



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária – MAARA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA – CNPSo
Londrina, PR

O VÍRUS DA QUEIMA DO BROTO DA SOJA NO BRASIL: etiologia, epidemiologia e controle

Londrina, PR
1995



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

presidente

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

ministro da agricultura, do abastecimento e da reforma agrária

JOSÉ EDUARDO DE ANDRADE VIEIRA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

presidente

MURILO FLORES

diretores

ELZA ANGELA BATTAGGIA BRITO DA CUNHA

JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PERES

ALBERTO DUQUE PORTUGAL

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA

chefe

JOSÉ FRANCISCO FERRAZ DE TOLEDO

chefe adjunto técnico

PAULO ROBERTO GALERANI

chefe adjunto de apoio

LUIZ CÉSAR AUVRAY GUEDES

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

ÁREA DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DO CNPSo

Caixa Postal 231 – CEP 86001-970

Fone: (043) 320-4166 – Fax: (043) 320-4186

Londrina, PR

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa da Área de Difusão de Tecnologia do CNPSo.

IMPRESSO NO SETOR DE SERVIÇOS GRÁFICOS DO CNPSo

ISSN 0101-5494



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária – MAARA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA – CNPS
Londrina, PR

O VÍRUS DA QUEIMA DO BROTO DA SOJA NO BRASIL: etiologia, epidemiologia e controle

Álvaro M. Rodrigues Almeida
Armando Bergamin Filho
Lilian Amorin
Femmo Salomons
Aldair Cerigatti
Ivan Carlos Corso

Londrina, PR
1995

comitê de publicações

CARLOS CAIO MACHADO
ÁLVARO M. RODRIGUES ALMEIDA
BEATRIZ S. CORRÊA-FERREIRA
IVAN CARLOS CORSO
JOSÉ RENATO B. FARIAS
NORMAN NEUMAIER

setor de serviços gráficos

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| HÉLVIO BORINI ZEMUNER | supervisão gráfica |
| SANDRA REGINA | composição |
| DANILO ESTEVÃO | arte-final |
| HÉLVIO B. ZEMUNER | fotomecânica |
| AMAURI P. FARIAS | acabamento e arte final |

capa

DANILO ESTEVÃO

tiragem

300 EXEMPLARES

ALMEIDA, A.M.R.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L.; SALOMONS, F.;
CERIGATTI, A.; CORSO, I.C. **O vírus da queima do broto da
soja no Brasil: etiologia, epidemiologia e controle.** Londrina :
EMBRAPA-CNPSO, 1995. 36p. (EMBRAPA-CNPSO.
Documentos, 85).

1. Soja-Doença-Vírus-Brasil. 2. Fitopatologia. I. EMBRAPA-
Centro Nacional de Pesquisa de Soja. II. Título. III. Série.

CDD 633.340981

apresentação

Na comemoração dos seus vinte anos de existência, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSo - EMBRAPA, lança mais uma tecnologia para a cultura da soja que permite o seu estabelecimento em áreas de onde a ocorrência do vírus da queima do broto é endêmica.

Este vírus foi no passado responsável por severos prejuízos aos agricultores dos estados de São Paulo e Paraná. Por diversos anos, grande esforço foi dispendido na procura de genes para resistência a esta doença. Pela dificuldade de encontrar esses genes no germoplasma atual, procurou-se então interferir no ciclo epidemiológico desta virose.

A presente publicação pretende mostrar aos profissionais da área agrícola a geração de conhecimentos adquiridos no período deste estudo, ao mesmo tempo em que oferece à assistência técnica e produtores, recomendações que contribuem para o controle do vírus da queima do broto da soja.

Além disso, este trabalho evidencia a eficiente cooperação entre pesquisadores do CNPSo, professores da ESALQ e técnicos da Cooperativa Agrícola de Arapoti - CAPAL.

José Francisco Ferraz de Toledo
Chefe do CNPSo

sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 7 |
| 2. Características do vírus | 9 |
| 3. Modo de transmissão | 11 |
| 4. Sintomas | 17 |
| 5. Epidemiologia e controle | 18 |
| 6. Distribuição no Brasil e plantas hospedeiras. | 26 |
| 7. Danos e controle | 28 |
| 8. Conclusões | 30 |
| 9. Agradecimentos | 30 |
| 10. Bibliografia consultada | 31 |
| 11. Figuras. | 35 |

O Vírus da Queima do Broto da Soja no Brasil: etiologia, epidemiologia e controle

*Álvaro Manuel Rodrigues Almeida*¹

*Armando Bergamin Filho*²

*Lilian Amorin*²

*Femmo Salomons*³

*Aldair Cerigatti*³

*Ivan Carlos Corso*¹

1 - INTRODUÇÃO

Embora a introdução da cultura da soja no Brasil tenha se dado pelo Estado da Bahia, (Dutra, 1882), foi nos estados do sul que esta leguminosa expandiu-se inicialmente de forma comercial (Miyasaka & Medina, 1981). Sua expansão foi acompanhada pelo aparecimento de algumas viroses de importância econômica tornando a cultura inviável em algumas regiões (Costa, 1977).

¹ Pesquisador do CNPSo-EMBRAPA.

² Professor do Depto de Fitopatologia - ESALQ.

³ Eng^o Agr^o. Cooperativa Agropecuária de Arapoti Ltda - CAPAL.

Dentre estas viroses, destaca-se a queima do broto da soja, descrita no Brasil, em 1955 (Costa et al., 1955). Os autores constataram em diferentes regiões do Estado de São Paulo, a ocorrência de plantas de soja com os brotos necrosados, sintoma que caracterizou uma nova enfermidade, a qual foi denominada de queima do broto da soja. À época desta descoberta, já havia sido descrita, nos EUA, uma doença de soja com os mesmos sintomas observados no Brasil, causada pelo vírus do mosaico anelar do fumo (Tobacco ringspot vírus - TRSV), e também denominado de queima do broto da soja (Allington, 1946). No Brasil a doença foi diagnosticada como uma virose cujo agente era o vírus da necrose branca do fumo ou couve, relacionado ao "tobacco streak vírus" (TSV) (Costa et al., 1955). Naquela época, estes autores já previam a ocorrência do TSV infectando soja nos EUA. Esta observação somente foi confirmada em 1970, por Fagbenle & Ford (1970) os quais mencionaram que, provavelmente, muitos casos diagnosticados apenas pelos sintomas de queima do broto e causados pelo TRSV, poderiam, na verdade, ser causados pelo TSV, agente da queima do broto da soja, no Brasil. Assim, haviam, duas diferentes enfermidades, causadas por dois diferentes vírus, mas com os mesmos sintomas em plantas de soja. É importante comentar que o sintoma de queima do broto é atualmente causado, também, por outros vírus como o do mosaico severo do caupi (Anjos & Lin, 1984), vírus do broto amarelo da soja (Deslandes et al., 1984) e vírus do vira-cabeça do tomateiro (Costa et al., 1985).

No Paraná, a doença já era conhecida desde os anos 70 infectando soja e algodão (Costa, A.S., informação pessoal). Os prejuízos causados à soja por este vírus têm sido restritos a algumas regiões dos Estados de São Paulo e Paraná, podendo dizimar completamente uma lavoura (Costa et al., 1955). Nos anos 1978/79 constataram-se severas perdas em lavouras de soja da região centro-sul do Paraná, com perdas totais em algumas áreas (Costa Lima Neto et al., 1979). A ocorrência e intensidade de infecção

desta doença, em campos de produção de soja, é muito variável com a região e com o ano. Entretanto, há nos estados do Paraná e São Paulo, regiões onde a doença é endêmica.

Na Argentina, a queima do broto da soja foi também identificada como sendo causada pelo TSV (Truol et al., 1986).

Desde 1976 o CNPSo tem realizado inúmeras pesquisas, juntamente com a Cooperativa Agrícola de Arapoti (CAPAL), procurando controlar esta virose. Inicialmente, buscou-se detectar qualquer nível de resistência genética entre as cultivares de soja comercialmente disponíveis aos agricultores e utilizadas no Brasil. Devido à ausência de fontes de resistência genética também entre genótipos do banco ativo de germoplasma, procurou-se, então, interferir no processo epidemiológico do vírus, para um controle eficiente.

Este trabalho procurou juntar todos os resultados obtidos com as várias pesquisas efetuadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em associação com a Cooperativa agrícola de Arapoti (CAPAL), durante o período de 1986 a 1991 e demonstrar como foi possível controlar esta enfermidade, permitindo expandir a área com esta cultura.

2 – CARACTERÍSTICAS DO VÍRUS

O vírus da queima do broto da soja (VQBS) denominado na língua inglesa Tobacco streak vírus (TSV), tem partícula esférica com cerca de 25-30 nm de diâmetro (Fig. 1) e pertence ao grupo dos Ilarvírus. Uma importante característica deste vírus foi identificada por Lister et al. (1972) e refere-se à heterogeneidade do tamanho das partículas. Os autores observaram que partículas,

com tamanhos variáveis, estavam presentes nas preparações purificadas de todos os isolados utilizados. O ácido nucléico é fragmentado e sua designação é feita de acordo com seu peso molecular: ARN 1 (1.12×10^6 d), ARN-2 ($0,95 \times 10^6$ d), ARN-3 ($0,75 \times 10^6$ d) e ARN-4 ($0,55 \times 10^6$ d) (Clark & Lister, 1971). Em alguns isolados, apenas os ARN-1, 2 e 3 são observados. Os fragmentos dos ácidos nucléicos não se encontram juntos na mesma partícula, mas distribuem-se em partículas diferentes (Van Vloten-Doting, 1975). Devido aos seus diferentes pesos moleculares, as partículas que os contêm ficam com diferentes densidades e, conseqüentemente, possuem diferentes coeficientes de sedimentação (78, 84, 96 e 113 S), o que confere a este vírus uma característica diferente. Nos processos de purificação e fracionamento diferencial é possível separar as partículas. A síntese da capa protéica é determinada por uma seqüência de nucleotídeos que se encontra presente tanto no ARN-3 como no ARN-4, este último designado ARN sub-genômico. Um grande número de informações relacionadas ao TSV foram obtidas por Van Vloten - Doting (1975). Assim, constatou-se um fato interessante relacionado à infectividade de preparações purificadas do TSV. Apenas preparações contendo todos os quatro ARN ou, preparações contendo os ARN 1, 2 e 3, acrescida da proteína capsidial, eram infectivas. Neste último caso, observou-se que durante o processo de infecção e replicação viral o ARN-4 era também sintetizado. No entanto, nem todos isolados de TSV possuem o ARN-4 (Lister & Bancroft, 1970; Clark & Lister, 1971).

Diversos estudos têm demonstrado que a ativação dos ARN 1,2 e 3 pode ser obtida tanto pela adição da proteína capsidial do próprio TSV, de outros ilarvírus ou da capa protéica do vírus do mosaico da alfafa (VMA). Segundo relato de Zuidema & Jaspars (1985), a proteína capsidial está ligada a uma seqüência específica de bases, localizadas na porção terminal 3', de todos os três RNAs genômicos do TSV. Os autores constataram ainda que a proteína capsidial exerce uma função biológica na replicação viral,

acreditando-se que a sua ligação ao ARN é um sinal de reconhecimento para a ação da replicase. No entanto, as proteínas desses dois grupos de vírus não são serologicamente relacionadas. A mistura de ARN oriundo do TSV e do VMA, visando a obtenção de pseudo-recombinantes não é infectiva (Van Vloten-Doting, 1975; Gonsalves & Garnsey, 1975). Dessa forma, os segmentos dos ARN tanto do TSV como do VMA apresentam, em testes "in vitro", forte afinidade pela própria capa protéica ou pela capa protéica do grupo inverso.

A capa protéica do TSV tem peso molecular variável entre 28.500 a 30.000 daltons (Ghabrial & Lister 1974).

A avaliação das propriedades físicas do vírus apresentaram ponto final de diluição variável de 1:640 a 1:1280, longevidade **in vitro** até 24 h à temperatura ambiente e ponto de inativação térmica a 57°C (Fagbenle & Ford, 1970).

3- MODO DE TRANSMISSÃO

Desde a identificação deste vírus, em campos de soja, procurou-se, durante vários anos, determinar o vetor envolvido na sua disseminação (Costa et al., 1955; Costa, 1977). Em 1976, Costa & Costa Lima Neto confirmaram que o vírus era transmitido por tripes do gênero **Frankliniella**, constituindo-se à época, numa importante informação para posteriores estudos epidemiológicos desta doença. No Paraná, as espécies de tripes mais comumente encontradas nos campos são **Frankliniella sp.** e **Caliothrips braziliensis**, esta última considerada não transmissora (Costa & Carvalho, 1961). Em 1980, tripes adultos foram coletados nos campos de soja e enviados, para identificação, ao Dr. Luis de Santis, da Universidade Nacional de La Plata, Argentina, o qual

identificou, na amostra, a presença das espécies **Caliothrips phaseoli**, **Frankliniella rodeos** e **F. schultzei** (Moscardi & Almeida, 1980). Poucos anos mais tarde, nos EUA, pesquisadores mencionaram que as espécies **F. schultzei** e **Thrips tabaci** eram vetoras deste vírus (Kaiser, et al., 1982).

Uma hipótese levantada foi a de que as espécies presentes na área mudavam com a época do ano. Este fato foi então investigado. Amostras de tripes, larvas e adultos foram coletadas em diferentes épocas, durante os anos de 1991 e 1992, na região de Arapoti. O levantamento sobre espécies de tripes, realizado em campos de soja, demonstrou a presença de diversas espécies as quais se alteravam durante as épocas de amostragem (Almeida et al., 1994). Dentre as espécies identificadas, constatou-se a presença de **F. schultzei**, citada por Kaiser et al. (1982) como vetora do vírus da queima do broto da soja (VQBS)(Tabela 1). Observa-se também que **C. braziliensis** foi sempre a espécie prevalecente, em todas as épocas de coleta.

VQBS não foi transmitido pelas larvas dos tripes, mas apenas pelas formas adultas (Costa & Costa Lima Neto, 1976). Este fato foi confirmado nos estudos conduzidos no CNPSO-EMBRAPA, a partir de larvas coletadas em brotações novas de plantas de soja. Não se sabe, contudo, se o inseto adulto pode adquirir o vírus ou se é necessário adquirí-lo em fase de larva para que haja transmissão pelo tripes adulto. Trabalhos publicados por Sdoode & Teakle (1987) demonstraram que na Austrália o VQBS, denominado TSV, foi transmitido para plântulas de **Chenopodium amaranticolor** pelo pólen de **Lycopersicum esculentum** cv. Grosse, infectado por TSV, aderido ao aparelho bucal dos tripes, adultos ou larvas, da espécie **Thrips tabaci**. O vírus foi também transmitido quando o pólen infectado foi espalhado sobre a superfície das folhas de **C. amaranticolor**, onde, posteriormente, se colocaram os tripes. Este trabalho demonstrou, pela primeira vez, o papel do pólen na transmissão do TSV. Embora o fato em si, não tenha sido

TABELA 1. Espécies de trips coletadas em lavouras de soja no município de Arapoti, Estado do Paraná, em 1991 e 1992.

| Ano | Data | Planta hospedeira | Família | Espécies | Nº de Insetos/ amostra |
|------------------------------|-------|----------------------|---------------------------------|--|---------------------------|
| 1991 | 10/10 | Ambrosia polystachia | Thripidae | Frankliniella gemina Bagnall | 4 |
| | | | | F. oxyura Bagnall | 1 |
| | | | | Chirothrips mexicanus Crawford | 1 |
| | | | Phlaeothripidae | Haplothrips gowdeyi (Franklin) | 1 |
| | | | | H. robustus Bagnall | 40 |
| | 11/11 | Soja | Thripidae | Caliothrips braziliensis (Morgan) | 2 |
| | | | | Frankliniella schultzei (Trybom) | 10 |
| | 13/11 | Ambrosia polystachia | Thripidae | Chirothrips mexicanus Crawford | 1 |
| | | | | Frankliniella gemina Bagnall | 6 |
| | 04/12 | Soja | Thripidae | C. braziliensis (Morgan) | 20 |
| F. schultzei (Trybom) | | | | 1 | |
| Frankliniella sp. | | | | 1 | |
| Neohydatothrips sp. | | | | 5 | |
| 04/12 | Soja | Thripidae | C. braziliensis (Morgan) | 13 | |
| | | | E. schultzey (Trybom) | 4 | |
| 1992 | 07/01 | Soja | Thripidae | C. braziliensis (Morgan) | 24 |
| | | | | Neohydatothrips sp. | 1 |
| | 22/01 | Soja | Thripidae | C. braziliensis (Morgan) | 5 |
| | | | | F. schultzei (Trybom) | 1 |
| | 23/08 | Solo | Thripidae | Echinothrips sp. | 25 |

observado anteriormente, Costa & Costa Lima Neto (1976) já haviam descrito que tripes coletados em inflorescência de cravorana (*Ambrosia polystachya* DC.) (Fig. 2), conseguiram transmitir a doença para soja. Esta citação reforça o resultado de Sdoode & Teakle (1987), visto que as inflorescências de cravorana possuem muito pólen, um conhecido alimento de tripes.

Embora a transmissão deste vírus pelo pólen seja evidente, estudos relacionados à distribuição espacial de plantas de soja infectadas no campo, parecem sugerir que existe, ainda, uma outra forma de transmissão, na ausência de pólen. Segundo Almeida & Corso (1991), estudos conduzidos em Arapoti, Estado do Paraná, durante dois anos, em quatro diferentes campos de soja demonstraram que a distribuição de plantas infectadas aos 20 e 60 dias após a emergência, passava de casualizada para agrupada, o que sugere que os insetos que se desenvolviam nas plantas inicialmente infectadas passavam o vírus às plantas vizinhas (Tabela 2). Nesses campos, a única fonte identificada do vírus era formada por plantas de cravorana (Costa & Carvalho, 1961), abundantes ao redor das lavouras e que na época de semeadura (outubro - novembro) apresentam abundante inflorescência com muitos tripes, constituindo-se na principal fonte de inóculo primário. Plantas de soja com cerca de 20 a 30 dias de idade apresentam grande número de larvas, principalmente entre os primórdios das folhas novas. A presença de larvas sugere multiplicação do vetor na soja. Como, nessa época, a soja ainda não floresceu, não há portanto disponibilidade de pólen. Assim, fica difícil aceitar que toda a infecção posterior seja causada apenas por insetos que vieram da cravorana e que alteraram o padrão de plantas infectadas, passando de casualizadas a agrupadas.

Um outro fato foi observado em dezembro de 1989, no município de Kaloré, Estado do Paraná. Plantações de soja, em áreas contíguas e semeadas em épocas sucessivas, mostravam clara-

TABELA 2. Análise da distribuição espacial de plantas de soja infectadas pelo vírus da queima do broto, em condições de campo, através do teste de interações, segundo Madden et al. (1982). Arapoti, 1991.

| Dias após emergência | Campo | Nº interações observadas | Nº interações esperadas | Z* | Distribuição | P** |
|----------------------|-------|--------------------------|-------------------------|-------|--------------|-------|
| 20 | A | 9 | 10,6 | -0,65 | casualizada | 0,257 |
| 60 | | 5 | 7,9 | -2,04 | agrupada | 0,020 |
| 20 | B | 5 | 6,4 | -0,99 | casualizada | 0,161 |
| 60 | | 10 | 15,7 | -1,98 | agrupada | 0,023 |
| 20 | C | 7 | 7,9 | -0,36 | casualizada | 0,359 |
| 60 | | 12 | 18,4 | -2,05 | agrupada | 0,020 |
| 20 | D | 13 | 15,9 | -0,90 | casualizada | 0,184 |
| 60 | | 9 | 14,3 | -2,02 | agrupada | 0,021 |

* Valor estandarizado. A distribuição das plantas era agrupada quando $Z < 1,64$ ($P = 0,05$).

** Nível de significância

mente o efeito das primeiras sementeiras como fonte de inóculo para as sementeiras seguintes. Isto, associado à grande multiplicação de tripes na soja. Nesta região, onde não se encontrou plantas de cravorana, deveria haver, naturalmente, outra espécie vegetal, servindo como fonte de inóculo primário.

A constatação de que a fonte de inóculo inicial era constituída por plantas de cravorana infectadas, presentes ao redor da lavoura, foi determinada em dois experimentos distintos. Em 1980, Moscardi et al. observaram um gradiente de plantas de soja infectadas à medida que se afastava das bordas, em direção ao centro da lavoura, nos municípios de Ortigueira e Tamarana. Em Arapoti, outro experimento conduzido durante os anos de 1987 e 1988, demonstrou o mesmo efeito. A incidência de plantas infectadas, baseada na avaliação visual e confirmada por indexa-

ção através de ELISA indireto, diminuía sempre que se afastava das bordas da lavoura e se distanciava das plantas de cravorana (Fig. 3). No ano de 1988 a distância e também a incidência foram maiores.

Uma outra forma de transmissão deste vírus é através das sementes, oriundas de plantas infectadas. Algumas sementes podem transmitir o VQBS. O primeiro relato quanto à transmissão do VQBS por sementes foi feito por Costa & Kiihl (1971), que detectaram índices de até 10 % de transmissão. No Estado do Paraná, Costa Lima Neto et al. (1979) observaram valores de até 14%, na cultivar Paraná. Esta característica, entretanto, não se constitui num importante parâmetro epidemiológico, visto que as

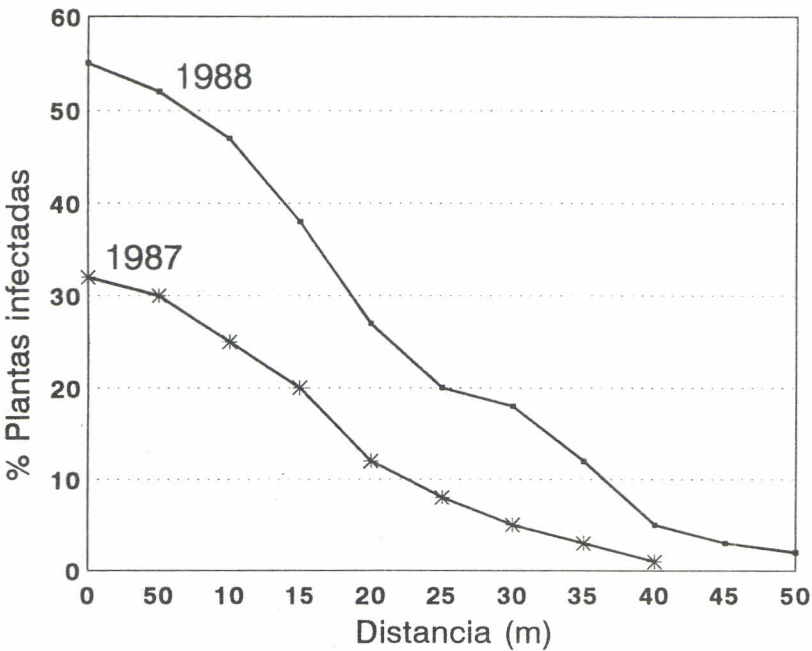


Fig. 3. Gradiente de plantas de soja infectadas pelo vírus da queima do brota da soja, observado em condições de campo, no município de Arapoti, em 1987 e 1988.

plantas infectadas são de porte reduzido, sendo normalmente "abafadas" pelas plantas sadias vizinhas e acabam produzindo muito poucas sementes.

4- SINTOMAS

Inicialmente, os sintomas da doença são, em geral, observados como pequenas manchas amarelas, irregulares, distribuídas no limbo foliar de folhas primárias ou em folhas trifoliadas. Estas manchas correspondem ao ponto de entrada do vírus, introduzido pelo inseto vetor. Esta fase de infecção é geralmente desconhecida por não estar associada ao principal sintoma. A partir do estabelecimento da infecção, o vírus se transloca pela planta. Nesse estágio, há paralisação do crescimento, seguido de curvatura, necrose e morte do broto apical, daí o nome de queima do broto (Fig. 4). Um corte longitudinal da haste da planta, mostra escurecimento da medula, principalmente na região dos nós e na proximidade da parte apical, o que se constitui no principal sinal de diagnose desta doença (Fig. 5). Aquelas plantas que conseguem sobreviver, apresentam uma brotação axilar extra-numerária, tipo superbrotamento, associado a nanismo. Normalmente essas plantas não produzem vagens.

Caso a infecção ocorra mais tarde (após 40 a 50 dias de idade), os danos serão bem menores. As sementes formadas podem apresentar manchas associadas à ruptura do tegumento. Embora estas manchas sejam similares àquelas causadas pelo vírus do mosaico comum, apresentam rachaduras do tegumento o qual se apresenta com menos brilho (Fig. 6). Um método de diagnose também utilizado consiste em inocular, mecanicamente, plantas de fumo (**Nicotiana tabacum**), as quais mostram, cerca de duas a seis dias após a inoculação, pequenas lesões necróticas que

se transformam posteriormente em lesões brancas, estriadas ou geralmente anelares (Fig. 7). Devido ao fato deste vírus ser facilmente degradado, quando da maceração de folhas infectadas, deve-se utilizar 0,5% de sulfito de sódio, no tampão, como agente anti-oxidante.

5- EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE

À semelhança de outras doenças, a maneira mais eficiente e econômica de controlar uma virose, é pelo uso de cultivares com resistência genética. Dessa forma, procurou-se infectar artificialmente, em casa de vegetação, genótipos de soja, oriundos do banco ativo de germoplasma, tentando-se identificar fontes de resistência ao vírus. Não se constatou qualquer fonte de resistência ao vírus entre cerca de 600 genótipos testados (Almeida & Kiihl, 1988). Procurou-se, então, outro modo de controle, que consistiu em alterar o ciclo epidemiológico da doença.

A primeira ação foi encontrar uma região onde a doença ocorria de maneira endêmica. A área escolhida foi no município de Arapoti, PR. Investigações preliminares, junto aos agricultores, agrônomos da Cooperativa Agrícola de Arapoti Ltda. (CAPAL) e extensionistas da ACARPA, demonstraram que, apesar da maioria dos agricultores ter-se dedicado apenas ao cultivo do milho, alguns poucos conseguiam ainda produzir soja, quando realizavam a semeadura em épocas consideradas pelos agricultores como sendo tardias: última semana de novembro e primeira quinzena de dezembro.

Essas investigações preliminares junto aos agricultores demonstraram, assim, dois parâmetros importantes: 1 - a doença ocorria todos os anos, naquela região; e 2 - quando o ano era

considerado seco (menor quantidade de chuva nos meses de setembro a novembro), havia alta incidência (até 100%) de plantas infectadas.

A partir dessas informações, iniciou-se um estudo procurando-se conhecer o ciclo epidemiológico da doença, associando-se a melhor época de semeadura (menor índice de infecção) à população de tripes e à quantidade de chuva do ano. As semeaduras foram realizadas em diferentes épocas, durante os anos de 1986 a 1990. As parcelas eram constituídas de quatro fileiras de 6m, espaçadas de 0,5 m, com uma densidade de 18 a 20 plantas por metro. A incidência da doença foi estimada pela porcentagem de plantas com sintomas típicos de queima do broto. A população de tripes foi determinada pela contagem do número de adultos e larvas coletados numa caixa de papelão branco (25 x 12 x 10 cm). As folhas da fileira amostrada foram batidas sobre a caixa, num total de quatro amostragens por parcela. Os dados meteorológicos foram fornecidos pela CAPAL. Confirmou-se que semeaduras tardias apresentavam menor nível de infecção, especialmente em anos considerados chuvosos pelos agricultores (média de 1500 mm de chuva)

Fica claro, através destes resultados, que semeaduras realizadas mais cedo (outubro), na região onde a doença é endêmica, favorecem a infecção. Este fato, pode ser explicado pelo menor valor acumulado de chuvas, que não reduz sensivelmente a população de tripes e, conseqüentemente, não diminui a incidência final da queima do broto.

Observou-se que, à medida que se atrasou a semeadura, reduziu-se a incidência de plantas doentes. A Fig. 8 mostra as diferentes intensidades da doença de acordo com a época de semeadura, em 1988. A primeira, segunda e terceira semeaduras são anotadas pelas letras A, B e C, respectivamente. No entanto, isto não ficou muito claro, nas primeiras semeaduras dos anos de 1987 e 1988. Verificou-se que nesses dois anos, houve menor

precipitação anual (Fig. 9).

Ao se relacionar os dados referentes ao total de precipitação do ano, ao número de tripes amostrados e à porcentagem de soja infectada pelo VQBS, observa-se uma aparente interação entre esses parâmetros (Tabela 3). O estudo desta interação permitiu verificar e comprovar a correlação altamente significativa ($P < 0,01$) entre esses fatores citados através de uma matriz de correlação (Tabela 4).

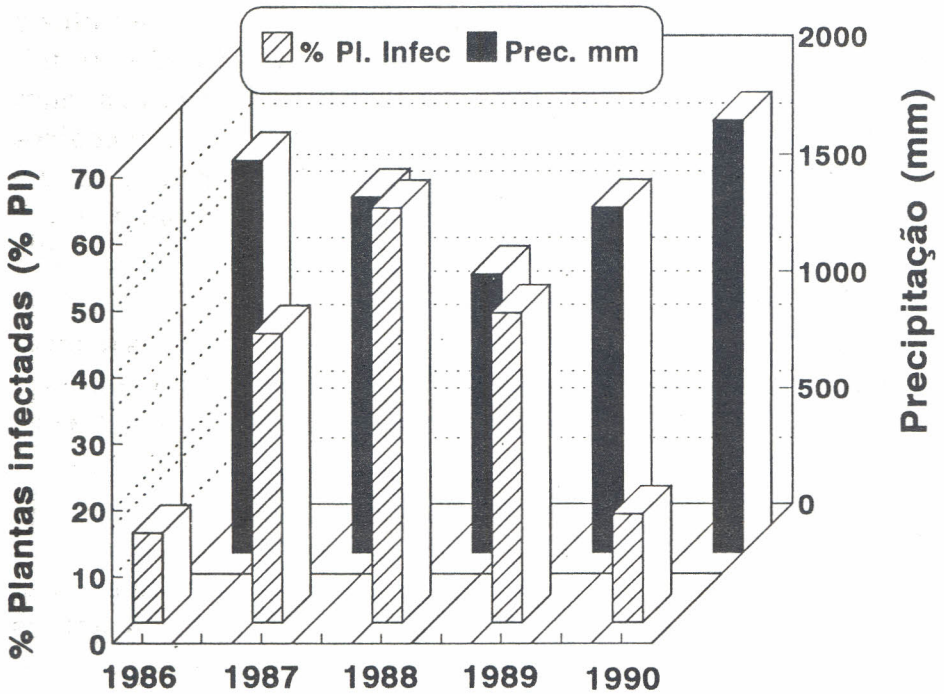


Fig. 9. Relação entre o total de precipitação (mm) do ano e a porcentagem de plantas de soja infectadas pelo vírus da queima do broto, no município de Arapoti, em 1990.

TABELA 3. Precipitação anual (mm), média de tripes amostrados e média de plantas infectadas pelo vírus da queima do broto da soja. Arapoti, PR.

| Ano | Precipitação mensal (mm) | | | | Total de chuva no ano (mm) | Média de tripes/ amostra | % de infecção |
|------|--------------------------|-------|-------|-------|----------------------------|--------------------------|---------------|
| | Set | Out | Nov | Dez | | | |
| 1986 | 59,2 | 71,7 | 107,6 | 286,3 | 1683,6 | 30,5 | 18,0 |
| 1987 | 117,1 | 99,5 | 188,7 | 100,2 | 1328,5 | 46,5 | 46,0 |
| 1988 | 57,4 | 109,2 | 35,9 | 184,0 | 1197,6 | 79,3 | 58,0 |
| 1989 | 119,0 | 84,6 | 74,1 | 241,8 | 1482,0 | 43,0 | 30,0 |
| 1990 | 161,6 | 130,7 | 94,7 | 94,8 | 1831,5 | 27,0 | 16,0 |

TABELA 4. Matriz de correlação entre porcentagem de plantas de soja infectadas pelo VQBS (X_1), média de tripes coletados (X_2) e total de chuva no ano (X_3).

| | X_1 | X_2 | X_3 |
|-------|---------|---------|---------|
| X_1 | - | 0,65** | -0,84** |
| X_2 | 0,65** | - | -0,80** |
| X_3 | -0,84** | -0,80** | - |

X_1 = Porcentagem de plantas infectadas pelo vírus da queima do broto da soja.

X_2 = Média de insetos (tripes) coletados.

X_3 = Total da precipitação no ano.

Foram considerados os dados de 1986 a 1990, fornecidos pela CAPAL.

** Significativo ao nível de 1%.

Dessa forma, os dados obtidos permitem afirmar que, à medida que se atrasa a semeadura, reduz-se o número de plantas infectadas, bem como a população de tripes. Isto decorre do fato de que o atraso de semeadura, em anos normais, tem aumento acumulado de chuvas, o que reduz sensivelmente, a população de tripes e reduz, conseqüentemente, a infecção (Fig.10).

Estudos epidemiológicos mais completos, utilizando os dados obtidos durante os anos agrícolas de 1987 e 1988, onde se seguiu as epidemias do VQBS em duas cultivares de soja (IAC-4

e FT-10), semeadas em diferentes épocas permitiram entender melhor o processo de infecção deste vírus.

Os sintomas da doença foram evidentes cerca de 20 dias após a emergência. A incidência aumentou a partir dos 20 dias, em ambos os anos e em ambas as cultivares. No entanto, a incidência final, avaliada aos 60 dias, foi sempre mais alta em sementeiras feitas mais cedo, confirmando as observações já existentes.

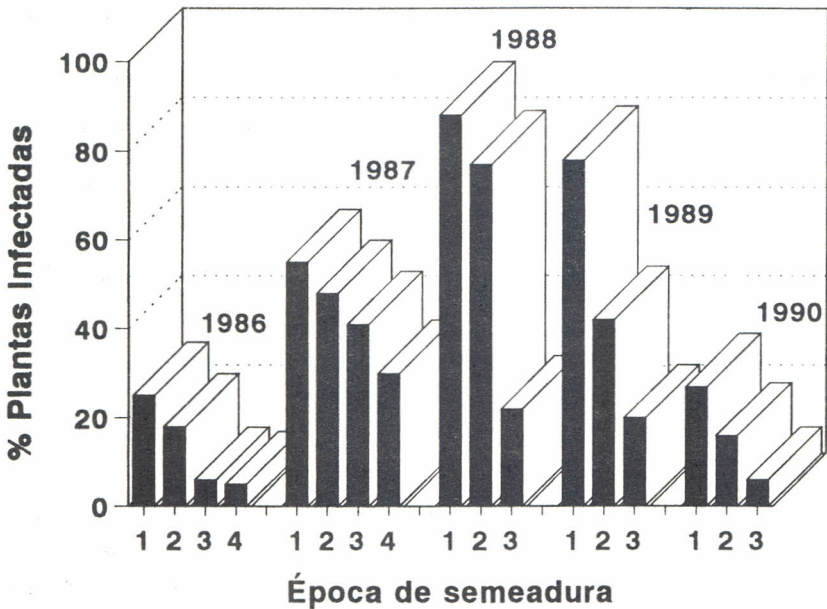


Fig. 10. Efeito da época de semeadura da soja sobre a incidência do vírus da queima (% plantas infectadas), no município de Arapoti, Estado do Paraná. Semeadura 1986: 1= 20/10; 2= 10/11; 3= 30/11; 4= 20/12; Semeadura 1987: 1= 21/10; 2= 19/11; 3= 24/11; 4= 22/12; Semeadura 1988: 1= 1/11; 2= 16/11; 3= 6/12; Semeadura 1989: 1= 8/11; 2= 7/12; 3= 21/12; Semeadura 1990: 1= 27/10; 2= 16/11; 3= 20/12.

Constatou-se que, em ambos os anos, a função monomolecular foi o modelo matemático mais adequado ($0,85 < R < 0,95$) para descrever a doença permitindo ajustar dez, das 14 epidemias analisadas (Fig. 11, 12e, 12f). A razão pela qual o modelo monomolecular explicou cerca de dez epidemias refere-se ao rápido aumento da incidência da doença, com um padrão assimétrico de crescimento da curva de progresso, como mencionado por Luke & Berger (1982) e por Campbell et al. (1984). Outro modelo estudado, denominado modelo de Gompertz ajustou-se melhor a quatro epidemias (Fig. 12a, 12b, 12c, 12d).

Para comparar as diferentes epidemias, utilizou-se o cálculo da área sob a curva de progresso da doença (ACPD). A regressão não linear de ACPD, de todas as epidemias analisadas, relacionadas a cada época de semeadura, para as cultivares IAC-4 e FT-10, demonstra que para ambas as cultivares houve diferença de até 90% em ACPD, entre as semeaduras precoces (outubro até primeira quinzena de novembro) e tardias (segunda quinzena de novembro até primeira quinzena de dezembro) (Fig. 13a, 13b).

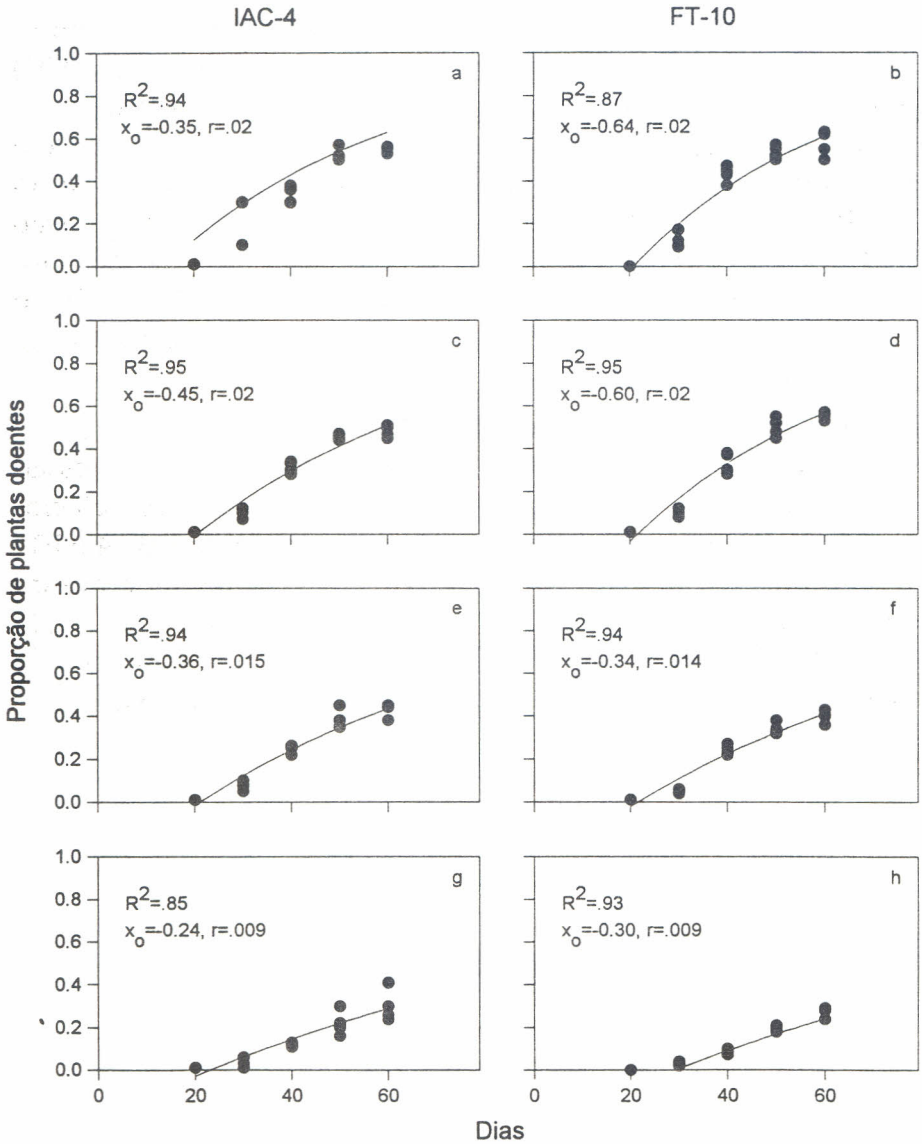


Fig. 11. Curvas de progresso da queima do broto da soja, nas cultivares IAC-4 e FT-10, semeadas em 21/10 (a,b), 19/11 (c,d), 24/11 (e,f) e 22/12/1987 (g,h), no município de Arapoti, PR..

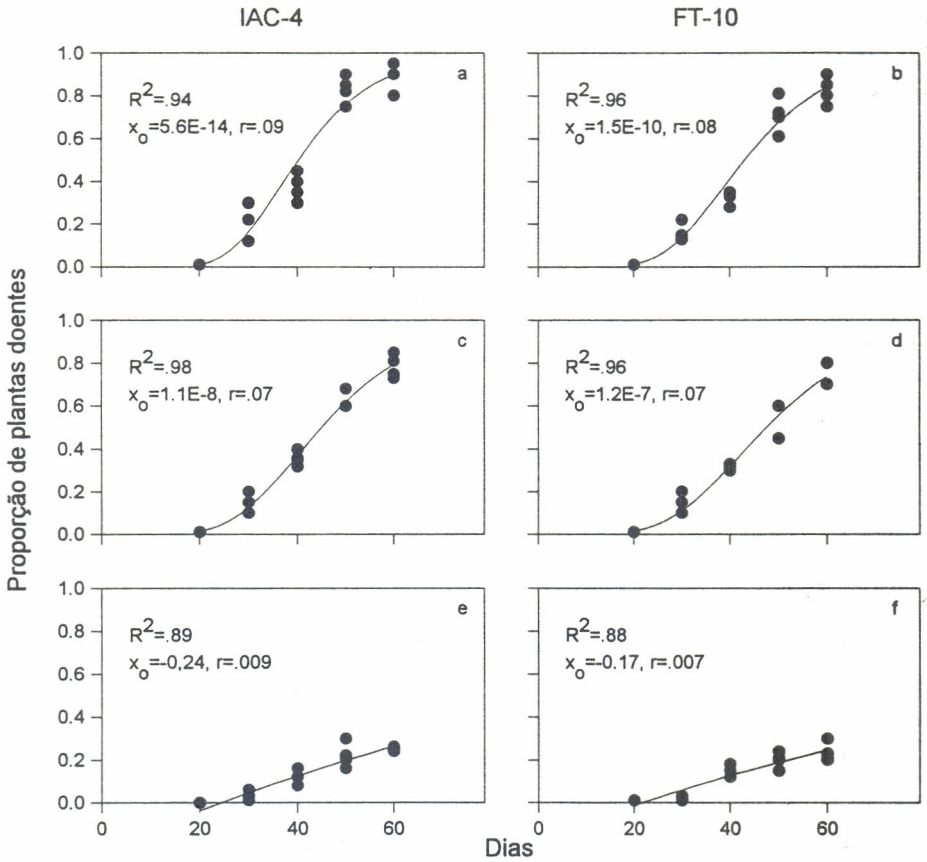


Fig. 12. Curvas de progresso da queima do broto da soja, nas cultivares IAC-4 e FT-10, semeadas em 1/11 (a,b), 16/11 (c,d), e 6/12/1988 (e,f), no município de Arapoti, Estado do Paraná.

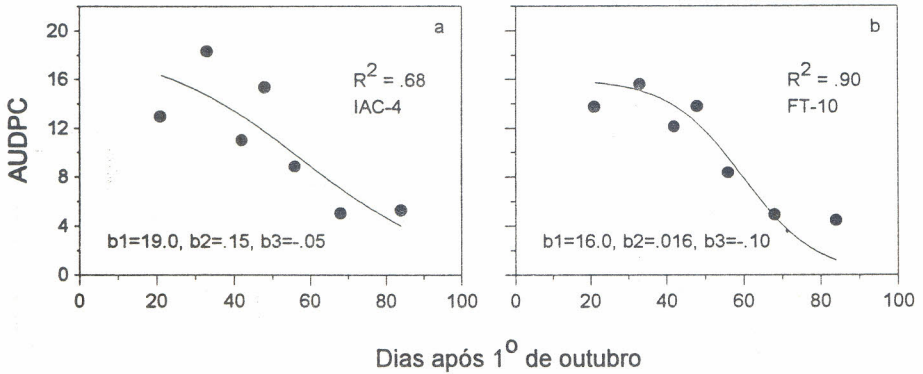


Fig. 13. Área abaixo da curva de progresso da doença, observada em plantas de soja, das cultivares IAC-4 e FT-10, em sete diferentes épocas de semeadura, nos anos de 1987 e 1988, no município de Arapoti, Estado do Paraná.

6- DISTRIBUIÇÃO NO BRASIL E PLANTAS HOSPEDEIRAS

Acredita-se que a ocorrência predominante do VQBS em alguns locais dos Estados do Paraná e São Paulo (Fig. 14) seja devido à presença natural de hospedeiros perenes ou semi-perenes do vírus, além de certas espécies de tripes transmissoras. Essa suposição é justificada porque campos de soja próximos a áreas com grande infestação de cravorana, espécie vegetal pertencente à família Compositae e principal hospedeira do vírus, em cujas inflorescências desenvolvem-se grandes quantidades de tripes, apresentam altas taxas de infecção. Outras espécies vegetais naturalmente infectadas pelo VQBS são tomate, girassol, picão, amendoim, algodão, *Crotalaria* sp. e fumo (Costa & Carvalho, 1961).

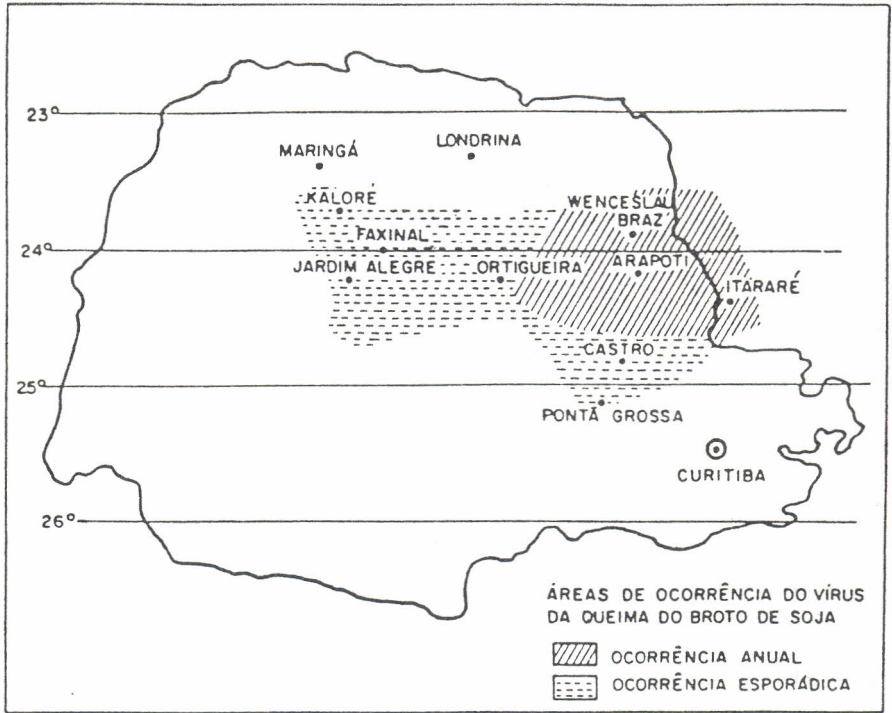


Fig 14. Áreas de ocorrência anual e esporádica do vírus da queima do broto da soja, no Estado do Paraná.

Embora o VQBS seja transmitido por semente, é importante desconsiderar este fato como um parâmetro do ciclo epidemiológico desta doença, visto que plantas infectadas produzem poucas sementes. Além disso, as plantas originárias de sementes infectadas são rapidamente dominadas pelas plantas vizinhas, que apresentam maior desenvolvimento vegetativo. Dessa forma, a maior importância da fonte de inóculo primário deve ser atribuída às plantas hospedeiras que existem naturalmente na região.

Nas regiões onde o vírus ocorre anualmente, constatou-se sempre a presença de cravorana, espécie que hospeda o vírus e o

tripes vetor da doença. Há, entretanto, outras regiões onde a cravorana não é encontrada e onde a doença ocorre. Neste caso, há outras espécies hospedeiras do vírus.

Após quatro anos de pesquisas, verificou-se que sementeiras tardias nunca apresentaram, em média, mais que 18% de plantas infectadas, com prejuízos desprezíveis (Almeida & Corso, 1991).

7 – DANOS E CONTROLE

Os níveis de danos causados pelo VQBS são variáveis, não só com as condições climáticas (especialmente chuvas) como também pelo local onde se instala a cultura da soja. Em algumas regiões do Estado do Paraná, a cultura ficou inviabilizada, pois os prejuízos eram totais. Em outras áreas tem-se notado que em anos secos ou quando as chuvas ocorrem em períodos bastante espaçados (grandes intervalos), há aparecimento da doença, em níveis variáveis de infecção (15% a 60%). Conhecendo-se que a população de tripes era reduzida pela ação das chuvas, procurou-se estudar sementeiras tardias, nas áreas consideradas de risco.

O uso de inseticidas, por pulverização ou granulados, aplicados junto com as sementes não forneceram controle adequado (Costa & Costa Lima Neto, 1975). Tripes virulíferos mantêm a migração, de fora para dentro das lavouras, durante longo período e conseguem infectar as plantas antes de morrer pelo efeito dos inseticidas. Além disso, as levas constantes de tripes requeririam aplicações continuadas de inseticidas para que houvesse maior controle dos vetores.

Devido a isso, tem-se utilizado retardamento da sementeira com excelentes resultados (Almeida & Corso 1991). Neste caso, observa-se que o acúmulo de chuvas obtido pela sementeira tar-

dia, reduz drasticamente o número de tripes e conseqüentemente os índices de infecção (Fig. 9 e Tabela 4).

Embora outros fatores possam ter colaborado com a expansão da área cultivada com soja, em Arapoti, observa-se que desde o início deste trabalho, em 1986, houve um incremento de 123% (Fig. 15).

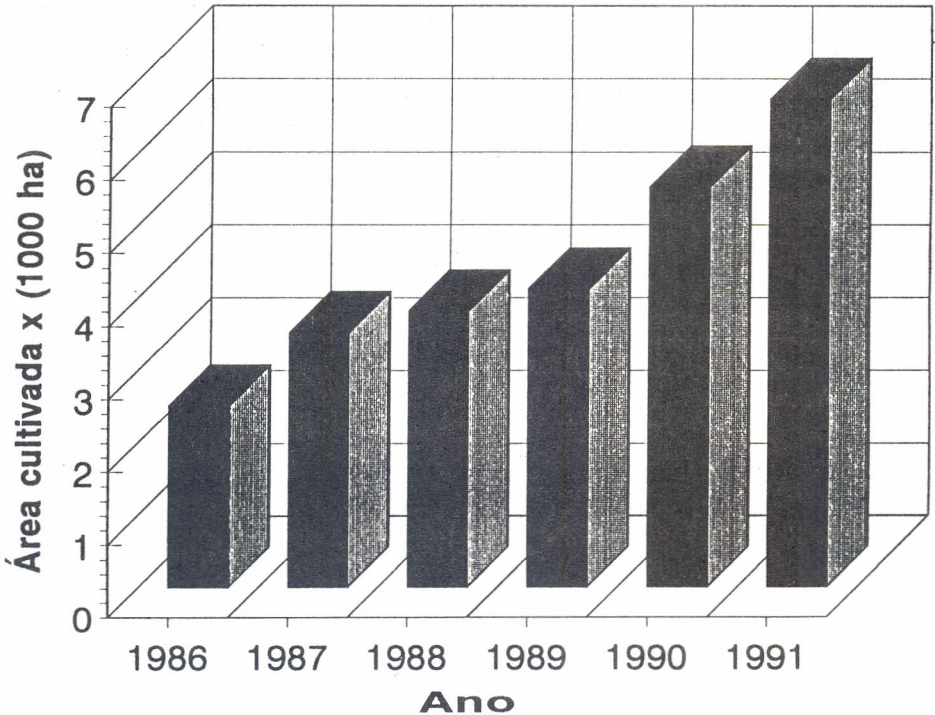


Fig 15. Incremento anual de área cultivada com soja, no município de Arapoti, no período de 1986 a 1990. Dados fornecidos pela CAPAL.

8 - CONCLUSÕES

- a - O presente estudo demonstrou que é possível cultivar a soja mesmo onde a presença do vírus da queima do broto da soja é de ocorrência endêmica, através do atraso da época de semeadura. Para a região estudada, recomendam-se semeaduras na segunda quinzena de novembro e primeira quinzena de dezembro. O máximo de infecção observado foi de 18% de plantas infectadas.
- b - Em anos mais secos, pode haver incidências altas (> 30% de plantas infectadas) mesmo em semeaduras feitas na segunda quinzena de novembro. No entanto, pelo histórico da área, isso ocorreu apenas em um ano (1988), entre os anos estudados.
- c - O uso de inseticidas é inviável e não recomendável, pois devido à constante migração de insetos virulíferos de plantas hospedeiras para soja, os insetos poderão infectar a soja antes de morrerem. Por outro lado, serão necessárias várias aplicações, caso o fluxo de insetos se estenda por várias semanas.
- d - Não se encontrou, até o momento, genótipos de soja resistentes ao vírus.

9 - AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a Luís C. Benato, Nilson Valentin, Guilherme Goulart e Ângelo Monico pelo auxílio prestado na condução dos experimentos; a José Mário Ferreira da

CAPAL, pela coleta de insetos e ao comitê de publicações do CNPSo pelas críticas e sugestões.

10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLINGTON, W.B. Bud blight of soybean caused by the tobacco ring-spot virus. **Phytopathology** 36:319-322. 1946.
- ALMEIDA, A.M.R. Levantamento do vírus do mosaico comum e queima do broto em soja, nas diversas regiões do Estado do Paraná. **Fitopatol. bras.**, 5:125-128. 1980.
- ALMEIDA, A.M.R. ; CORSO, I.C. Effect of sowing time on the incidence of bud blight in soybean. **J. Phytopathology** 132:251-257.1991.
- ALMEIDA, A.M.R.; NAKAHARA, S.; SOZA-GÓMEZ, D.R. Thrips species identified in soybean fields in Brazil. **An. Soc. Entomol. Brasil**. 23: 363-365. 1994.
- ANJOS, J.R.N.; LIN, M.T. Bud blight of soybeans caused by cowpea severe mosaic virus in Central Brazil. **Plant Dis**. 68: 405-407. 1982.
- CAMPBELL, C.L.; JACOBI, W.R.; POWELL, N.T.; MAIN, C.E. Analysis of disease progression and the randomness of occurrence of infected plants during tobacco black shank epidemic. **Phytopathology** 74: 230-235. 1984.
- CLARK, M.F.; LISTER, R.M. Preparation and some properties of the nucleic acid of tobacco streak virus. **Virology** 45:61-74. 1971.
- COSTA, A.S. ; CARVALHO, A.M.B. Studies on Brazilian tobacco streak. **Phytop. Z.** 42:113-138. 1961.
- COSTA, A.S. ; KIIHL, R.A.S. Transmissão do vírus da necrose branca do fumo através de sementes se soja. IV Reunião Anual da Soc. Bras. de Fitopatologia. Piracicaba, 15-17/2/1971.
- COSTA, A.S.; COSTA LIMA NETO, V. Relatório das investigações sobre viroses da soja. Acordo Ministério da Agricultura, Secretaria da Agricultura de São Paulo, FAPESP. Não publicado. 1975.

- COSTA, A.S. ; COSTA LIMA NETO, V. Transmissão do vírus da necrose branca do fumo por *Frankliniella* sp. IX Congresso Soc. Bras. Fitop. 1p.1975.
- COSTA, A.S. Investigações sobre moléstias da soja no Estado de São Paulo. **Summa Phytop.**, 3:3-30. 1977.
- COSTA, A.S.; S. MIYASAKA; PINTO D'ANDREA, A.J. 1955. Queima dos brotos da soja, uma moléstia causada pelo vírus da necrose branca ou couve. *Bragantia* 14:VII-X.
- COSTA, A.S.; V. DA COSTA LIMA NETO. Transmissão do vírus da necrose branca do fumo por *Frankliniella* sp. n.p. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 9, Campinas. Campinas: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1976.
- COSTA LIMA NETO, V.C. ; COSTA, A.S. Influência da idade da planta e do número de vetores na transmissão do mosaico comum da soja. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 8, Mossoró, 1975. Resumos... Mossoró, 1975. n.p.
- COSTA, A.S.; LOURENÇÃO, A.L.; YUKI, V.A. Epifitias localizadas de vira-cabeça em soja, associadas a variedades, no início de 1984. **Summa Phytopathologica** 11: 45-46. 1985.
- DESLANDE, J.A.; COSTA, A.S.; FIGUEIRA, A.R.; VEGA, J. Amarelo do broto da soja, causado por um potyvirus diferente do mosaico comum, registrado em Minas Gerais. **Summa Phytopathologica** 10:25-26. 1984.
- DUTRA, G. Soja. *J. Agric. Ano IV. Tomo III, No 168: 185-188. 1882.*
- FAGBENLE, H.H.; FORD, R.E. Tobacco streak virus isolated from soybeans, *Glycine max.* *Phytopathology* 60: 814-820. 1970.
- GHABRIAL, S.A. ; LISTER, R.M. Chemical and physicochemical properties of two strains o tobacco streak virus. *Virology* 57: 1-10. 1974.
- GONÇALVES, D. ; GARNSEY, S.M. Infectivity of heterologous RNA-protein mixtures from alfalfa mosaic, citrus leaf rugose, citrus variegation and tobacco streak viruses. *Virology* 67:319-322. 1975.
- KAISER, W.J.; WYATT, S.D.; G.R. PESHO. 1982. Natural hosts and vectors of tobacco streak virus in Eastern Washington. **Phytopathology**, 72:1508-1512, 1982.
- LISTER, R.M. ; BANCROFT, J.B. Alteration of tobacco streak virus component ratios as influenced by host and extraction procedure. **Phytopathology** 60:689-694. 1970.

- LISTER, R.M.; GHABRIAL, S.A.; SAKSENA, K.N. Evidence that particle size heterogeneity is the cause of centrifugal heterogeneity in tobacco streak virus. **Virology** 49: 290-299. 1972.
- LUKE, H.H.; BERGER, R.D. Slow rusting in oats compared with the logistic and the gompertz models. **Phytopathology** 72: 400-402. 1982.
- MADDEN, L.V.; LOUIE, R.; ABT, J.M.; KNOKE, J.K. Evaluation of tests for randomness of infected plants. **Phytopathology** 72: 195-198. 1982.
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. A soja no Brasil. 1062p. 1981.
- MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R. Distribuição de tripses e da incidência da queima do broto em lavouras de soja no Paraná. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1979/80. pp. 173.
- MOSCARDI, F.; ALMEIDA, A.M.R. Ocorrência de espécie de tripses em soja e outras hospedeiras comumente associadas a esta cultura, no Estado do Paraná. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1979/80. Centro Nacional de Pesquisa de Soja - EMBRAPA. pp. 169-171. 1980.
- SDOODE, R.; TEAKLE, D.S. Transmission of tobacco streak virus by **thrips tabaci**: a new method of plant virus transmission. **Plant Pathology** 36:377-380. 1987.
- TRUOL, G.A., LAGUNA, I.G., NOME, S.F. Detección del tobacco streak virus en cultivos de soja en Argentina. **Fitopatologia** 22:15-20. 1986.
- VAN VLOTEN-DOTING, L. Coat protein is required for infectivity of tobaccostreak virus: biological equivalence of the coat proteins of tobacco streak and alfalfa mosaic viruses. **Virology** 65:215-225. 1975.

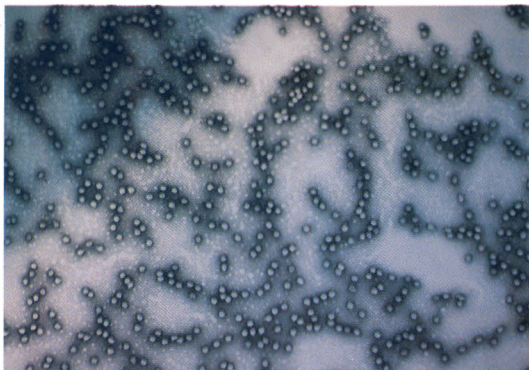


Fig. 1.

Fotomicrografia do vírus causador da queima do broto da soja.

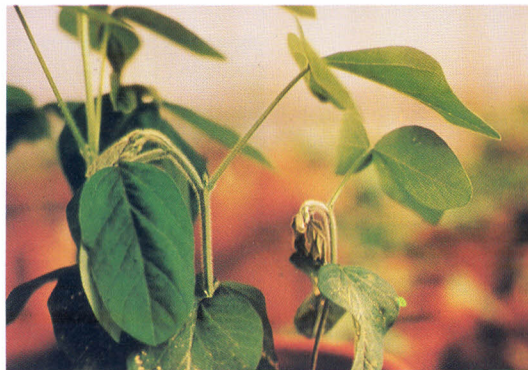
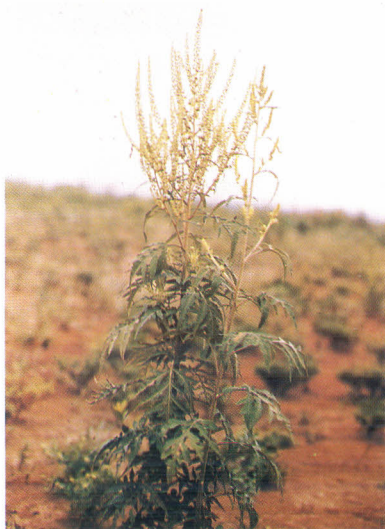


Fig. 4.

Sintoma de queima do broto, com curvatura e necrose apical.

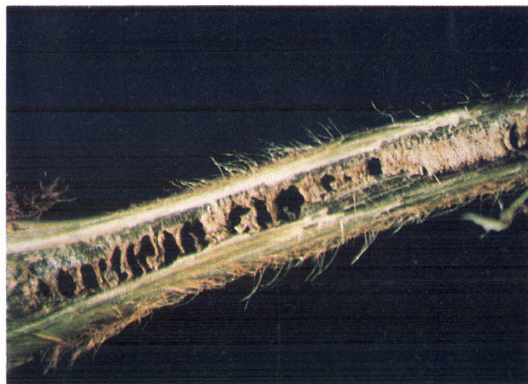


Fig. 5.

Escurecimento e necrose da medula de plantas de soja infectadas pelo vírus da queima do broto.

Fig. 2. *Plantas de cravorana (Ambrosia polystachya DC.), considerada a mais importante hospedeira do vírus da queima do broto da soja.*

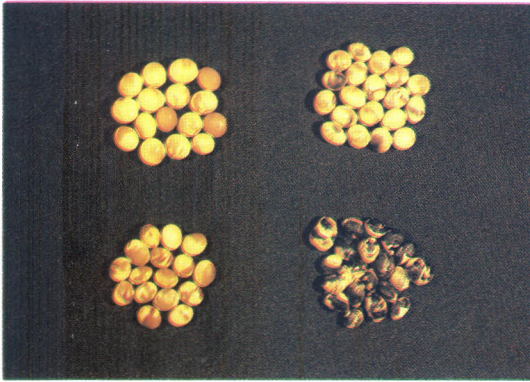


Fig. 6.

Sementes de soja manchadas, produzidas em plantas infectadas pelo vírus do mosaico comum da soja (hilo marrom) e pelo vírus da queima do broto (hilo preto).

Fig. 7.

Plantas de fumo infectadas pelo vírus da queima do broto da soja.

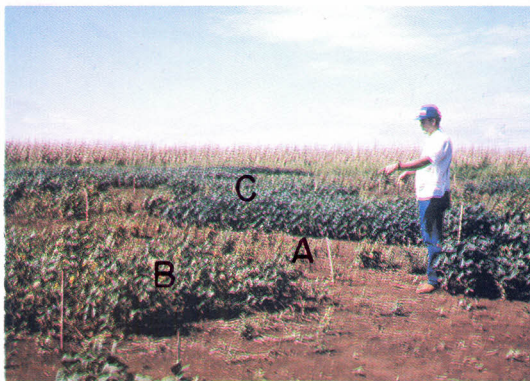


Fig. 8.

Efeito da época de semeadura da soja, na severidade do vírus da queima do broto. Parcelas A, B e C representam primeira, segunda e terceira épocas de semeadura em 1988, em Arapoti, PR.

IMPRESSO PELO SETOR DE SERVIÇOS GRÁFICOS
do Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Rod. Carlos João Strass (Londrina/Warta) - Acesso Orlando Amaral
Fone: (043) 320-4166 - Fax: (043) 320-4186 - Telex: 43208
Cx. Postal 231 - 86001-970 - Londrina, PR

