

## PROBLEMAS DE VETORES DE VÍRUS DA BATATA E SEU COMBATE NAS CONDIÇÕES DO RIO GRANDE DO SUL<sup>1</sup>

ANDREJ BERTELS<sup>2</sup>, EVANE FERREIRA<sup>3</sup> e WALTER CASAGRANDE<sup>4</sup>

### Sinopse

Tentou-se definir os verdadeiros vetores de vírus na cultura da batata, sua biologia e propagação nas condições ecológicas do Rio Grande do Sul e estudar os métodos de proteção da batata na forma de colheita antecipada e aplicação de inseticidas e outras doenças viróticas transmissíveis pelos insetos-sugadores.

Na parte de determinação de vetores de vírus e sua capacidade de transmissão, além das espécies conhecidas para o Centro-Sul do Brasil, foi constatada a presença da espécie *Aulacorthum solani* e sua eficiência na transmissão de vírus. Os estudos de dinâmica de população confirmaram as vantagens da colheita antecipada, evitando assim a possibilidade de contaminação da batata, com vírus, em grande escala.

Finalmente, os experimentos com inseticidas, e especialmente com sistêmicos granulados, demonstraram o valor da aplicação dos mesmos nas condições ecológicas do Sul do Brasil.

### INTRODUÇÃO

Desde a vinda da batata da Europa para a América do Sul, junto com os emigrantes europeus na forma de batata-semente, ocorrem nas regiões do Centro-Sul do Brasil muitas doenças que acompanham esta cultura no Velho Mundo e América do Norte. Algumas espécies de insetos-pragas e vetores de doenças provavelmente acompanharam as novas variedades de batata criadas na Europa e que emigraram para a América do Sul.

Nas novas e diferentes condições ecológicas, ocorriam as necessárias adaptações ao meio, mudando às vezes sensivelmente a natureza de processos fisiológicos da batata e biológicos de insetos-específicos desta hospedeira. Desta maneira, as valiosas observações e detalhados estudos europeus sobre os problemas em apreço podiam, em ambiente diferente do europeu, apresentar pequeno valor.

Estes problemas ficaram a cargo das ciências agronômicas que procuram encontrar a solução através de estudos científicos cujos resultados se aplicam na prática. Daí, nas matérias das ciências agro-

nômicas, devem existir uma harmonia entre ciência propriamente dita e a aplicação, na prática, dos resultados obtidos.

Os problemas da cultura da batata, naturalmente, se dividem em científicos propriamente ditos e práticos ou agronômicos, que se entrelaçam intimamente até absoluta interdependência. Assim, como afirma Rocha-Lima *et al.* (1939): "A determinação sistemática do inseto-vetor representa um importante fator para o reconhecimento e o combate da doença". Desta forma, o estudo sistemático de todas as espécies de insetos prováveis vetores de vírus e da sua biologia parece ser tarefa da ciência propriamente dita e o seu combate seria a parte prática do problema. Porém, o combate necessita de um estudo prévio de todos os modernos preparados químicos começando com os de contato, principalmente os clorados, e passando para os fosforados sistêmicos e carbamatos. Estes estudos demonstram a diferença do efeito protetor de inseticidas por causa do grande número de fatores ecológicos que influenciam sobre os agentes da biocenose em estudo: planta e inseto. Daí, de novo, a parte aparentemente prática do problema volta ao nível de estudos científicos.

Ao tratar da complexidade do problema de virologia da batata, começando com os vetores e concluindo com as diferentes viroses, tem-se em vista a parte prática destes estudos que, em última análise, procuram encontrar métodos de produção de batata de consumo, e especialmente de batata-semente, livres de vírus, e com isto, seu razoável valor no mercado.

<sup>1</sup> Recebido 3 abr. 1968, aceito 23 nov. 1970.

<sup>2</sup> Eng.º Agrônomo, M.Sc., Chefe do Setor de Entomologia e Parasitologia do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS), Caixa Postal E, Pelotas, Rio Grande do Sul.

<sup>3</sup> Eng.º Agrônomo, do Setor de Entomologia e Parasitologia do IPEAS.

<sup>4</sup> Agronomando da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

Do ponto de vista de aplicação dos profissionais para êstes estudos, Leach (1940) expressa uma absoluta necessidade de íntima colaboração entre os especialistas em Fitopatologia na parte de Virologia, e os entomologistas com seus trabalhos com insetos-vetores.

Os resultados de estudo, apresentados neste trabalho, representam contribuição ao conhecimento do comportamento de insetos-vetores de vírus de batata nas condições ecológicas do Sul do Brasil. Êste trabalho é o primeiro dêste gênero fixando um certo número de fenômenos novos para a ciência, específicos para a região ecológica ainda não explorada cientificamente.

Como exemplo, vale a pena mencionar o trabalho de Santis (1967a,b) que determinou três novas espécies de Tisanópteros descobertas por Bertels e recomendou estudar detalhadamente sua biologia para verificar sua capacidade de transmissão de vírus.

O método de Moericke (1951) demonstrou sua aplicabilidade no assunto altamente prático de colheita antecipada. O mesmo método funcionou na Europa, prestando serviço exato na forma de dados de dinâmica de população dos insetos-vetores em estudo. No Rio Grande do Sul, as curvas de aumento e diminuição das populações devem ser apli-

cadas nas duas épocas de plantio da batata, o que complica as observações e indica a necessidade de serem tomados em consideração muitos fatores ecológicos para períodos de primavera e de verão (meses de outubro a fevereiro).

A parte prática da defesa dos batatais destinados à produção de batata-semente também demonstrou discordância com as normas européias; já não falando em diferença edáfica, os fatores climáticos, especialmente a precipitação e insolação, mandam criar novas normas específicas para o ambiente do Rio Grande do Sul (Bertels, 1953, 1954, 1956, 1962).

Desta maneira, apesar de modesto, o trabalho apresenta resultados novos de estudos científicos para sua aplicação prática.

#### VETORES CONHECIDOS E INSETOS SUSPEITOS

Fazendo revisão de insetos-sugadores pragas da batata e deixando de lado os hemípteros, ficam para estudos três grupos de sugadores encontrados nesta cultura com maior frequência: cigarrinhas, pulgões e tripses, que são indicados como possíveis vetores de vírus.

A bibliografia científica mundial (Leach 1940, Bawden 1950, Rocha-Lima *at al.* 1939, Goss 1928), analisando já conhecidos vetores de vírus em batata, destaca como indubitáveis os seguintes:

Vetor	Doenças viróticas	Presença no Brasil
<i>Myzus persicae</i>	Solanum vírus 2 = Y	Sim
" "	" " 3 = A	Sim
" "	" " 8 = F (mosaico amarelo)	Não
" "	" " 9 = aucuba	Não
" "	" " 12	Não
" "	" " 13	Não
" "	" " 14 = enr. fôlha	Sim
" "	" " 15	Não
" "	" " 16	Não
" "	" " 17	Não
" "	" " 18	Não
? ?	Complexo de 2 + 1	Sim
<i>Macrosiphum solanifolii</i>	Solanum vírus 2	Sim
" "	" " 12	Não
" "	" " 13	Não
" "	" " 14	Sim
<i>Thrips tabaci</i> , <i>Frankliniella</i> sp.	Lycopersicum vírus 3	Sim
" " "	Necrose de topo	Sim
<i>Empouca fabae</i> , "	Solanum vírus 16	Não

Além das espécies já conhecidas como transmissoras de viroses, em batata, pesquisadores brasileiros, no ano de 1950, suspeitaram das três cigarrinhas abaixo relacionadas como possíveis vetores:

<i>Agalliana sticticollis</i>	"Curly-top" em beterraba
<i>Agalliana ensigera</i>	" idem
<i>Agallia albidula</i>	" em tomate

Mais tarde foram apanhadas por Bertels nas armadilhas Moericke, e determinadas pelo Prof. De

Santis, 18 espécies de tripes em batata e, conforme as recomendações dêste, deve ser verificada a eventual capacidade de transmissão de vírus em três dessas espécies novas (Santis 1967a,b) pertencentes à subordem Terebrantia, família Thripidae, a saber:

<i>Calliothrips flavescens</i> De Santis
<i>Chirothrips dolosus</i> De Santis
<i>Isochaetotrips bertelsi</i> De Santis

Entre as espécies já classificadas, foram feitas mais as seguintes determinações pelo Prof. De Santis:

Subordem	Família	Gênero ou Espécies
Terebrantia	Thripidae	<i>Calliothrips brasiliensis</i> (Morgan 1929)
"	"	<i>Thrips tabaci</i> (Lindeman, 1888)
"	"	<i>Isoneurothrips australis</i> (Bagnall, 1915)
"	"	<i>Frankliniella paucispinosa</i> (Moulton, 1933)
"	"	<i>Frankliniella rodeos</i> (Moulton, 1933)
"	"	<i>Frankliniella gemina</i> (Bagnall, 1919)
"	"	<i>Frankliniella</i> sp., affinis <i>sulphurea</i> (Schmutz, 1913)
"	"	<i>Taeniothrips</i> sp.
Tubulifera	Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips ficorum</i> (Marchal, 1908)
"	"	<i>Hoplandrothrips</i> sp.
"	"	<i>Liothrips</i> sp.
"	"	<i>Eurythrips</i> sp.
"	"	<i>Haplothrips</i> sp.
"	"	<i>Polyphemothrips</i> sp.
"	"	<i>Adraneothrips</i> sp.

São apresentados os resultados dos testes, realizados logo após o surgimento da suspeita quanto às mencionadas cigarrinhas, com criações do ambiente do Rio Grande do Sul e de São Paulo. Aquelas pesquisas revelaram a incapacidade destas espécies de transmissão de vírus "Y".

As três novas espécies de tripes, apesar de se poder duvidar "a priori" de sua capacidade de transmitir vírus em batata, serão testadas nos futuros períodos vegetativos, pois a recomendação do Prof. De Santis chegou às nossas mãos há pouco tempo.

Desta maneira, a região Sul do Brasil conta com a presença, nas suas biocenoses largamente propagadas, dos pulgões *Myzus persicae* e *Macrosiphum solanifolii* (*M. euphorbiae*). Além destas, encontram-se em batata as espécies *Aphis gossypii* e *Aulacorthum solani* (Kalt.), conforme a determinação do Prof. Mariconi<sup>5</sup>.

Pela abundância das suas populações, a espécie *Myzus persicae* ocupa lugar da maior importância como vetor de vírus.

Os estudos da biologia da espécie *Myzus persicae* no nosso meio ecológico evidenciam profundas divergências com as publicações estrangeiras, especialmente européias, que descrevem a biologia da espécie no ambiente da zona de cultura da batata.

A espécie, de origem européia, na zona geográfica de sua origem tem ciclo anual completo, inclusive passando o período hibernal na forma de ovo de inverno, produto do processo sexual, e o período da estação favorável, na forma partenogenética (Gersdorf 1955).

No nosso ambiente, como também em toda a Argentina, não foram constatadas as formas sexuais e a necessidade de passar o período hibernal no estado de ovo. Desde os primeiros estudos da fauna entomológica no Brasil, constatando-se a presença de *M. persicae* no Sul do país, foi observada a multiplicação da espécie somente partenogeneticamente, nas formas áptera e alada.

Na zona Centro-Sul do Brasil, que inclui os Estados desde Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, com razoáveis superfícies de lavoura ocupadas com a cultura de batata e grande número de espécies de solanáceas selvagens, o número de gerações anuais, em média, é de 15. Este número, porém, depende muito das condições ecológicas e geralmente da temperatura e da umidade relativa do ar. Assim, se a temperatura se mantém mais elevada do que a ótima, que é de 20°C, mas não passa de 30°C, e a umidade média se mantém acima de 80%, com ambiente rico em alimento ade-

<sup>5</sup> Comunicação pessoal.

quado, o número de gerações se eleva até 16 anuais, como também acontece nas criações artificiais.

Heinze e Profft (1940) confirmam que as temperaturas superiores a 30°C e a umidade relativa próxima de 100% impedem a multiplicação por completo.

A evolução de um pulgão é a seguinte: cinco dias, em média, após o nascimento, a nova fêmea partenogenética apresenta a primeira mudança de pele. A duração deste período está na dependência inversa da temperatura e direta da quantidade de alimento. As duas mudanças de pele seguintes exigem períodos de tempo semelhante e sua amplitude também depende das variações de "habitat" nestes dois períodos, e nas fêmeas que serão futuras migrantes começam a se desenvolver as tecas alares.

Em relação ao problema das causas de formação de fêmeas migrantes aladas, surgiram nos últimos tempos novas suposições de que o aparecimento, numa população de pulgões, de novas fêmeas aladas não está ligado a condições desfavoráveis de vida da colônia. Nossas observações demonstraram a evidência de que a formação das fêmeas aladas depende do ambiente e ocorre geralmente por faltar alimento apropriado ou por se verificarem extremos climáticos (temperatura muito além de 30°C ou chuvas torrenciais).

Após a quarta mudança de pele o inseto entra na fase adulta. Neste estágio os ovários atingem seu completo desenvolvimento, porém, excepcionalmente, as ninfas de futuras formas aladas podem produzir novos pulgões antes da quarta mudança de pele. No estágio adulto, nas condições normais, uma fêmea partenogenética produz cerca de 80 novas em 10 dias.

A forma adulta, seja alada ou áptera, vive de 25 dias até 2 meses, na dependência das condições ecológicas; a duração da vida não depende da morfologia do inseto.

As observações sobre a biologia de *Macrosiphum solanifolii* demonstram, em linhas gerais, semelhança com a espécie descrita, com diferença na capacidade da fêmea de *M. solanifolii* de produzir menor número de indivíduos novos. Porém, conforme nossos estudos sobre as curvas de frequência respectivas, as populações de *M. solanifolii*, em certas condições, especialmente de temperatura, favoráveis à vida da espécie, podem exceder em número de indivíduos, num batatal, as populações da espécie *Myzus persicae*.

Estas duas espécies de pulgões, vetores de vírus em solanáceas, se encontram também nas duas espécies silvestres nativas: *Solanum gracile* (*S. ni-grum*) e *Solanum variabile*.

Com menor frequência, as observamos no Rio Grande do Sul nas seguintes solanáceas nativas: *Solanum sissimbrifolium*, *Solanum balbisii*, *Solanum commersoni*, *Solanum capsicastrum*, *Solanum reineckii* e *Solanum flagellari*.

Atrai, em grande número, pulgões das duas espécies mencionadas, a planta, importada pelos imigrantes alemães localizados nas zonas de produção da batata, da família *Solanaceae*, *Datura stramonium*, que usamos, devido à sua susceptibilidade, como planta teste.

Merece atenção especial a espécie de *Aulacorthum solani* que, no meio ambiente do Centro-Sul do Brasil, ocupa lugar de importância entre os citados pulgões vetores de vírus. É semelhante, pelos caracteres morfológicos, às espécies de gêneros *Myzus* e *Macrosiphum*, como indicam os sinônimos desta espécie: *Aulacorthum solani* (Kalt.), *A. peltarionii* (Mordwilko), *A. vincae* (Walker), *Dysaulacorthum vincae* (Walker), *O. antirrhini* (Machiati), *D. pseudosolani* (Theobald), *Myzus pseudosolani* (Theobald), *Macrosiphum solani* (Theobald).

Achamos importante mencionar aqui algumas sinonímias para demonstrar que o próprio Theobald, uma das maiores autoridades em sistematiza de afídeos, inclui a espécie *Aulacorthum solani* em três diferentes gêneros.

A espécie *Aulacorthum solani*, pela sua biologia, aproxima-se da espécie *M. persicae* com a qual é confundida no Estado de São Paulo.

A espécie *Aphis gossypii*, apesar de sua quase obrigatória presença na forma de fêmeas aladas, nos batatais, nos experimentos realizados no nosso insetário, não demonstrou capacidade de transmitir o vírus Y e o vírus do enrolamento da folha.

#### MIGRAÇÕES DE PULGÕES E DIREÇÃO DOS VENTOS

A biologia de insetos vetores de vírus em batata, incluindo a dos pulgões, depende de fatores ecológicos, climáticos, e, especialmente, de alimentação. Sob o efeito destes fatores ocorrem diminuições ou aumentos das populações e os movimentos em grande escala, mudando as colônias os lugares de sua permanência (Moericke 1953, 1957).

Como foi constatado, pelas observações e testes realizados dentro dos estudos da biologia dos pulgões no Rio Grande do Sul, numa colônia de pulgões ocorre formação de fêmeas partenogenéticas aladas em dependências da diminuição de fontes de alimento e de desfavoráveis fatores climáticos. Estas fêmeas, levantando vôo em procura de novas fontes de alimentação, ficam expostas à influência de fatores climáticos do ambiente e especialmente às correntes de ar.

Sobre a importância de movimentos do ar no problema de propagação de doenças viróticas, Leach (1940) diz: "Os ventos dominantes ou ventos fortes de alguma duração podem influir grandemente na incidência das doenças pela influência dos mesmos no movimento dos insetos vetores".

Dai surgiu a necessidade de estudos desta interdependência entre a propagação de pulgões e os ventos reinantes nos dois períodos vegetativos de batata no Rio Grande do Sul. Estes estudos se complicam para região Sul do Brasil exatamente por que se devem tomar em consideração dois períodos anuais correspondentes às duas safras de batata.

No Norte da Europa, conforme os estudos do Dr. Gersdorf (de Hannover), em linhas gerais, o movimento de invasão de migrantes de *Myzus persicae* ocorre na primavera européia rumo oeste-leste, com seu começo na Bélgica seguindo direção de linha

Aachen-Braunschweig. Esta observação acha aprovação na Cadeira de Entomologia da Universidade em Hohenheim.

No caso do Rio Grande do Sul, para o período setembro-janeiro, plantio da primavera brasileira, contam-se dois movimentos do ar de maior importância: massa de ar que entra do oceano pela parte central do litoral, penetrando na depressão central e seguindo rumo leste-oeste com tendência para norte, e outro, que é mais ou menos permanente para todo o ano, que acompanha o litoral propriamente dito na direção norte-sul, como se pode ver na Fig. 1.

No período de plantio estival, fevereiro-maio, a penetração da massa de ar do oceano fica, em linhas gerais, semelhante à do período primaveril, porém, com maior energia e propagando-se do centro da depressão central, com maiores tendências para o sul do Estado. O movimento do ar litorâneo também neste período continua na mesma direção.

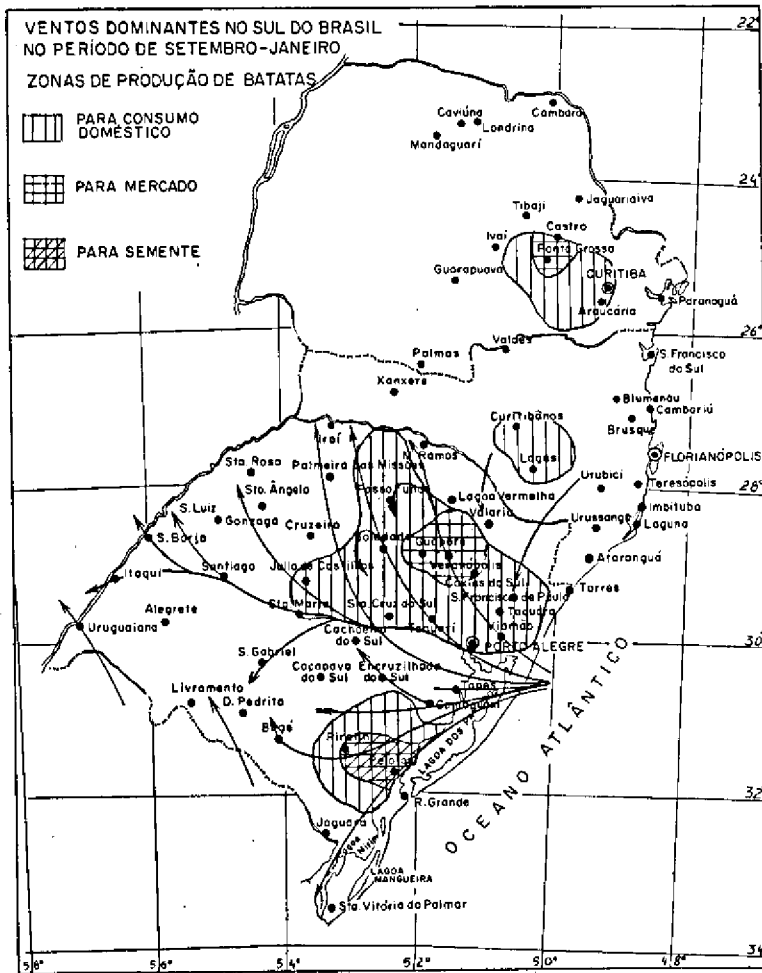


FIG. 1. Direção dos ventos dominantes no Rio Grande do Sul.

Nos dois períodos podem-se constatar movimentos de ar que provém do pampa uruguaio e, encontrando correntes de ar na depressão central do Rio Grande do Sul, acompanhando a fronteira brasileira, seguem rumo a Misiones na Argentina.

Além destes movimentos do ar dominantes na zona de cultura da batata do litoral, que inclui regiões geobotânicas determinadas aqui como de campos baixos (litoral propriamente dito) e campos altos (terrenos do litoral com altitude até 100 m, e apropriados para lavoura), são características as brisas matinais e vespertinas que, apesar de fracas se comparadas aos ventos dominantes, influenciam os microclimas litorâneos.

Ao estudo dos movimentos do ar, que se realiza visando a transmissão de vetores de vírus, devem-se, anexar os estudos de sinécias botânicas da zona de produção da batata. Esta zona em linhas gerais, está situada, no Estado do Rio Grande do Sul, numa larga faixa litorânea que se estende dos limites com o Estado de Santa Catarina, começando nos municípios de Bom Jesus e Vacaria, até a fronteira com o Uruguai. A faixa, do ponto de vista geobotânico e com vistas às sinécias da flora, subdivide-se em serra e campos altos. A serra, com altitude acima de 400 m, incluindo os municípios de Vacaria, Bom Jesus e São Francisco de Paula, contém solanáceas silvestres nas suas biocenoses com os afídeos relativamente em menor número do que na zona dos campos altos do sul do Estado. Além disto, a temperatura anual desta zona geográfica é muito mais baixa do que na zona do sul. Já este fenômeno confirma as observações que demonstram a presença, nos batatais e nas solanáceas silvestres, de colônias de pulgões menos numerosos e abundantes que nos campos do sul.

A maior importância, porém, têm aqui, no caso de populações de afídeos, os ventos que acompanhando o litoral dominam exatamente na zona de maior superfície agrícola ocupada com a cultura da batata.

Conforme as observações da biologia dos afídeos no Rio Grande do Sul, as colônias pouco numerosas que sobrevivem ao inverno, às vezes bastante rigoroso, sobre espécies de solanáceas nativas e especialmente *Solanum gracile* (*S. nigrum*), no começo da primavera contém maior número de fêmeas aladas prontas para migração. Neste período, setembro-outubro-novembro, constata-se a propagação de indivíduos alados transportados pela corrente de ventos exatamente nas direções norte-sul e leste-oeste. Este fenômeno pode ser observado também no período de plantio estival, a julgar pelas populações nas plantas hospedeiras da família *Solanaceae*, com ainda maior abundância das colônias por causa do aparecimento de novas fêmeas aladas tanto na ve-

getação silvestre, como também após as safras de batata no período primaveril.

Desta maneira, o fator vento, na propagação de doenças viróticas da batata, tem grande importância na zona de plantação desta cultura. Isto tem, para o Rio Grande do Sul, tanto maior importância porque as regiões onde ficam situadas as maiores lavouras de batata (Pelotas, São Lourenço) ficam exatamente no centro do cruzamento dos dois rumos de ventos: do oceano para dentro do continente e os que acompanham a faixa do litoral rumo ao sul. Por isso os batatais pouco protegidos pelos inseticidas nesta zona e a abundância, nas biocenoses, de solanáceas nativas (inclusive *Datura stramonium*) representam as bases para propagação de fêmeas aladas contaminadas, avançando para o interior do Estado.

As observações sobre os efeitos das brisas na propagação de pulgões alados foram repetidamente realizadas nos batatais isolados pelos matos com uma abertura na direção do mar. No período de aparecimento de fêmeas aladas nos arredores de batatal sem presença de pulgões, a brisa matinal (9-10 horas da manhã) trazia cada dia maior número das mesmas, sempre mais fundo dentro da cultura.

Dados semelhantes a estas nossas observações encontramos na bibliografia alemã (Vogt & Krätzig 1962).

Tomando em consideração as favoráveis condições ecológicas para multiplicação das colônias de pulgões no fim do período de plantio primaveril, explica-se o aumento considerável do número de afídeos-vetores de vírus nas zonas de produção da batata que se situam no rumo dos ventos dominantes no período de plantio de verão.

#### VARIAÇÕES DO MÉTODO MOERICKE

Entre outros modos de avaliação da presença dos pulgões-vetores de vírus na cultura da batata e da dinâmica das suas populações, ocupa lugar de destaque o método Moericke. A apanha dos pulgões alados nas "Bandejas amarelas" com água indica a sua presença na região em observação e pode servir para a constatação do rumo do movimento de invasão em grande escala de caráter nacional, como também para observações sobre as fases biológicas numa biocenose limitada numa microzona agrícola. Como no caso das invasões dirigidas geralmente pelas principais correntes de ar, também no caso de formação de migrantes numa biocenose agrícola são apanhados indivíduos alados. As correntes de ar ajudam as movimentações de grandes quantidades de pulgões alados que, sendo apanhados nas bandejas amarelas com água, conforme o método "Moericke", demonstram o início de infestação. De outro lado, a constatação do aumento, de dia para dia, do nú-

mero de pulgões alados nas "Gelben Schalen" instaladas num batatal ou nas suas proximidades, indica a multiplicação das colônias e a necessidade de migração dentro de uma biocenose.

Para apanha dos pulgões alados, a bibliografia técnica recomenda o tamanho de armadilhas e posição constante: 0,75 x 0,75 m de lado e 0,10 m de altura, colocadas a 1 m de altura.

A aplicação destas medidas, aprovadas na Europa nos trabalhos do próprio Dr. Moericke e outros pesquisadores, devia ser experimentada no meio ecológico do Sul do Brasil. Os experimentos visaram demonstrar a eventual diferença prática de medidas diferentes das clássicas, isto é:

a) ao invés de uma armadilha de 0,75 m de lado em um só ponto do batatal, usar maior número de armadilhas menores (área equivalente à de 0,75 m de lado) em diversos pontos da lavoura;

b) verificar se há diferença quanto ao número de insetos apanhados nas armadilhas colocadas no chão e nas armadilhas postas na altura de 1 m do chão;

c) colocar as armadilhas também fora da cultura, para verificar se a invasão provém de fora do batatal ou se é devida a migração dentro da cultura.

*Experimento 1. Modificações do método de Moericke*

Procurando solucionar estes itens, foram instaladas 9 armadilhas de 0,25 m de lado por 0,10 m de altura, pintadas de amarelo, com uma camada de água de 6,5 cm de altura, que equivaliam, em área, a uma de 0,75 m de lado de acordo com o método Moericke. Das nove armadilhas, seis foram colocadas em locais diferentes do batatal, a 1 m de altura. As outras 3 foram colocadas também em locais diferentes do batatal, porém ao nível do solo. Uma armadilha de 0,75 m de lado ficou no meio do batatal, a 1 m de altura. Finalmente, colocou-se um armadilha de 0,25 m do lado de fora da cultura, no meio do campo, ao nível do solo.

O levantamento foi realizado diariamente, contando-se os insetos apanhados em cada armadilha durante 55 dias, compreendendo o período de 8/4 a 1/6/66. Dos dados obtidos extraiu-se a média dos insetos apanhados sempre em relação a uma área de 75 x 75 cm = 5,625 cm² de armadilha. Os resultados, transformados em percentagens dos totais, estão apresentados nos Quadros 1 e 2.

Com os dados obtidos no período correspondente, pudemos fazer considerações relativas a cada um dos itens das sugestões apresentadas.

Acêrca dos itens a e b, os dados do Quadro 1 mostraram haver diferença quanto ao número de afídeos apanhados em armadilha grande (0,75 m de lado) e em armadilhas pequenas (0,25 m de lado). Quando as armadilhas pequenas são colocadas

a igual altura da armadilha grande, apanham 4,29% de afídeos menos do que a grande, porém, se as armadilhas pequenas forem colocadas no chão, a diferença de afídeos apanhados será de 15,97% a seu favor. Isto leva a pensar que o emprêgo de uma ou de outra técnica vai depender da preferência que se tenha, de pegar maior ou menor número de insetos. Entretanto, não se deve esquecer que as armadilhas de 0,75 m de lado são muito propagadas na Europa e que, talvez, sejam as que melhor atendam à necessidade de padronização de estudos desta matéria.

QUADRO 1. Afídeos apanhados (%)

Tipos de armadilhas	Localização	Afídeos apanhados (%)
Armadilhas pequenas	no chão, no meio do batatal	35,28
»	no ar, no meio do batatal	15,02
»	no chão, no campo	30,39
Armadilha grande	no ar, no meio do batatal	19,31

QUADRO 2. Insetos apanhados nas armadilhas

Insetos	Insetos apanhados		
	Total (%)	No batatal (%)	Fora do batatal (%)
Afídeos	70,69	40,33	59,87
Dípteros	14,69	31,89	68,11
Himenópteros	6,57	36,96	63,04
Corrodentia	3,82	100,00	0,00
Cigarrinhas	1,99	22,74	72,26
Hemípteros	0,95	18,18	81,82
Coleópteros	0,54	4,70	95,30
Tisanópteros	0,54	100,00	0,00
Diversos	0,31	18,17	81,83

Quanto ao item c, ainda pela observação do Quadro 1 vê-se que a percentagem de afídeos apanhados na armadilha pequena colocada no campo, ao nível do solo, é de 4,89% menor do que a percentagem dos afídeos apanhados em armadilhas do mesmo tamanho, ao nível do solo, dentro do batatal; e 11,08% e 15,37% maior, respectivamente, do que a percentagem dos afídeos apanhados em armadilhas grandes e pequenas colocadas no batatal, a 1 m de altura.

Agora, se examinarmos o Quadro 2, podemos verificar que só os insetos das ordens *Corrodentia* e *Thysanoptera* foram apanhados totalmente dentro da cultura, o que leva a crer que, realmente, são atraí-

dos pelo batatal ou criados nêle. Como a finalidade das observações é o estudo sobre possíveis vetores de vírus, deve-se dar atenção à presença dos tripses, já que os insetos da ordem *Corrodentia* são tidos como sem importância.

Os demais insetos, ao que parece, surgem na cultura por acaso, não são atraídos. Entretanto, sabe-se que certas espécies de afídeos são capazes de transmitir viroses às solanáceas, de sorte que a invasão das referidas culturas por êsses homópteros pode criar um problema de grande importância.

Para dar uma idéia da freqüência de cada gênero em relação ao total apanhado damos na relação abaixo a percentagem da população de afídeos, conforme avaliação realizada em 6 de julho de 1966:

<i>Myzus persicae</i>	49,7%
<i>Macrosiphum solanifolii</i>	20,1%
<i>Aulacorthum solani</i>	14,0%
<i>Brevicoryne brassicae</i>	8,4%
Outros:	
<i>Aphis gossypii</i>	4,4%
<i>Eriosoma lanigerum</i> (Häus)	2,2%
<i>Toxoptera auranti</i> Boyer	0,2%
<i>Triidaphis phaseoli</i>	0,2%
<i>Idiopterus violae</i>	0,2%
Não determinados	0,6%
Total	100,0%

Finalmente, com respeito ao item c, pode dizer-se que é assunto de estudos da biologia dos insetos em questão e da necessidade de migração das fêmeas partenogenéticas. No caso em apreço, pode-se supor que o aumento das populações nas últimas observações realizadas neste período aconteceu devido à migração das fêmeas aladas criadas no mesmo batatal, o que confirma as contagens dos pulgões ápteros e alados.

#### IMPORTÂNCIA DA COLHEITA ANTECIPADA

Os fatores climáticos e de alimentação influenciam sobre a dinâmica de populações de pulgões. Como foi observado no Rio Grande do Sul, dos fatores climáticos maior influência exercem as chuvas e os ventos, mas a alimentação insuficiente representa o fator decisivo da migração de pulgões, que se realiza principalmente pelas formas aladas. Aplicando estas constatações ao estudo da proteção da batata contra os vetores de vírus, conclui-se que a interdependência do perigo da infestação é negativa em relação às chuvas e positiva em relação ao desenvolvimento de fontes de alimentação, que no caso a mencionada cultura representa. Esta formulação vale, na parte dos efeitos negativos das chuvas sobre a dinâmica de população, também para o norte da Europa, como foi observado pelo autor em Bremer-vörde (Alemanha), e, na parte da dependência da abundância das colônias, da riqueza da fonte ali-

menticia em todo o mundo (Leach 1940). No caso da cultura da batata, as colônias de pulgões eventuais vetores de vírus se desenvolvem, em linhas gerais, acompanhando o crescimento de plantas da batata onde se situam. Este crescimento, do ponto de vista da fisiologia da planta, pode ser dividido em três fases: fase de brôto, fase de crescimento até a floração e fase de amadurecimento. Assim, a colônia de pulgões nos brotos, que provém geralmente da primeira fêmea alada, consiste, principalmente, de indivíduos ápteros, pouco numerosos, mas que aproveitam o alimento que está na melhor forma e é mais virulento. Conforme Langelueddke (1957) a primeira geração produzida pelos migrantes sempre é áptera. Na fase de planta desenvolvida e que possui em abundância partes verdes, a colônia alcança a sua população máxima, mas entre formas ápteras encontram-se várias representantes de fêmeas partenogenéticas aladas, que nesta fase já migram para outras fontes de alimentação inclusive no mesmo batatal. A última fase vegetativa da batata caracteriza-se pela tendência geral de migração dos pulgões, devido à forma de alimento menos aproveitável e, com isto, de quase absoluta predominância de fêmeas aladas. Moericke acha que os pulgões alados e ápteros reproduzidos no batatal têm maior importância para a transmissão de vírus. Desta maneira, a possibilidade de disseminação de doenças viróticas através de pulgões alados é mais provável no período de maior abundância desta forma de pulgões sobre plantas de batata. Como se podia constatar, este período coincide com o maior desenvolvimento da planta e por isso com mais numerosas colônias.

Realizados durante vários anos os estudos das interdependências entre fatores ecológicos e a dinâmica da população dos pulgões no município de Pelotas, foram elaborados os gráficos, que além de representar contribuição ao conhecimento da biologia dos pulgões, deram indicações práticas visando a proteção da batata-semente contra doenças viróticas transmissíveis pelos pulgões.

A técnica de trabalho foi a seguinte:

- nas bandejas amarelas de Moericke, instaladas num batatal, foram diariamente colhidos pulgões alados cuja determinação foi realizada imediatamente, ao microscópio;
- os números obtidos de vetores de vírus foram marcados formando uma curva da dinâmica de população;
- paralelamente, foram marcados numa curva os dados de precipitações;
- nos casos de constatação de forte infecção do batatal por doenças viróticas, foi feita contagem das plantas atacadas e os dados obtidos introduzidos no gráfico.

Desta maneira, foram obtidos vários gráficos organizados à base de dados de duas épocas de plantio de 7 anos consecutivos.



Estes gráficos foram completados com os dados obtidos dos geneticistas do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS), criadores de três novas variedades de batata (Baronesa, Piratini e St.º Amor) adaptadas às condições ecológicas da região Sul do Brasil, e que diziam respeito à época de colheita que estes pesquisadores recomendam.

Como se pode constatar pelos gráficos (Fig. 2 e 3) as observações quanto ao começo do período de maior perigo de infecção virótica, devido à mais abundante população de pulgões, coincidem com a recomendação dos geneticistas de realizar a colheita prematura. Desta maneira, a pesquisa entomológica contribui decisivamente para a confirmação da necessidade da colheita prematura, não somente para obtenção dos tubérculos de melhor rendimento desta safra, como também para produzir tubérculos com mínima infecção virótica.

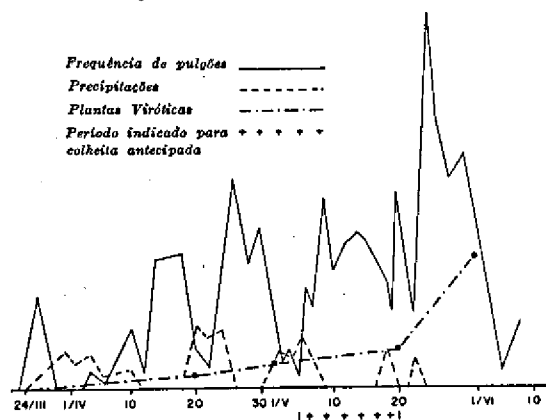


FIG. 2. Gráfico da média da dinâmica da população dos pulgões. Período de março a junho 1962-1963-1964.

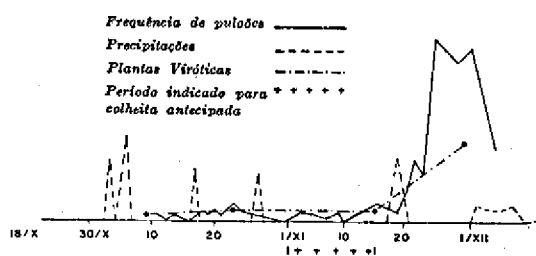


FIG. 3. Gráfico da média da dinâmica da população dos pulgões. Período de setembro a dezembro 1962-1963-1964.

**TRANSMISSÃO DE VIRUS PELOS INSETOS SUCADORES**

Visando a verificação de características de transmissores de vírus na cultura da batata foram realizados testes com os insetos. Os pulgões têm papel importante como vetores, o que foi destacado por Rocha-Lima *et al.* (1939) com as seguintes palavras: "Além do conhecido fato de que um grande

número de doenças vegetais viróticas em condições naturais transmitem-se quase exclusivamente pelos insetos (enrolamento da fôlha da batata, vírus "Y" de batata, mosaico da beterraba de açúcar, mosaico da ervilha), são exatamente nos pulgões constatados os casos quando estes insetos não só funcionam como transmissores mecânicos, mas parece estarem ligados especialmente com um determinado vírus".

Nos trabalhos com pulgões para obtenção de criações básicas como também para pesquisas de transmissão, foi usado o conhecido método de Matsumoto (1930) e Osborn (1937), que consiste na utilização de mangas de vidro que se colocam sobre cada planta. A base da manga de vidro é enterrada na terra do vaso e a outra extremidade tapada com gase ou papel furado com alfinete para ventilação. Nos nossos trabalhos, complementamos este método aplicando ao redor da planta ou fina areia branca ou papel branco cortado no tamanho do diâmetro da manga e com um corte radial para introdução da planta. Estes dois modos são indispensáveis para a observação do comportamento de pulgões, especialmente para contagem de indivíduos vivos e mortos e do número de mudas.

Outro método, recomendado por Hamilton (1930) e Smith (1946), consiste em gaiolas com armação de ferro ou de madeira e coberta com celofane ou musseline. Na gaiola coloca-se o vaso com a planta-teste.

Para nossos trabalhos, escolhemos as gaiolas com armação de madeira e paredes e teto cobertos, de gase ou de tela de nylon de 0,5 mm. Para os trabalhos dentro da gaiola e especialmente quando estas foram aproveitadas para criação ou experimentos de transmissão com cigarrinhas, numa parede foi colocada, num corte redondo na tela de nylon, uma manga de gase. O bordo livre da manga era fechado com anel de elástico, a fim de que o mesmo ficasse bem ajustado à mão do operador.

Os experimentos visando verificar a capacidade de transmissão de vírus pelas cigarrinhas dos gêneros *Agallia* e *Agalliana* foram realizados aproveitando material colhido nos batatais do Rio Grande do Sul e multiplicando no insetário o outro recebido do insetário do Instituto Biológico de São Paulo.

**Experimento 2. Teste com cigarrinhas**

Para trabalhos com cigarrinhas, foi aplicada a técnica proposta por Severin (1928). Após a obtenção do número suficiente de cigarrinhas, separadamente dos gêneros *Agallia* e *Agalliana*, criadas em plantas de batata livres de vírus, nas gaiolas com mangas, foram elas levadas para os testes de transmissão aplicados em câmara escura. Esta câmara

está tapada, em três lados, com um pano escuro, e na quarta parede fica um vidro através do qual a câmara se ilumina com lâmpada elétrica. Desta maneira, consegue-se atrair pela luz as cigarrinhas ao lado oposto das fôlhas para cima, o que facilita os trabalhos e as observações.

O teste foi organizado da seguinte maneira: de cada uma das duas criações, foram postos sôbre plantas fortemente atacadas pelo vírus "Y", colocadas nas gaiolas acima descritas, 60 exemplares de cigarrinhas. Para apanhar as cigarrinhas aplicamos, conforme Severin (1928), pipetas de 10 cm<sup>3</sup> com um tubo de borracha adaptado numa das extremidades. Entre a pipeta e a borracha, coloca-se gase para evitar a penetração de cigarrinhas na bôca do operador, por ocasião de sugar.

Após 24 horas de permanência das cigarrinhas sôbre as plantas viróticas, foram elas transferidas, sem demora devido à fraca persistência do vírus "Y", para 4 câmaras escuras com um vaso com planta sadia em cada uma. Sôbre cada planta foram colocados os exemplares (60 de *Agallia* e 60 de *Agalliana*), aproveitando as pipetas referidas. O número de 30 é recomendado com ótimo nos testes biológicos experimentais.

As cigarrinhas foram afastadas das plantas testes após 24 horas e as plantas submetidas à análise virológica. Além destes testes, as plantas ficaram ainda três meses nas gaiolas isoladas.

O teste foi repetido, mostrando sempre resultados negativos na análise virológica e nenhum sintoma após o tempo de quarentena. Desta maneira, pode-se supor que as cigarrinhas dos gêneros *Agallia* e *Agalliana* não devem ser incluídas na relação de vetores de vírus "Y" de batata do Rio Grande do Sul.

Atribuindo-se aos afídeos a transmissão de grande parte das doenças viróticas que atacam a batata (Hoggan 1929, Kohler 1933), tornava-se imprescindível o estudo que permitisse verificar a capacidade de transmissão de cada uma das espécies consideradas em condições de clima do Rio Grande do Sul.

Estes testes correspondiam ao seguinte plano:

a) comparação de capacidades entre espécies conhecidas como vetores e, usando estas como testes, comparar as capacidades de espécies prováveis;

b) estudo do tempo necessário para contaminação de um vetor-sugador e a duração do efeito contagioso no organismo do mesmo.

Para realização deste plano foi preparado o seguinte material:

a) colônias de pulgões criadas em gaiolas, tendo como planta hospedeiras batata e *Solanum nigrum*;

b) plantio de tubérculos viróticos;

c) plantio de plantas indicadoras: *Physallis*, *Datura*, Fumo, *Solanum* A. 6 (hipersensível ao ataque de vírus "Y").

### Experimento 3. Transmissão de vírus

#### Material:

- planta virótica: batata com vírus "Y";
- afídeos: *Myzus persicae*, *Macrosiphum solanifolii* e *Aulacorthum solani*;
- planta indicadora: fumo.

#### Método:

- separa-se da planta virótica uma fôlha que é colocada em tubo de ensaio contendo água destilada;
- retiram-se da planta hospedeira 30 pulgões, escolhidos os exemplares entre 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> mudança de pele, que são a seguir colocados sôbre a fôlha separada;
- aguarda-se durante 3 horas;
- passado o tempo previsto, os pulgões são retirados e transferidos para planta indicadora em vasos, nas gaiolas sob mangas de lampeões;
- após 48 horas, os afídeos são retirados, evitando-se eventual fitotoxicidade que viria mascarar os resultados;
- avalia-se a transmissão julgando pelos sintomas durante 2 meses.

Os resultados deste teste são apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3. Resultados do Experimento 3

Afídeos	Vírus	Tempo	Data		Intensidade dos sintomas
			Transmissão	Efeito	
<i>Myzus persicae</i>	"Y"	3 horas	12.4.67	2.6.67	Forte
<i>Macrosiphum solanifolii</i>	"Y"	3 horas	12.4.67	8.5.67	Fraca
<i>Aulacorthum solani</i>	"Y"	3 horas	5.4.67	2.5.67	Média

### Experimento 4. Tempo de contaminação

#### Material:

- planta virótica: batata com vírus "Y";
- afídeos: *Myzus persicae* e *Macrosiphum solanifolii*;
- planta indicadora: fumo.

Método: o método usado para transmissão foi o mesmo do teste anterior, tendo alterações quanto ao item c; como se procurava determinar o conteúdo por tempo de contato do pulgão com a planta virótica; neste caso foram tomados como faixas os horários compreendidos entre meia hora e três horas (1/2, 1, 2 e 3 horas).

Procurou-se, com estes vários períodos, determinar o tempo mínimo para que o inseto se contagie com o vírus considerado, ao estar em contato com o mesmo, bem como o aumento da intensidade do contágio com o aumento do tempo de contato.

Os resultados deste teste constam do Quadro 4.

Como se pode observar, nesse Quadro, o pulgão *Myzus persicae* testado sofre o contágio após ter sido deixado em contato por meia hora com a planta virótica. Se fôr observado o espaço de tempo entre a transmissão de vírus e o aparecimento dos sintomas,

verificar-se-á que com o aumento de meia hora para 3 horas, passando pelos demais períodos, houve uma redução do tempo necessário para o aparecimento dos sintomas, bem como, na intensidade destes, houve um evidente aumento.

Ao se considerarem os resultados obtidos com a espécie *Macrosiphum solanifolii* (Quadro 4), observa-se que o tempo de meia hora não apresentou sintomas que caracterizassem o contágio. Observando-se os tempos de 1, 2 e 3 horas de exposição, verifica-se que os sintomas, apesar de fracos ou somente médios, aparecem sobre a indicadora após um mês ou mais.

QUADRO 4. Resultados do Experimento 4

Afídeos	Vírus	Data	Tempo	Sintomas	
				Intensidade	Verificação
<i>Myzus persicae</i>	"Y"	14.4.67	½ hora	Forte	12.5.67
	"Y"	18.4.67	1 hora	Forte	9.5.67
	"Y"	20.4.67	2 horas	Forte	9.5.67
	"Y"	25.4.67	3 horas	Forte	15.5.67
	"Y"	20.4.67	½ hora	—	—
<i>Macrosiphum solanifolii</i>	"Y"	18.4.67	1 hora	Fraca	29.5.67
	"Y"	2.5.67	2 horas	Fraca	30.5.67
	"Y"	25.4.67	3 horas	Média	5.6.67
	"Y"	25.4.67	3 horas	Média	5.6.67

Experimento 5. Transmissão de vírus

A finalidade deste teste foi o estudo de determinação dos verdadeiros vetores de vírus.

Material:

- a) planta virótica: batata com vírus de enrolamento;
- b) afídeos: *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani* e *Aphis gossypii*;
- c) planta indicadora: *Datura stramonium*, *Physallis virginiana* e *P. floridana*.

Método: o mesmo já apresentado acima; salienta-se que os referidos testes constaram de 3 repetições com 30 afídeos por planta.

Os resultados deste teste encontram-se no Quadro 5.

Dos resultados acima pode-se concluir que, das três espécies de afídeos testadas, apenas duas, *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*, mostraram sintomas sobre a indicadora, confirmando, portanto, sua efetiva capacidade como vetores do vírus testado. Quanto à espécie *Aphis gossypii*, conclui-se não ser ela transmissora do vírus do enrolamento de folha, pois, mesmo em condições de luminosidade normal da estufa e de temperatura média de 25°C, até agora não foram constatados em nenhum teste realizado os sintomas que caracterizam a capacidade de transmissão.

QUADRO 5. Resultados do Experimento 5

Afídeos	Vírus	Tempo	Data	Sintomas	
				Verificação	Intensidade
<i>Myzus persicae</i>	Enrolamento	3 horas	5.9.67	24.10.67	Médio
<i>Aulacorthum solani</i>	Enrolamento	3 horas	11.9.67	27.10.67	Fraca
<i>Aphis gossypii</i>	Enrolamento	4 horas	20.11.67		Nenhum

Experimento 6. Tempo de contaminação

Este teste visou a determinação do tempo necessário para a contaminação dos pulgões transmissores.

Material:

- a) planta virótica: batata com vírus de enrolamento;
- b) afídeos: *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*;
- c) plantas indicadoras: *Datura stramonium* e *Physallis floridana*.

Método: o método de transmissão utilizado consistiu no mesmo anteriormente apresentado; tomaram-se como base os seguintes tempos em que o afídeo esteve em contato com a planta virótica: meia hora, 1 hora, 2 horas e 3 horas. Deve-se salientar ainda que os testes consistiram de 3 repetições de 30 afídeos por indicadora, para cada período considerado.

QUADRO 6. Resultados do Experimento 6

Afídeos	Vírus	Tempo	Data	Sintomas	
				Verificação	Intensidade
<i>Myzus persicae</i>	Enrolamento	½ hora	15.9.67	24.10.67	Forte
	Enrolamento	1 hora	15.9.67	24.10.67	Forte
	Enrolamento	2 horas	5.10.67	2.11.67	Média
	Enrolamento	3 horas	5.10.67	13.11.67	Fraca
<i>Aulacorthum solani</i>	Enrolamento	½ hora	15.9.67	28.10.67	Média
	Enrolamento	1 hora	15.9.67	24.10.67	Média
	Enrolamento	2 horas	11.9.67	24.10.67	Fraca
	Enrolamento	3 horas	5.10.67	6.11.67	Fraca

Dos resultados apresentados (Quadro 6) conclui-se que ambas as espécies, *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*, são vetores do vírus de enrolamento da fôlha, porém, a espécie *Myzus persicae* mostrou-se mais constante e evidente como produtor de sintomas sobre a planta indicadora. Conclui-se daí, mais uma vez, indubitável capacidade de transmissora desta espécie, o que representa uma importante contribuição ao levantamento de vetores de vírus da batata.

Os testes a seguir visaram o estudo da duração do efeito contagiante de vírus em um vetor-sugador.

Os trabalhos referentes a este problema foram realizados tendo em vista testar ambos os vírus com relação às duas espécies de afídeos: *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*.

#### Experimento 7. Duração do efeito contagiante

##### Material:

- planta virótica: batata com vírus "Y"
- afídeos: *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*
- planta indicadora: fumo

Método: o método aplicado foi semelhante ao descrito acima, com diferença no item c, passando-se a aguardar 24 horas para o efetivo contágio do inseto, e do item d, em que foi incluído um período de isolamento dos afídeos, variável de meia hora a três horas, entre a cessação do contato com a planta virótica e o início do contato com a planta indicadora.

Os resultados referentes a este teste constam do Quadro 7.

QUADRO 7. Resultados do Experimento 7

Afídeos	Vírus	Tempo de isolamento	Data	Sintomas	
				Verificação	Intensidade
<i>Myzus persicae</i>	"Y"	½ hora	27. 9. 67	11.11.67	Forte
	"Y"	1 hora	27. 9. 67	5.11.67	Forte
	"Y"	2 horas	6.10.67	7.11.67	Fraca
	"Y"	3 horas	6.10.67	13.11.67	Média
<i>Aulacorthum solani</i>	"Y"	½ hora	29. 9. 67	3.11.67	Média
	"Y"	1 hora	29. 9. 67	5.11.67	Média
	"Y"	2 horas	29. 9. 60	20.11.67	Fraca
	"Y"	3 horas	5.10.67	6.11.67	Fraca

Conclui-se dos resultados obtidos que ambas as espécies de afídeos testadas, com relação ao vírus "Y" conseguem o poder contagioso do vírus, dentro da faixa de tempo examinada (1/2 hora a 3 horas). Deve-se salientar, entretanto, que apesar de a espécie *Myzus persicae* mostrar-se mais evidente nos sintomas sobre a indicadora, para ambas as espé-

cies de afídeos os sintomas decrescem em intensidade conforme se aumentou o tempo de isolamento do inseto.

#### Experimento 8. Duração do efeito contagiante

##### Material:

- planta virótica: batata com vírus de enrolamento
- afídeos: *Myzus persicae* e *Aulacorthum solani*
- planta indicadora: *Datura stramonium* e *Physalis virginiana*

Método: o mesmo aplicado para o estudo da duração do efeito contagiante do vírus "Y".

Os resultados deste teste são apresentados no Quadro 8.

QUADRO 8. Resultados do Experimento 8

Afídeos	Vírus	Tempo de isolamento	Data	Sintomas	
				Verificação	Intensidade
<i>Myzus persicae</i>	Enrolamento	½ hora	19. 9. 67	13.11.67	Média
	Enrolamento	1 hora	19.10.67	13.11.67	Forte
	Enrolamento	2 horas	25.10.67	—	—
	Enrolamento	3 horas	19.10.67	13.11.67	Forte
<i>Aulacorthum solani</i>	Enrolamento	½ hora	20.10.67	13.11.67	Média
	Enrolamento	1 hora	20.10.67	22.11.67	Média
	Enrolamento	2 horas	25.10.67	—	—
	Enrolamento	3 horas	24.10.67	20.11.67	Forte

Conforme os resultados obtidos, observa-se que o vírus de enrolamento da fôlha mostrou-se com grande poder de contágio na saliva do inseto, mesmo após passadas 3 horas de contato do afídeo com a planta virótica. A faixa de três horas pesquisadas permite obter resultados relativos.

Dos resultados obtidos nos testes realizados anteriormente e no período de anos 1966 a 1967, pode-se concluir que, das quatro espécies testadas, três (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solanifolii* e *Aulacorthum solani*) demonstraram ser vetores de vírus "Y" e de enrolamento da fôlha, sobre a cultura da batata. Quanto à espécie *Aphis gossypii* não foi conseguido que atestasse sua capacidade como vetor.

Quanto às diferentes capacidades de transmissão de vírus por afídeos, a espécie *Myzus persicae* foi

a que se mostrou mais eficiente nos vários tempos testados. Seguem-se por ordem de eficiência, as espécies, *Aulacorthum solani* e *Macrosiphum solanifolii*.

Os testes com a finalidade de estudar o tempo de duração do efeito contagiante do vírus na saliva do inseto demonstraram que o vírus do enrolamento da folha conserva, sem mudança visível, esse efeito dentro da faixa de tempo em que o afideo foi isolado (1/2 a 3 horas). Já em relação ao vírus "Y", pode-se afirmar que houve uma certa mudança na intensidade de sintomas da indicadora: com o aumento do tempo de isolamento, houve uma diminuição de intensidade nos sintomas.

PROTEÇÃO CONTRA VETORES E SEU COMBATE

A resolução do problema de proteção da cultura da batata contra vetores de vírus por métodos químicos, no Rio Grande do Sul tem, na sua evolução, histórico em linhas gerais semelhante ao do combate às pragas das outras culturas.

Visando o problema de proteção da cultura da batata contra doenças viróticas, Leach (1940) faz a seguinte observação: "O controle incompleto de insetos vetores, por pulverização ou polvilhamento, possibilita a transmissão de doenças viróticas para plantas sadias".

Os estudos de Borchardt *et al.* (1964) demonstraram, para condições do Norte da Alemanha, diminuição de rendimento ocasionada pelo vírus de enrolamento das folhas até 64,1%, e a causada pelo vírus "Y", de até 60,7%.

Os experimentos realizados durante o período dos últimos 20 anos, iniciado com trabalhos sobre inseticidas de contato à base do DDT e BHC e, em seguida, segundo a evolução da técnica moderna, pelos com inseticidas à base de fósforo orgânico e de carbamatos em forma granulada, demonstraram grande prioridade destes últimos no alcance prático da tarefa de produção de batata livre de doenças viróticas.

A forma sistêmica de preparados químicos fosforados, especialmente, demonstrou sua perfeita aplicabilidade, enquanto que os sistêmicos carbamatados ainda estão em estudo.

Grande obstáculo, porém, para o emprêgo em larga escala de novos inseticidas, nas condições econômicas do Sul do Brasil, representa o preço de produtos químicos importados que, às vezes, torna problemática sua aplicação, deixando o produtor sem lucro estimulante para seu trabalho.

Seguindo, por isto, a necessidade de procurar encontrar um meio para resolver do melhor modo possível o problema de proteção da cultura da batata sempre experimentando no campo as últimas no-

vidades, via de regra mais caras, compara-se seu efeito com o de inseticidas tecnicamente superados, visando obter dados técnicos e econômicos.

Nos experimentos de campo procurou-se, comparando o efeito de inseticidas entre si e das parcelas testemunhas, constatar as seguintes diferenças:

- a) número de plantas viróticas (vírus "Y" e de enrolamento da folha);
- b) intensidade das populações de vetores;
- c) mortalidade dos insetos como consequência de efeito dos inseticidas;
- d) efeito fitotóxico como resultado de diferentes dosagens;
- e) rendimento por ha, em peso;
- f) número de tubérculos;
- g) peso médio de tubérculos.

Para observar a mortalidade de insetos foram aplicados as mangas de vidro tapadas com tela, instaladas nas plantas pequenas (brotos) que posteriormente se substituiriam nas plantas grandes pelos cilindros de tela cobertos com a mesma tela. Nestas gaiolas foram colocadas sobre as plantas as colônias de pulgões em estudo e se realizavam observações sobre o comportamento deles, mudança das gerações, aparecimento de indivíduos alados em maior número e mortalidade.

Experimento 9. Teste de inseticidas

O experimento com vários inseticidas sistêmicos, organizado visando o estudo dos efeitos de dosagens indicadas pelas indústrias químicas sobre a produção, número e peso dos tubérculos, e também o efeito tóxico, demonstrou os resultados constantes do Quadro 9.

QUADRO 9. Resultados do Experimento 9

Produtos	Dosagens por metro linear do sulco	Tubérculos (kg/ha)	N.º de tubérculos/ha	Peso médio por tubérculo
Disyston 2,5	3,75 g	3.653	59,968	51 g
Granutox 5	3,75 g	3.084	63,207	49 g
Testemunha	--	2.844	62,153	47 g

Como se pode observar nesse Quadro, o peso médio por tubérculo que mais se aproxima do recomendado para semente corresponde ao Disyston.

Quanto ao efeito de possível fitotoxicidade para as plantas, não foi notado nada de anormal.

Observações feitas sobre o ataque de insetos mastigadores e que eram os seguintes: *Diabrotica speciosa*, *Epitrix parvula* e *Epicauta adspersa*.

Na avaliação pelos estragos das folhas demonstraram os seguintes resultados:

Testemunha:	ataque forte;
Disyston 2,5, a 3,75g/m:	" médio;
Frumin AL, a 1,50 g/m:	" " ;
Granutox 5, a 3,75 g/m:	" " .

#### Experimento 10. Teste de inseticidas

Os últimos resultados obtidos no verão de 1967, no qual o carbamato 10242-10 G foi comparado com Granutox 5 e Frumin AL (este último foi aplicado nos sulcos em mistura com areia, para diminuir o seu efeito fitotóxico que se mostrara bastante acentuado em experimentos anteriores em que fôra usado no tratamento dos tubérculos a razão de 40 g de pó por kg de tubérculo) foram os que constam do Quadro 10.

QUADRO 10. Resultados do Experimento 10

Produtos	Dosagens por metro linear do sulco	Tubérculos (kg/ha)	N.º de tubérculos/ha	Peso médio dos tubérculos
Granutox 5 g	3,50 g	3.279	70.401	49 g
10242-10 g	1,75 g	3.046	66.153	46 g
Frumin AL	1,50 g	2.732	35.692	46 g
Testemunha	—	2.946	64.307	47 g

Desta maneira, ainda nesta dosagem e modo de aplicação, o inseticida Frumin AL demonstrou a fitotoxicidade, e o nôvo carbamato, somente ligeira superioridade sobre as parcelas testemunhas.

É importante mencionar que a produção das parcelas tratadas com o Disyston granulado ou Granutox se destacou pelo aspecto liso dos tubérculos.

O mesmo experimento foi utilizado para realizar o teste com o percevejo *Nezara viridula* que foi colocado em número de 10 exemplares, com 4 repetições,

nas plantas cobertas com os cilindros de tela. Os resultados observados após 24 horas, feito o cálculo estatístico de percentagem de mortalidade, foram os seguintes:

10242-10 G, a 1,75 g/m:	69%;
Granutox 5, a 3,50 g/m:	33%;
Frumin AL, a 1,50 g/m:	19%;
Testemunha:	0%.

#### Experimento 11. Teste de mortalidade de afídeos

Finalmente, foi realizado o teste com os afídeos *Myzus persicae* e *Macrosiphum solanifolii*, que foram colocados em dois grupos (I e II) de 30 exemplares da 1.ª espécie e dois grupos (III e IV), também de 30, da 2.ª espécie. Em cada grupo foram feitas duas observações e os resultados de mortalidade submetidos ao cálculo estatístico, se apresentaram da maneira indicada no Quadro 11.

Visando as finalidades mencionadas no início deste capítulo, foram realizados vários experimentos com a competição de inseticidas pertencentes aos diferentes grupos, de contato e sistêmicos, e criados nas várias bases químicas: clorados, fosforados e carbamatos.

Os resultados demonstraram a indubitável vantagem do uso de inseticidas modernos em geral para combate aos vetores de vírus e especialmente as boas capacidades dos novos sistêmicos granulados.

Assim, no experimento realizado na primavera de 1963, aplicando inseticidas sistêmicos clássicos e os à base de fósforo orgânico, obtivemos os seguintes resultados quanto ao número de plantas atacadas pelo vírus "Y":

Testemunha:	44,1%	de plantas viróticas;
Ekatin F, a 1%:	26,9%	" " " ;
Rhodiatox 5, a 3%:	25,7%	" " " ;
Metasystox, a 1%:	21,8%	" " " .

QUADRO 11. Resultados do Experimento 11

Produtos	Dosagem por m linear	Grupo I: colocado 32 dias após o plantio		Grupo II: colocado 37 dias após o plantio		Grupo III: colocado 46 dias após o plantio		Grupo IV: colocado 64 dias após o plantio	
		1.ª obs.: 72 h após a colocação	2.ª obs.: 96 h após a colocação	1.ª obs.: 24 h após a colocação	2.ª obs.: 120 h após a colocação	1.ª obs.: 24 h após a colocação	2.ª obs.: 72 h após a colocação	1.ª obs.: 46 h após a colocação	2.ª obs.: 140 h após a colocação
		10242-10 G	1,75 g	85,0	70,0	35,0	85,0	40,0	57,5
Frumin AL	1,50 g	85,0	70,0	85,0	85,0	67,5	57,5	100,0	100,0
Granutox 5 G	3,50 g	77,5	70,0	85,0	85,0	67,5	37,5	45,0	92,5
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Introduzindo maior número de inseticidas no experimento, com a mesma finalidade, obtivemos resultados parecidos apesar de não muito claros quanto ao efeito dos sistêmicos que não superaram os resultados obtidos com o inseticida EPN.

Testemunha:	14,0%	de plantas viróticas;
Rhodiatox 5, a 3%:	11,6%	" " " ;
Lindane 25, a 1%:	10,2%	" " " ;
Endothion, a 1%:	10,0%	" " " ;
Carvin, a 2%:	7,8%	" " " ;
Metasystox i, a 1%:	6,4%	" " " ;
Ekatin F, a 1%:	4,2%	" " " ;
EPN, a 2%:	0,0%	" " " .

Calculando os dados de produção obtidos no mesmo experimento, porém, chega-se à conclusão de que o sistêmico Metasystox exerceu seu efeito de modo mais pronunciado em relação aos outros inseticidas e com significância à altura de  $P = 0,01$  em relação às parcelas testemunhas, como segue:

Metasystox i, a 1%:	4.273	kg/ha;
Lindane, a 1%:	4.182	" ;
Ekatin F, a 1%:	3.545	" ;
Carvin 85, a 2%:	3.363	" ;
Rhodiatox 5, a 3%:	3.363	" ;
EPN, a 2%:	3.272	" ;
Endothion, a 1%:	3.181	" ;
Testemunha:	3.090	" .

No Experimento 9, de competição de inseticidas sistêmicos granulados, confirmou-se sua ação protetora, demonstrando os seguintes resultados as diferenças no peso da safra:

Disyston a 3,75 g/m:	4.779	kg/ha;
Granutox, a 3,75 g/m:	4.213	" ;
Testemunha:	3.962	" .

### CONCLUSÕES

A cultura da batata americana no Rio Grande do Sul necessita de proteção contra insetos-vetores de doenças viróticas, vírus "Y" e vírus de enrolamento das folhas.

Dos mais importantes vetores de vírus conhecidos nas zonas das populações de batata no Velho Mundo e no continente americano, três espécies de afídeos, *Myzus persicae*, *Macrosiphum solanifolii* e *Aulacorthum solani*, foram constatadas no Rio Grande do Sul. A biologia destes pulgões está adaptada às condições climáticas diferentes das zonas geográficas temperadas, não tendo sido constatada no sul do Brasil, no Uruguai e Argentina a fase do ciclo na forma de ovo de inverno. Os restantes insetos sugadores da ordem dos homópteros, cigarrinhas e tisa-

nópteros, trips encontrados nos batatais, não demonstraram capacidade de transmissão de vírus de batata, apesar de certas espécies pertencerem a famílias cujos representantes transmitem doenças viróticas em outras culturas. Em estudo fica a espécie *Isochaetothrips bertelsi*, que pertence ao gênero filogeneticamente próximo ao *Frankliniella* que contém conhecido vetor de vírus de tomate.

As dinâmicas de populações e as migrações, dependendo das condições ecológicas que são bastante favoráveis no período de plantio estival, são favorecidas ainda pelo rumo dos ventos dominantes, contribuindo para propagação de afídeos nas zonas predominantemente de cultura da batata americana. Desta maneira constata-se, principalmente para o período de plantio de verão, um rápido aumento de colônias de afídeos dentro do batatal, atingindo a multiplicação máxima no fim do período vegetativo. Esta constatação confirma a vantagem da colheita antecipada, pela qual se evita a provável contaminação dos tubérculos retirados da terra antes do período de maior aumento das colônias de afídeos.

Os estudos da técnica proposta por Moericke demonstraram sua boa aplicabilidade na avaliação da dinâmica de populações de vetores de vírus.

Procurando avaliar a nocividade dos vetores de vírus, nas quatro espécies de afídeos encontrados em maior número nos batatais, chega-se a conclusão de que, pelo número de representante e efeito rápido de transmissão do vírus "Y" e do de enrolamento da folha, a mais daninha é a espécie *Myzus persicae*; aproxima-se dela, porém, produzindo efeitos menos rápidos e pronunciados de transmissão, a espécie *Aulacorthum solani*. A espécie *Macrosiphum solanifolii*, apesar de ser constatada em número superior, às vezes, ao das duas mencionadas, não possui a mesma capacidade de transmissão. Os testes com a espécie *Aphis gossypii* não atestaram sua capacidade de vetor de vírus.

O problema de proteção da cultura da batata em relação aos vetores de vírus pode ser resolvido satisfatoriamente por método químico, principalmente aplicando os modernos preparados sistêmicos à base de fósforo e carbamatos. Notou-se, nas condições ecológicas do Rio Grande do Sul, a necessidade de reestudar as normas de aplicação de sistêmicos fosforados granulados. A duração da ação destes, provavelmente por causa da temperatura mais elevada e da maior insolação, é menor que nas zonas de produção de batata na Europa. Isto encarece a produção da batata para consumo, limitando o uso deste tipo de defensivos para plantações de batata para semente.

## REFERÊNCIAS

- Bawden, F.C. 1950. Plant viruses and virus diseases. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., U.S.A.
- Bertels, M.A. 1953. Pragas de Solanáceas cultivadas. *Agros, Pelotas*, 6(4):154-160.
- Bertels, M.A. 1954. Combate aos vetores de vírus. *Boim Campo*, Rio de J., 9(73):3-4.
- Bertels, M.A. 1956. Entomologia agrícola sul-brasileira. *Serv. Inf. Agrícola, Min. Agric.*, Rio de Janeiro, p. 458.
- Bertels, M.A. 1962. Insetos hóspedes de Solanáceas. *Iheringia* n.º 25, Porto Alegre, p. 11.
- Borchardt, G., Bode, O., Bertels, R. & Holts, W. 1964. Untersuchungen über die Minderung des Ertrages von Kartoffelpflanzen durch Virusinfektionen. *Nachr. Bl. dt. Pflschutzdienst*. Stuttg. 16(10):150-155.
- Goss, R. W. 1928. Transmission of potato spindle tuber by grasshoppers. *Phytopathology* 18:445-448.
- Gersdorf, E. 1955. Beiträge zur holozyklischen Überwinterung von *Myzodes persicae* Sulzer im Bereich des Pflanzenschutzamtes Hannover im Winterhalbjahr 1953/54. *Z. Pfl-Krankh. PflPath. PflSchutz* 62.
- Hamilton, M.A. 1930. Notes on the culturing of insects for virus work. *Ann. appl. Biol.* 17.
- Heinze, K. & Profft, J. 1940. Ueber die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kartoffelvirosen. *Mitt. biol. Reichsanst.* 60.
- Hoggan, I.A. 1929. The peach aphid (*Myzus persicae* Sulz) as an agent in virus transmission. *Phytopathology* 19:109-123.
- Köhler, E. 1933. Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Kartoffeln. I. Versuche mit Viren aus der Mosaikgruppe. *Phytopath. Z.* 5:567-591.
- Leach, J.G. 1940. Insect transmission of plant diseases. McGraw-Hill New York. 615 p.
- Langelueddke, P. 1937. Los pulgones como vectores de enfermedades provocadas por virus en el cultivo de papas. *Höfchen-Briefe Leverkusen* 5:245-275.
- Matsumoto, T. 1930. Antigenic properties of tobacco mosaic juice. *Phytopath. Lab. Taihoku Imp. Univ. Contrib.* n.º 3.
- Moericke, V. 1951. Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen. *Nachr. dt. PflSchutz* 3:23-24.
- Moericke, V. 1957. Der Flug von Insekten über pflanzenfreien und pflanzenbewachsenen Flächen. *Z. PflPath. PflSchutz* 64.
- Osborn, H.F. 1937. Studies on the transmission of pea virus 2 by aphids. *Phytopathology* 27.
- Rocha Lima, H., Reis, I. & Silberschmidt, K. 1939. Methoden der Virusforschung. Urban & Schwarzenberg, Berlin, p. 384.
- Santis, de L. 1967a. Una nueva especie de Isochaetothrips del Brasil. Extracto de la Revista del Museo de la Plata, Sec. Zool., La Plata, Tomo X, p. 3.
- Santis, de L. 1967b. Dos nuevas especies de Tisanopteros del Brasil. Comision de Investigacion Cientifica, La Plata, 4(6):6.
- Severin, H.H.P. 1928. Transmission of tomato yellow, or curly top of the sugar beet, by *Eutettis tenellus*. *Hilgardia* 3:251-271.
- Smith, K. 1946. A textbook of plant virus diseases. J. Churchill, London.
- Smith, K. 1951. Recent advances in the study of plant viruses. J. Churchill, London.
- Vogt, -. & Krätzig, -. 1962. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse von 1938 bis 1962. Versuchsarbeit der Saatguterzeugergemeinschaft im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover e V., p. 108.

## VECTORS OF POTATO VIRUS AND THEIR CONTROL UNDER CONDITIONS OF RIO GRANDE DO SUL

## Abstract

A study was made to define the live vectors of potato virus, their biology and propagation under the ecological conditions of Rio Grande do Sul. Methods of protecting the potato from virus were studied including the use of insecticides for control or virus diseases transmissible by sucking insects and through the practice of early harvest.

In determining the vectors of virus and their capacity of transmission, in addition to the already-recognized species in South-central Brazil, a new species for the area, *Aulacorthum solani*, was found and its capacity as a vector of virus was studied. Studies of population dynamics confirmed the practical advantage of early harvest to avoid large-scale contamination of the potato with virus. The experiment with insecticides, and specially with granulated systemics, showed that these were effective in controlling virus of potato under the ecological conditions of Southern Brazil.