBSON *et al.* (1982), isto é, redução de infecção entre 50% e 90% na aquisição de vírus circulativos e praticamente nenhuma de vírus não circulativos, possam também ser explicados por um efeito sobre o reconhecimento da planta hospedeira.

Os resultados de interferência obtidos com algumas das substâncias testadas mostraram que, apesar de a porcentagem média de redução de infecção ter sido elevada, esta não foi estatisticamente significativa devido a variações ocorridas nos 4 testes individuais e que contribuíram para um coeficiente de variação alto. Essas substâncias deverão ser retestadas com variações na concentração utilizada, podendo inclusive levar a resultados estatisticamente significativos.

Algumas substâncias tiveram ação contrária à esperada aumentando a capacidade vetora com consequente aumento da porcentagem de infecção, em relação à apresentada pelas plantas controles. Embora a maioria desses aumentos não tenha sido estatisticamente significativo, no caso do pulgão *Myzus persicae* se aliamentando em planta de abóbora infetada com o vírus do mosaico da melancia, que tinha sido previamente pulverizada com melaço, este mostrou maior atividade vetora (aumento de 22,3%) do que os insetos-controles que fizeram aquisição em plantas não tratadas. É possível que o efeito do melaço na aquisição tenha sido devido a presença da sacarose que contém e que é sabido ter efeito fagostimulante para a maioria se não para todos os pulgões (MITTLER & DADD, 1965). Embora a melhoria da atividade vetora de *M. persicae* obtida pela aquisição em planta tratada com melaço tenha sido o oposto do procurado, esse resultado abre perspectivas de que a aplicação de determinadas substâncias poderá melhorar a atividade vetora de certos insetos, podendo ser usada com sucesso experimentalmente.

Nos testes em que o efeito interferente de algumas substâncias foi avaliado em condições de campo na inoculação dos vírus do mosaico do *Abutilon*, da *Euphorbia* e do dourado do feijoeiro por *B. tabaci*, os resultados obtidos foram bastante parecidos com os dos testes realizados em laboratório. Portanto, os testes realizados nessas condições permitem uma detecção preliminar rápida de interferentes para posterior avaliação de campo.

8 - CONCLUSÕES

1. Substâncias aplicadas às folhas, mesmo sem ter valor inseticida, podem interferir nas relações alimentares do inseto vetor com a planta infetada doadora (aquisição ou ingestão do vírus) ou com a planta sadia receptora (inoculação ou ingestão do vírus), resultando em redução na transmissão.
2. A mosca branca *Bemisia tabaci*, em suas relações com as plantas doadoras ou receptoras de vírus, mostra maior sensibilidade à interferência de substâncias aplicadas às folhas do que o pulgão *Myzus persicae*.

3. A interferência na transmissão de vírus transmitidos por Myzus persicae por substâncias aplicadas às folhas é mais frequente no caso do vírus não circulativo, dependente de picadas de prova, do que na do vírus circulativo, que é relacionado com as picadas de alimentação.
4. Extratos de plantas e resíduos agrícolas ou industriais representam grupos de substâncias promissoras como interferentes quando se procura inibidores para controle da transmissão de vírus de plantas por vetores.
5. Testes de laboratório efetuados para determinar o efeito interferente de diferentes substâncias na transmissão de fito vírus por insetos vetores, permitem seleção preliminar rápida de substâncias promissoras para posterior avaliação de campo.
6. Os estudos do efeito das substâncias aplicadas às folhas sobre a aquisição e inoculação contribuem para melhor compreensão dos possíveis mecanismos de interferência no processo de transmissão de vírus por vetores.

9 - LITERATURA CITADA

- ALEXANDRE, M.A.V.; NORONHA, A.B. & VICENTE, M. 1987. Ação de inibidores naturais sobre duas viroses do feijoeiro: mosaico dourado e mosaico do fumo "strain" adaptado às leguminosas. *Fitopatol. bras.* 12:202-05.
- ANDREI, G.M.; MERSICH, S.E.; DA MOUTE, E.B.; COTO, C.E. & TORRES, R.A. 1986. Interacción del factor antiviral de *Melia azedarach* L. con la célula huesped. In: CONGRESO ARGENTINO DE VIROLOGIA, 2, Cordoba-Argentina. p.66.
- ASJES, C.J. 1984. Control of field spread of tulip breaking virus in *Lilium* cv. "Enchantment" by different brands of mineral oils. *Crop Prot.* 3:111-24.

- ATIRI, G.; THOTTAPPILLY, G. & LIGAN, D. 1987. Effects of cypermethrin and deltamethrin on the feeding behavior of *Aphis craccivora* and transmission of cowpea aphid-borne mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.* 110:455-61.
- BHARDWAJ, S.V.; DUBEY, G.S. & SHARMA, I. 1982. Effect of benlate on infection and transmission of urdbean (*Vigna radiata* var. Mungo) leaf crinckle virus. *Phytopathol. Z.* 105(1):87-91.
- BRADLEY, R.H.E. 1956. Effects of depth of stylet penetration on aphid transmission of potato virus Y. *Can. J. Microbiol.* 2: 539-47.
- BRADLEY, R.H.E. 1963. Some ways in which a paraffin oil impedes aphid transmission of potato virus Y. *Can. J. Microbiol.* 9: 369-80.
- BRADLEY, R.H.E. & GANONG, R.Y. 1957. Potato virus Y inactivated in tobacco inoculated by aphids. *Virology* 4:172-81.
- BRADLEY, R.H.E. & MACKINNON, J.P. 1958. Effects of trichothecin on some viruses transmitted by aphids. *Can. J. Microbiol.* 4: 555-56.
- BRADLEY, R.H.E.; WADE, C.V. & WOOD, F.A. 1962. Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. *Virology* 18:327-28.
- BRIGGS, G.G.; DAWSON, G.W.; GIBSON, R.W.; GRIFFITHS, D. C.; PICKETT, J.A.; RICE, A.D.; STRIBLEY, M.F. & WOODCOCK,

- C.M. 1983. Compounds derived from aphid alarm pheromones of potencial use in controlling colonization and virus transmission by aphids. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF PESTICIDE CHEMISTRY, 5, Kyoto, Japan, 1983. *Proceedings*. IUPAC, Oxford. p.117-22.
- BUTTER, N.S. & RATAUL, H.S. 1973. Control of tomato leaf curl virus (TLCV) in tomatoes by controlling the vector whitefly *Bemisia tabaci* Genn. by mineral oil sprays. *Curr. Sci.* 42 (24):864-65.
- CANER, J.; DE FAZIO, G.; VAZ, A.M.A.; KUDAMATSU, M. & VICENTE, M. 1985. Ação dos quimioterápicos antivirais no controle do vírus do mosaico dourado do feijoeiro, em *Phaseolus vulgaris* L. *Arq. Inst. Biol.* São Paulo, 52(1/4):39-43.
- COSTA, A.S. & MÜLLER, G.W. 1982. General evaluation of the impacts of virus diseases of economic crops on the development of Latin American Countries. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE o IMPACTO das DOENÇAS VIRAIS no DESENVOLVIMENTO dos PAÍSES LATINO-AMERICANOS e da REGIÃO DO CARIBE, 1. Rio de Janeiro, R.J. p.216-33.
- DAWSON, G.W.; GIBSON, R.W.; GRIFFITHS, D.C.; PICKETT, J.A.; RICE, A.D. & WOODCOCK, C.M. 1982. Aphid alarm pheromone derivatives affecting settling and transmission of plant viruses. *J. Chem. Ecol.* 8:11.
- FIGUEIRA, A.R. 1983. Detecção e investigação de algumas proprie

- dades de dois inibidores de fitovírus. Tese de Doutorado. UFRN CAMP. 90p.
- GIBSON, R.W. & CAYLEY, G.R. 1984. Improved control of potato virus Y by mineral oil plus the pyrethroid cypermethrin applied electrostatically. *Crop Prot.* 3:469-78.
- GIBSON, R.W. & RICE, A.D. 1986. The combined use of mineral oils and pyrethroids to control plant viruses transmitted non-and semi-persistently by *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.* 109:465-72.
- GIBSON, R.W.; RICE, A.D. & SAWICKI, R.M. 1982a. Effects of the pyrethroid deltamethrin on the acquisition and inoculation of viruses by *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.* 100:49-54.
- GIBSON, R.W.; RICE, A.D.; PICKET, J.A.; SMITH, M.C. & SAWICKI, R.M. 1982b. The effects of the repellents dodecanoic acid and polygodial on the acquisition of non-semi-and persistent plant viruses by the aphid *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.* 100:55-59.
- GIBSON, R.W., PICKETT, J.A. DAWSON, G.W.; RICE, A.D. & STRIBLEY, M.F. 1984. Effects of aphid alarm pheromone derivatives and related compounds on non-and semi-persistent plant virus transmission by *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.* 104:203-09.
- GREENWAY, A.R.; GRIFFITHS, D.C. & LLOYD, S.L. 1978. Response of *Myzus persicae* to components of aphid extracts and to carbox

- ilic acids. *Entomol. Exp. Appl.* 24:369-74.
- GRIFFITHS, D.C.; PICKETT, J.A. & WOODCOCK, C. 1982. Behavior of alatae of *Myzus persicae* (Sulzer.) (Hemiptera, Aphididae) on chemically treated surfaces after tethered flight. *Bull. Entomol. Res.* 72:687-93.
- HEIN, A. 1964. Die Wirkung eines Milchfilms auf die Übertragung eines nicht-persistenten Virus durch Blattläuse. *Z. Pflanzenkrankh.* 71:267-70.
- HEIN, A. 1971. Zur Wirkung von Öl auf die Virusübertragung durch Blattläuse. *Phytopathol. Z.* 71:42-48.
- HEIN, A. 1980. Öle verhindern die Verbreitung nicht-persistenter Viren durch Blattläuse. *Gesunde Pflanzen* 32(3):69-76.
- HERRBACH, E. 1985. Rôle des sémiochimiques dan les relations pucerons-plantes. II Les substances allélochimiques. *Agronomie* 5(4):375-84.
- HERRBACH, E. 1987. Effect of dodecanoic acid on the colonization of sugar beet by aphid and the secondary spread of virus yellows. *Ann. Appl. Biol.* 111:477-82.
- HIGHWOOD, D.P. 1979. Some indirect benefits of the use of pyrethroid insecticide. In: 1979 BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE. PESTS AND DISEASES. *Proceedings*. BCPC, Croydon. p. 361-69.
- HILLE RIS LAMBERS, D. & SCHEPERS, A. 1978. The effect of trans- β -farnesene used as a repellent against landing aphid alatae

- in seed potato growing. *Potato Res.* 21:23-26.
- KISLOW, C.J. & EDWARDS, L.J. 1972. Repellent odour in aphids. *Nature* 235:108-09.
- LEPAGE, H.S.; GIANNOTTI, O. & ORLANDO, A. 1946. Proteção das culturas contra os gafanhotos por meio de extratos de *Melia azedarach*. *O Biológico* 12:265-71.
- LIM, W.M. & HAGEDORN, D.J. 1977. Bimodal transmission of plant viruses. In: HARRIS, K.F. & MARAMOROSCH, K. eds. *Aphids as Virus Vectors*. Academic Press, New York. p.237-51.
- LOEBENSTEIN, G. & RACCAH, B. 1980. Control of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. *Phytoparasitica* 8(3):221-35.
- LOEBENSTEIN, G.; ALPER, M. & DEUTSCH, M. 1964. Preventing aphid spread cucumber mosaic virus with oils. *Phytopathology* 54:455-82.
- LOEBENSTEIN, G.; DEUTSCH, M.; FRANKEL, H. & SABAR, Z. 1966. Field tests with oil sprays for the prevention of cucumber mosaic virus in cucumbers. *Phytopathology* 56:512-16.
- LOEBENSTEIN, G.; ALPER, M. & LEVY, S. 1970. Field tests with oil sprays for the prevention of aphid-spread viruses in peppers. *Phytopathology* 60:212-15.
- MARCO, S. 1986. Incidence of aphid-transmitted virus infection reduced by whitewash sprays on plants. *Phytopathology* 76(12):1944-48.

- MATTHEWS, R.E.F. 1953. Chemotherapy and Plant Viruses. *J. Gen. Microbiol.* 8:277-88.
- MITTLER, T.E. & DADD, R.H. 1965. Differences in the probing responses of *Myzus persicae* (Sulzer.) elicited by different feeding solutions behind a parafilm membrane. *Entomol. Exp. Appl.* 8:107-22.
- MUKHERJEE, A.K. & RAYCHAUDHURI, S.P. 1966. A note on the effect of some therapeutics on leaf-curl disease of tomato. *Indian Phytopathol.* 19:388-401.
- NARDO, E.A.B. DE & COSTA, A.S. 1989. Maior mortalidade de moscas brancas em feijoeiros pulverizados com extrato de *Melia azedarach*. *Summa Phytopathol.* 15(1):42. (resumo).
- NARDO, E.A.B. DE; COSTA, A.S. & SAPAG, R.M.F.M. 1988. Extrato de *Melia azedarach* como interferente na aquisição e inoculação de vírus por vetores. *Fitopatol. bras.* 13(2):221 (resumo).
- NENE, Y.L. 1972. A survey of viral disease of pulse crops in Uttar Pradesh. *Research Bulletin* 4:96-106.
- NENE, Y.L. 1973. Control of *Bemisia tabaci* Genn. a vector of several plant diseases. *Indian J. Agric. Sci.* 43(5):433-36.
- PETERS, D. & LEBBINK, G. 1973. The effect of oil on the transmission of pea enation mosaic virus during short inoculation probes. *Ent. Exp. Appl.* 16:185-90.
- PHELAN, P.L. & MILLER, J.R. 1982. Postlanding behavior of

- alate *Myzus persicae* as altered by (E) β -farnesene and three carboxylic acids. *Entomol. Exp. Appl.* 32:46-53.
- RACCAH, B.; ANTIGNUS, B. & COHEN-BRAUN, M. 1983. Effect of a combination of a mineral oil and a pyrethroid on the transmission of CMV in laboratory and on the natural infection of MDMV in a cornfield. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PHYTO-PATHOLOGY, 4, Melbourne, 1983. *Proceedings*. p.231.
- RICE, A.D.; GIBSON, R.W. & STRIBLEY, M.F. 1983. Alarm pheromone secretion by insecticide-susceptible and-resistant *Myzus persicae* treated with demeton-S-methyl; aphid dispersal and transfer of plant viruses. *Ann. Appl. Biol.* 103:375-81.
- RUSSEL, G.E. 1968. Some effects of spraying with thiabendazole on the susceptibility of sugarbeet to yellowing viruses and on their vector, *Myzus persicae* (Sulz.). *Ann. Appl. Biol.* 62:265-72.
- SASSEN, B. 1983. The effect of two pyrethroids on the feeding behavior of three aphid species and on transmission of two different viruses. *J. Plant Dis. Prot.* 90(2):119-26.
- SASTRY, K.S.M. & SINGH, S.J. 1974. Control of the spread of the tomato leaf curl virus by controlling the whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) population. *Indian J. Hort.* 31(2):178-81.
- SASTRY, K.S.M.; SINGH, S.J. & SASTRY, K.S. 1978. Efficacy of krishi oil in relation to the control of whitefly population and the spread of tomato leaf curl virus (TLCV). *Pesticides*

12(1):128-29.

- SELMAN, I.W. & KANDIAH, V. 1971. Influence of gibberellic acid and nitrogen sprays on transmission of cabbage black ring-spot virus by *Myzus persicae* (Sulz.). *Bull. Entomol. Res.* 60:359-65.
- SHANDS, W.A.; WEBB, R.E. & SCHULTS, E.S. 1962. Tests with milk and rice polish to prevent infection of Irish Potato with virus Y transmitted by aphids. *Amer. Potato J.* 39:36-39.
- SHANKS Jr., C.H. & CHAPMAN, R.K. 1965. The use of antiviral chemicals to protect plants against some viruses transmitted by aphids. *Virology* 25:83-87.
- SHARMA, S.R. & VARMA, A. 1982. Control of yellow mosaic of mung bean through insecticides and oils. *J. Entomol. Res.* 6(2):130-36.
- SHERWOOD, M.H.; GREENWAY, A.R. & GRIFFITHS, D.C. 1981. Response of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) to plants treated with fatty acids. *Bull. Entomol. Res.* 71:113-36.
- SIMONS, J.N. 1960. Effects of foliar sprays of cytovirin susceptibility to and transmissibility of potato virus Y in pepper. *Phytopathology* 50:109-11.
- SIMONS, J.N. & ZITTER, T.A. 1980. Use of oils to control aphid-borne. *Plant Dis.* 64(6):542-46.
- SIMONS, J.N.; SWIDLER, R. & MOSS, L.M. 1963. Succulent-type plant as sources of plants virus inhibitors. *Phytopathology*

53:677-83.

- SIMONS, J.N.; McLEAN, D.L. & KINSEY, M.G. 1977. Effects of mineral oil on probing behavior and transmission of stylet-borne viruses by *Myzus persicae*. *J. Econ. Entomol.* 70:309-15.
- SINGH, S.J.; SASTRY, K.S.M. & SASTRY, K.S. 1973. Effect of oil sprays in tomato leaf curl virus under field conditions. *Indian J. Agric. Sci.* 43:669-72.
- VANDERVEKEN, J. 1968. Importance des relations vecteur-virus dans l'inhibition de la transmission aphidienne des phytovirus par des pulvérisations d'émulsions huileuses. *Ann. Epiphyt.* 19 (n° H.S.):141-46.
- VANDERVEKEN, J. 1977. Oils and other inhibitors of virus transmission. In: K.F. Harris and K. Maramorosch, eds. *Aphids as Virus Vectors*. Academic Press, New York p.435-54.
- VANDERVEKEN, J.; BOURGE, J.J. & SEMAL, J. 1966. Effects d'huiles minérales sur la transmission de phytovirus par pucerons. *Meded. Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent.* 31:974-80.
- VERMA, H.N. & KUMAR, V. 1982. Prevention of plant virus disease by *Mirabilis jalapa* leaf extract. *New Botanist* (7):87-91.
- VOLKONSKY, M. 1937. Sur l'action acridifuge des extraits des feuilles de *Melia azedarach*. *Arch. Inst. Pasteur d'Algerie* 15(3):427-32.
- WALKER, D.G. & DANCE, M.C. 1979. The effect of oil sprays on

- aphid transmission of turnip mosaic, beet yellows, bean common mosaic, and bean yellow mosaic viruses. *Plant Dis. Rep.* 63:877-80.
- WORMS, G. & NIENHAUS, F. 1975. Charakterisierung und Wirkung eines virushemmenden Polysaccharid aus Khlpflanzen. *Phytopath. Z.* 82:224-45.
- YANG, S.L. & ZETTLER, F.W. 1975. Effects of pheromones on aphid probing behavior and virus transmission efficiency. *Plant Dis. Rep.* 59:902-05.
- YUKI, V.A. & COSTA, A.S. 1979. Tentativas de controle do mosaico dourado do feijoeiro através do controle da mosca branca vetora, por meio de repelentes reflectivos. *Summa Phytopathol.* 5:20-21.
- ZITTER, T.A. & EVERETT, P.H. 1979. *Use of mineral oil sprays to reduce the spread of tomato yellow virus disease in Florida.* Univ. Fla. Immokalec ARC Res. Rep. SF79-1. 7p.
- ZITTER, T.A. & SIMONS, J.N. 1980. Management of viruses by alteration of vector efficiency and by cultural practices. *Ann. Rev. Phytopathol.* (18):289-310.