



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo

LFT5870 AGENTES CAUSAIS DE DOENÇAS DE PLANTAS: VÍRUS

Prof. Jorge Alberto Marques Rezende

Piracicaba, SP, Brasil



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

PARTE XI

CONTROLE DAS DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS



CONTROLE DAS DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS

A. EXCLUSÃO

B. ESCAPE OU REMOÇÃO DA FONTE DE INÓCULO

C. CONTROLE OU ESCAPE DOS VETORES

D. PROTEÇÃO GENÉTICA AO VÍRUS

E. PROTEÇÃO GENÉTICA AO VETOR

F. PROTEÇÃO INDUZIDA

PREMUNIZAÇÃO

PLANTAS TRANSGÊNICAS



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

CONTROLE DE FITOVIROSES POR MEIO DO CONTROLE QUÍMICO DOS VETORES



QUAL A EFICÁCIA DO CONTROLE QUÍMICO DOS INSETOS VETORES NO CONTROLE DE FITOVIROSES?

Como a maioria das doenças de vírus de plantas é disseminada por insetos, o controle não parece apresentar qualquer dificuldade; existem atualmente muitos inseticidas que matam a maioria dos insetos que transmitem vírus, e o uso eficiente desses produtos poderá a priori impedir ou pelo menos reduzir enormemente a disseminação dos vírus. Ao contrário dessa expectativa, no entanto, a aplicação de inseticidas nas culturas tem frequentemente falhado na redução da incidência das doenças de vírus e algumas vezes até contribuído para aumentá-la, mesmo que as inspeções de campo indiquem que o inseticida “controlou” o inseto vetor específico. Varias tentativas anteriores para o controle de doenças de vírus por pulverizações falharam, embora haja resultados atuais de sucesso contra poucas doenças, muitas ainda são incontroláveis por esse método (Broadbent, 1957).



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

MANAGEMENT OF PLANT VIRAL DISEASES THROUGH CHEMICAL CONTROL OF INSECT VECTORS

*Thomas M. Perring, Ned M. Gruenhagen,¹
and Charles A. Farrar*

Department of Entomology, University of California, Riverside, California 92521;
e-mail: thomas.perring@ucr.edu

Annu. Rev. Entomol. 44:457-481, 1999



Table 1 Successes (defined as lower disease incidence in treated plots when compared with nontreated plots) of controlling insect-vectored pathogens using insecticides

Transmission characteristics	Vector	Name of virus	Experiment type	References
------------------------------	--------	---------------	-----------------	------------

Table 2 Failures (defined as no difference in disease incidence between treated and nontreated plots or higher incidence in treated plots) of controlling insect-vectored pathogens using insecticides

Transmission	Experiment
--------------	------------

Relação vírus- vetor

Sucessos

Falhas

Persistente

92/117 (79%)

14/46 (30%)

Não persistente

25/117 (21%)

32/46 (70%)

Persistent	Whitefly	Tomato yellow leafcurl	Field	47, 135, 203, 226, 235, 277
Persistent	Whitefly	Tomato yellow leafcurl	Laboratory	225
Persistent	Whitefly	Yellow mosaic	Field	202, 237
Persistent	Leafhopper	Aster yellows	Field	88, 185, 190, 191, 241

Nonpersistent	Aphid	Pepper veinbanding	Field	228
Nonpersistent	Aphid	Potato virus Y	Field	22, 24, 35, 37, 65, 91, 7, 264

“ The effectiveness of insecticides against vectors of plant pathogens is variable, and the assessment by Broadbent (1957) of the limitations of insecticides in these systems is still valid today.”

Nonpersistent	Aphid	Potato virus M	Field	65, 271, 272
Nonpersistent	Aphid	Potato virus Y	Field	65, 71, 154, 155, 271, 272
Nonpersistent	Aphid	Potato virus Y	Laboratory	23, 70, 77, 188, 189, 222
Nonpersistent	Aphid	Tulip breaking	Field	71
Nonpersistent	Leafhopper	Rice tungro	Field	19, 86, 153, 155



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

VÍRUS TRANSMITIDOS POR AFÍDEOS DE MANEIRA NÃO PERSISTENTE

Geralmente os afídeos que não colonizam a planta é que são os principais responsáveis pela transmissão de vírus de maneira não persistente

Controle químico do vetor é ineficiente para vírus de relação não persistente



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

CRINIVIRUS E BEGOMOVIRUS TRANSMITIDOS POR *BEMISIA TABACI* DE MANEIRA SEMI PERSISTENTE E PERSISTENTE CIRCULATIVA



CONTROLE QUÍMICO DA MOSCA BRANCA E INCIDÊNCIA DO TOMATO YELLOW VEIN STREAK BEGOMOVIRUS

Localidade: Sumaré, SP

Cultivar: Alambra

Plantio em campo: primeira semana de agosto de 2003

Controle da mosca branca: 3 pulverizações semanais

Plantio	% de plantas com sintomas do TYVSV		
	25/09/03	10/10/03	31/10/03
A	48,4	58,6	74,2
B	70,3	100,0	100,0



Bioassay of insecticides on mortality of *Bemisia tabaci* biotype B and transmission of *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) on tomatoes

Gouvêa et al., 2017

Table 2 Cumulative mortality (%) of adults of *B. tabaci* biotype B confined to tomato plants treated with cyantraniliprole foliar spray, cyantraniliprole root drench, spiromesifen, thiamethoxam, and water, after different time intervals

Treatments	Cumulative mortality (%) at different time intervals (h)							Tukey*
	1	3	6	9	12	24	48	
Cyantraniliprole foliar	1.6 (1.58)**	5.0 (4.55)	8.2 (6.07)	13.6 (7.04)	20.2 (7.97)	30.2 (7.86)	54.0 (12.58)	a
Cyantraniliprole drench	2.2 (2.39)	7.2 (3.01)	11.0 (3.30)	17.4 (6.74)	22.8 (7.61)	31.0 (9.39)	50.4 (9.42)	a
Thiamethoxam	2.80 (2.80)	7.80 (7.80)	11.80 (11.80)	18.8 (18.80)	21.8 (21.80)	28.0 (28.00)	37.6 (37.60)	b
Spiromesifen	2.0 (2.11)	3.6 (2.63)	6.0 (4.11)	7.0 (4.03)	7.8 (3.94)	11.4 (5.17)	19.4 (7.95)	c
Water	1.6 (2.07)	2.2 (1.99)	3.2 (2.35)	4.2 (2.39)	5.0 (2.71)	6.2 (2.74)	10.4 (4.70)	c

* Means followed by the same letters do not differ by Tukey's test at 5% probability

** Standard deviations in parenthesis

Table 1 Transmission of ToSRV by *B. tabaci* biotype B to tomato plants cv. Kada treated with the insecticides cyantraniliprole foliar spray, cyantraniliprole root drench, spiromesifen, thiamethoxam, and cartap, simulating the primary (P) and secondary (S) transmission. Control (C) sprayed with water

Cage	No. infected plants/total plants - %		Average (% infected)		infectious
	Experiment I	Experiment II	Experiment I	Experiment II	
Cyantraniliprole foliar spray					
P	9/25	36	15/25	64	50 ab
S	6/25	24	2/25	8	16 b
C	19/25	76	23/25	92	84 a
Cyantraniliprole root drenching					
P	16/25	64	6/25	24	44 a
S	1/25	4	1/25	4	4 b
C	24/25	96	13/25	52	74 a
Spiromesifen					
P	9/25	36	23/25	92	64 a
S	18/25	72	13/25	52	62 a
C	17/25	68	20/25	80	74 a
Thiamethoxam					
P	23/25	92	18/25	72	82 a
S	22/25	88	7/25	28	58 a
C	19/25	76	14/25	56	66 a
Cartap					
P	13/25	52	13/25	52	52 a
S	0/25	0	3/25	12	6 b
C	14/25	56	15/25	60	58 a

* Means followed by the same letters for each insecticide do not differ by Tukey's test at 5% probability

**Temporal and spatial progress of the diseases caused by the crinivirus tomato chlorosis virus and the begomovirus tomato severe rugose virus in tomatoes in Brazil**

Macedo et al., 2019

Table 4 Rate of transmission of tomato chlorosis virus (ToCV) by *Bemisia tabaci* MEAM1, for tomato plants cv. Kada sprayed with the insecticides cartap, acetamiprid, cyantraniliprole (by soil), flupyradifurone and pymetrozine, simulating the primary (P) and secondary (S) transmissions.

Transmission	No. infected plants/ total		Average infection (%) ^a
	Rep. I	Rep. II	
Control ^b			
P	21/25	25/25	92 a
S	17/24	22/25	79 A
Cartap			
P	21/25	23/25	88 a
S	15/25	21/25	72 A
Acetamiprid			
P	19/24	24/25	87 a
S	18/25	24/25	84 A
Cyantraniliprole (soil)			
P	14/20	17/23	72 a
S	18/25	19/25	74 A
Flupyradifurone			
P	15/22	18/25	70 a
S	11/21	15/25	56 A
Pymetrozine			
P	16/25	22/24	80 a
S	11/24	19/23	64 A

^aAverage values followed by the same letter do not differ from each other by the Tukey test with a significance level of 5%. Lower case and upper case letters compare treatments with primary control and secondary control, respectively.

^bTomato plants sprayed with water were used as control.



CONTROLE DAS DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS

A. EXCLUSÃO

B. ESCAPE OU REMOÇÃO DA FONTE DE INÓCULO

C. CONTROLE OU ESCAPE DOS VETORES

D. PROTEÇÃO GENÉTICA AO VÍRUS

E. PROTEÇÃO GENÉTICA AO VETOR

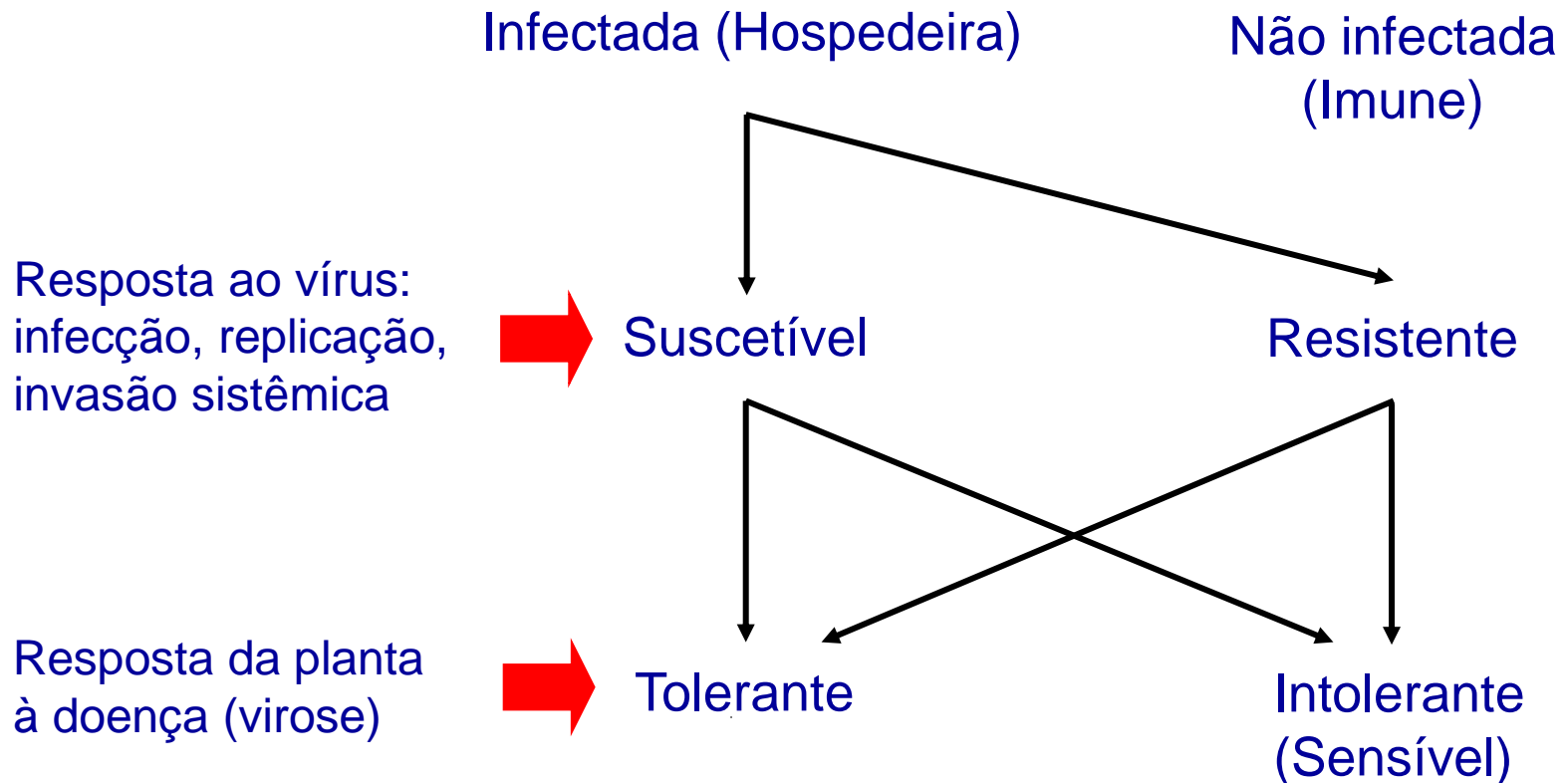
F. PROTEÇÃO INDUZIDA

PREMUNIZAÇÃO

PLANTAS TRANSGÊNICAS



RESPOSTAS DAS PLANTAS AOS VÍRUS





SCREENING OF *PASSIFLORA* SPECIES FOR REACTION TO *COWPEA APHID-BORNE MOSAIC VIRUS* REVEALS AN IMMUNE WILD SPECIES

Maciel et al., 2005



Table 1 - Reaction of *Passiflora* species to four *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) isolates in two independent experiments, under greenhouse conditions.

Species/populations	No. of infected plants/No. of inoculated plants*			
	CABMV-PA	CABMV-SP	CABMV-RJ	CABMV-CE
<i>P. alata</i>	6/10	7/10	10/10	6/9
<i>P. amethystina</i>	10/10	10/10	10/10	9/10
<i>P. caerulea</i>	10/10	10/10	10/10	10/10
<i>P. cincinnata</i>	8/10	7/9	10/10	8/10
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> - FB-100**	5/5	5/5	4/5	4/5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> - FB-200**	4/5	3/5	5/5	5/5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> - IAC-275**	5/5	5/5	5/5	5/5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> - IAC-277**	4/5	4/5	3/5	4/5
<i>P. foetida</i>	10/10	4/5**	9/10	10/10
<i>P. giberti</i>	7/10	9/10	7/10	7/10
<i>P. laurifolia</i>	5/5**	4/10	2/5**	10/10
<i>P. maliformes</i>	8/10	9/9	8/9	8/8
<i>P. morifolia</i>	10/10	5/5**	9/10	7/9
<i>P. mucronata</i>	6/10	3/10	3/10	4/10
<i>P. nitida</i>	9/9	9/9	8/10	9/10
<i>P. quadrangularis</i>	8/10	4/5	8/10	3/9
<i>P. serrato-digitata</i>	7/10	7/10	8/10	4/10
<i>P. setacea</i> **	NT	1/5	0/5	3/5
<i>P. suberosa</i>	0/10	0/10	0/10	0/10

*Sum of two independent tests. ** Results from a single test. NT = not tested



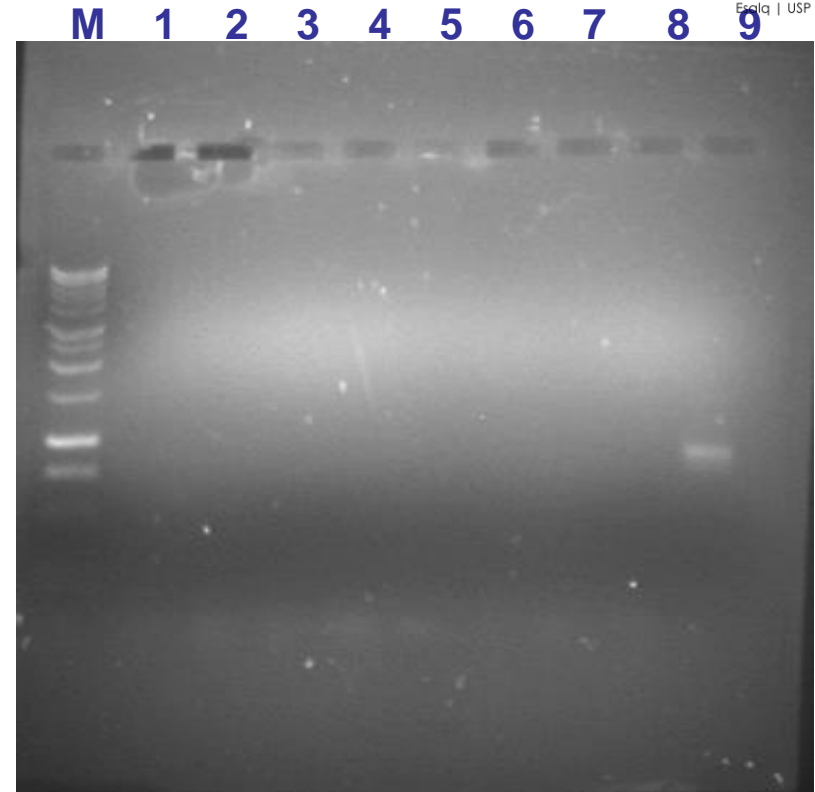
Imunidade de *P. suberosa* ao CABMV



Maciel et al., 2005

P. suberosa: $2n = 12, 24, 36$

P. edulis f. *flavicarpa*: $2n = 18$



ISOLADOS NO PORTA-ENXERTO

1 e 2 = CABMV-SP

3 e 4 = CABMV-RJ

5 = CABMV-CE

6 = CABMV-PA

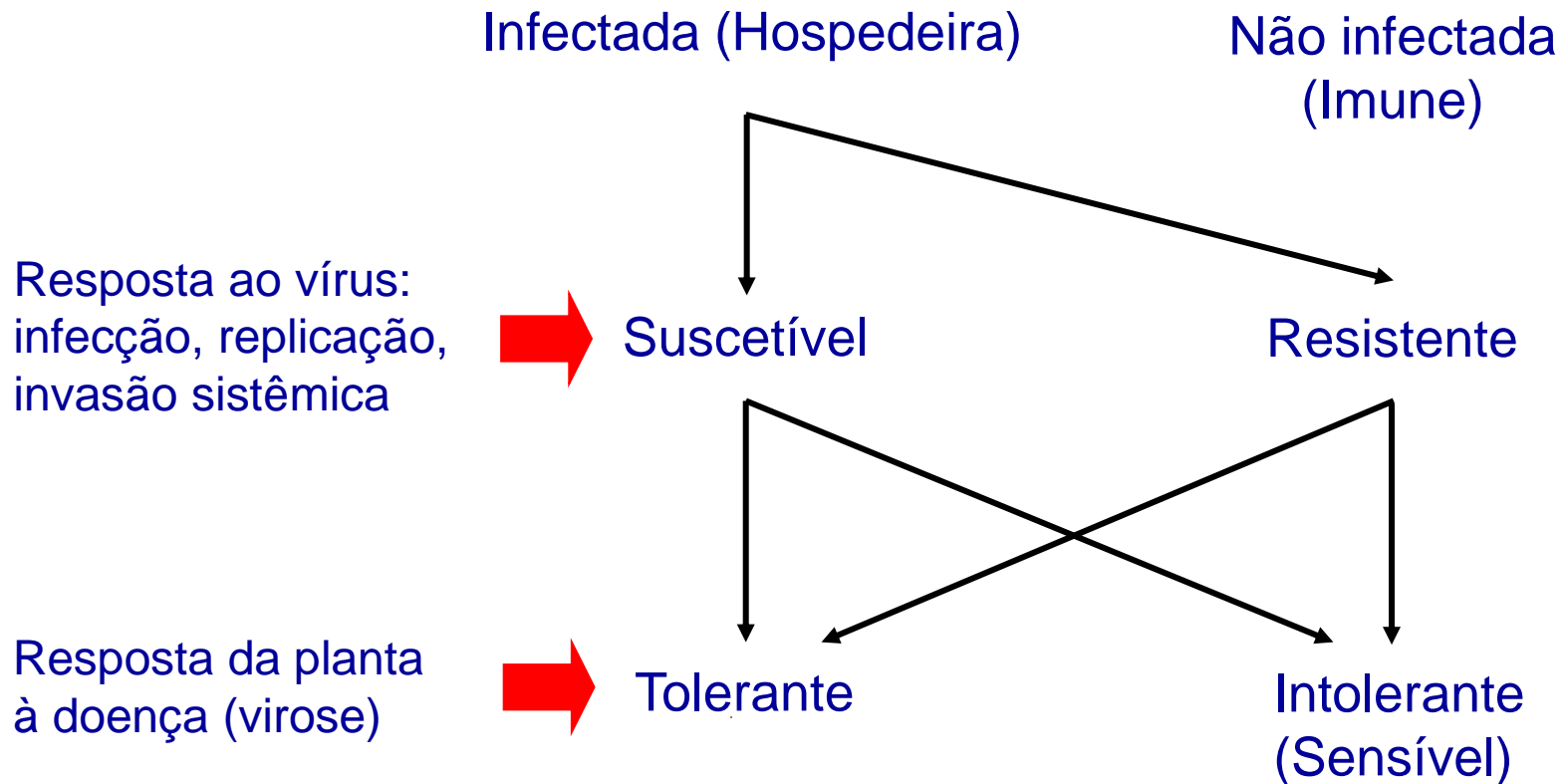
7 = *P. suberosa* sadia

8 = Maracujá azedo sadio

9 = Maracujá azedo CABMV (+)



RESPOSTAS DAS PLANTAS AOS VÍRUS



**Table 1** Responses of tomato genotypes to infection with *Tomato chlorosis virus* (ToCV) based on symptom expression and virus detection by RT-PCR

Genotype	Characteristic	Infected plants/total inoculated	Infection (%)
LA 444-1 (<i>Solanum peruvianum</i>)	Wild	0/16	0
PI 134417 (<i>S. habrochaites</i>)	Wild	0/15	0
PI 127826 (<i>S. habrochaites</i>)	Wild	0/8	0
IAC-68-F-22-2-24-1	Hybrid, moth resistant	2/21	10
IAC-CN-RT	Hybrid, moth resistant	1/9	11
IAC-14-2-49 + IAC-14-2-85	Hybrid, moth resistant	2/13	15
LA 371 (<i>S. peruvianum</i>)	Wild	3/17	18
PI134418 (<i>S. habrochaites</i>)	Wild	2/5	40
Dominador Ty	Long life	4/10	40
LA 462 (<i>S. peruvianum</i>)	Wild	3/7	42
Tucson	Long life	6/11	55
Saturno	Italian	5/9	56
LA 1335 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	Wild	4/7	57
Paron	Long life	6/10	60
Viradoro	CNPH, tospovirus resistant	8/11	73
UG 8169	Hybrid TPC-00061	8/11	73
Júpiter	Italian	6/8	75
LA 722 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	Wild	6/8	75
Alambra	Long life	14/23	75
Caribe	Hybrid TPC-16098	9/12	
Katia	Salade	9/12	
Forty	Hybrid TES 06547	9/12	
Santa Clara	Santa Clara	13/17	
HTX 11	Débora, Santa Clara	11/14	
Plutão	Hybrid TPC-00061	9/11	
Vento	Hybrid TPC-10648	8/10	
Débora Max	Santa Clara, hybrid	14/17	
PI 126931 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	Wild	5/6	
Carina Ty	Hybrid TSE-10963	10/12	
Serato	Hybrid TPC-06342	10/12	
Netuno	Long life	6/7	
Santa Cruz Kada	Santa Cruz	7/8	
São Sebastião	Santa Cruz	6/7	
HTX-01	Santa Clara	8/9	
STV-1 (CGT 92)	Salade, tospovirus resistant	8/9	
Botu 13L	Salade, VFPTo	9/10	
Avalon	Santa Clara, hybrid	9/10	
HMX 7885	Hybrid TPC-08328	10/11	
Predador	Hybrid TPC-07390	11/12	
Gault	Hybrid TPC-06729	12/12	
Gladiador	Hybrid TPC-04688	12/12	
Débora Pto	Hybrid TES-01509	12/12	

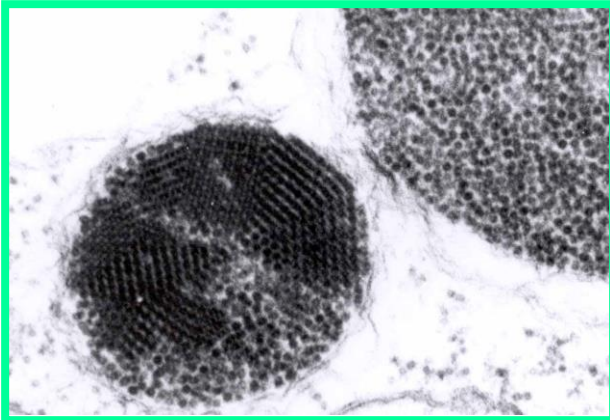
**Table 2** Responses of different tomato genotypes inoculated with *Tomato chlorosis virus* (ToCV) by means of *Bemisia tabaci* MEAM1, in a test with no choice by the vector, evaluated by real-time RT-qPCR

Genotype	Infected plants (%) ^a	Log copies of virus particles
IAC-CN-RT (<i>Solanum lycopersicum</i> 'Angela Gigante' × <i>S. peruvianum</i> 'LA 444-1')	0	0
PI 127826 (<i>S. habrochaites</i>)	80	4.73
PI 134417 (<i>S. habrochaites</i>)	80	4.14
LA 462 (<i>S. peruvianum</i>)	100	4.81
LA 444-1 (<i>S. peruvianum</i>)	100	4.76
PI 134418 (<i>S. habrochaites</i>)	100	4.85
IAC-14-2-49 + IAC-14-2-85 (<i>S. lycopersicum</i> × <i>S. peruvianum</i>)	100	4.66

^aFive plants of each genotype were inoculated.



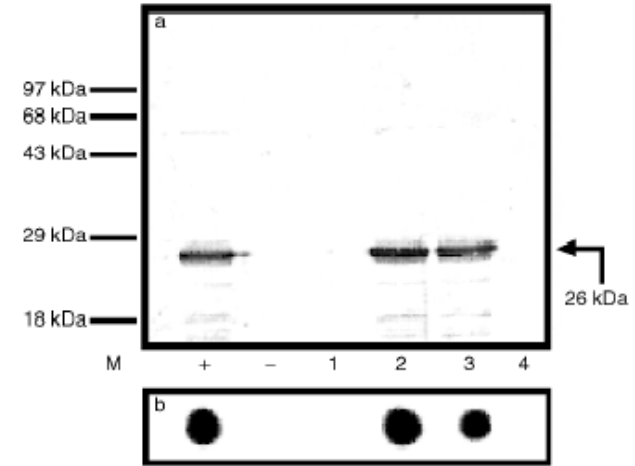
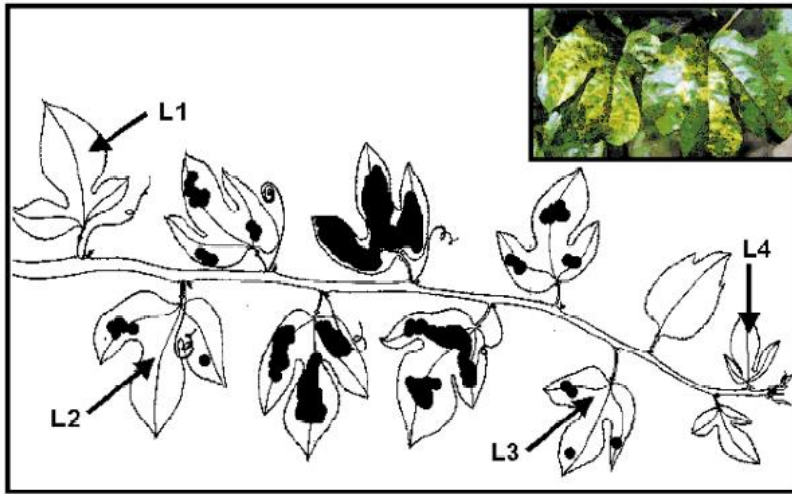
Resistência do maracujazeiro ao *Cucumber mosaic virus - CMV*



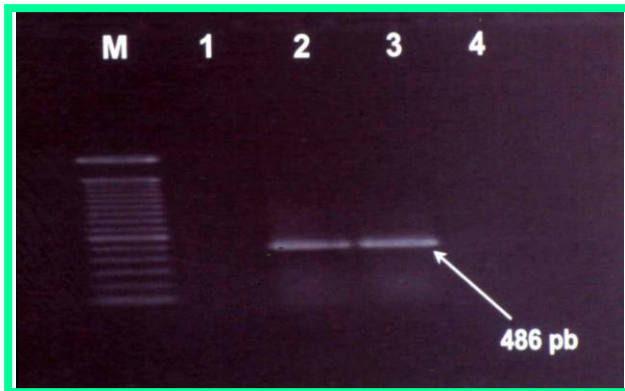
- **Teste biológico**
- **ELISA**
- **“Western blot”**
- **PCR e Hibridização de ác. nucleico**



“Western blot”/ Hibridização



PCR



Teste biológico/ELISA

Posição no ramo	Sintoma	PTA-ELISA
1	-	-
2	+	+
3	+	+
4	-	-



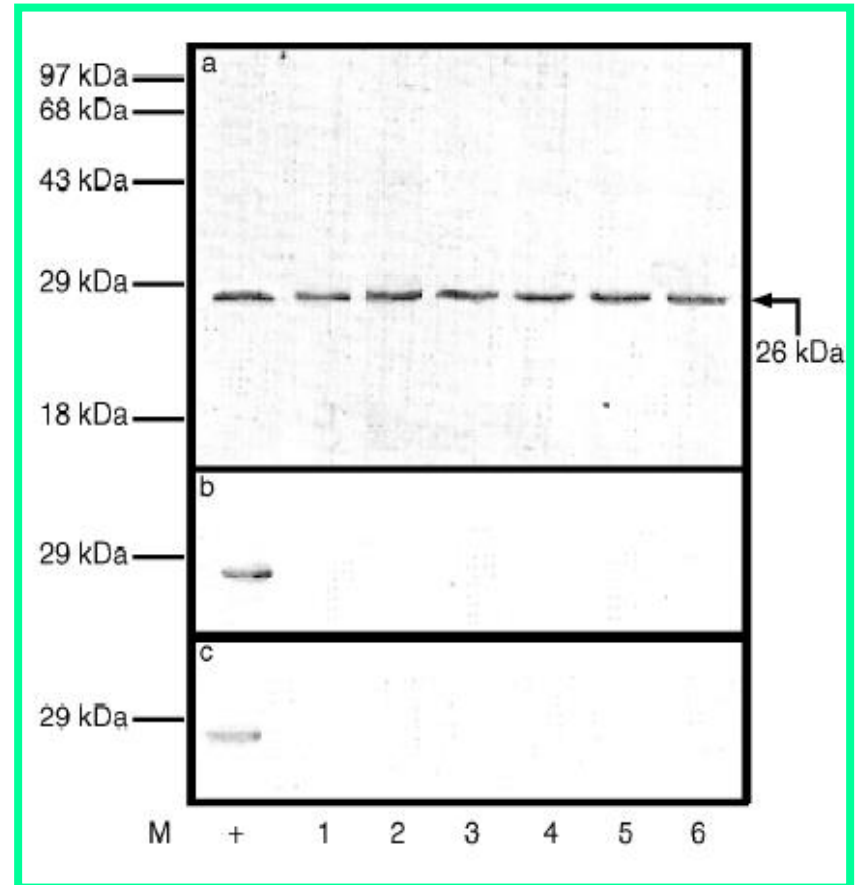
Resistência do maracujazeiro ao CMV

TRANSMISSÃO MECÂNICA



- **Propagação vegetativa**

- **Resistência invasão sistêmica**



Gioria et al., 2002



RESISTÊNCIA DE FUMO AO TOBACCO MOSAIC VIRUS (TMV) (HIPERSENSIBILIDADE)

Turkish vs Turkish NN (TNN)



Costa, A.S. 1978

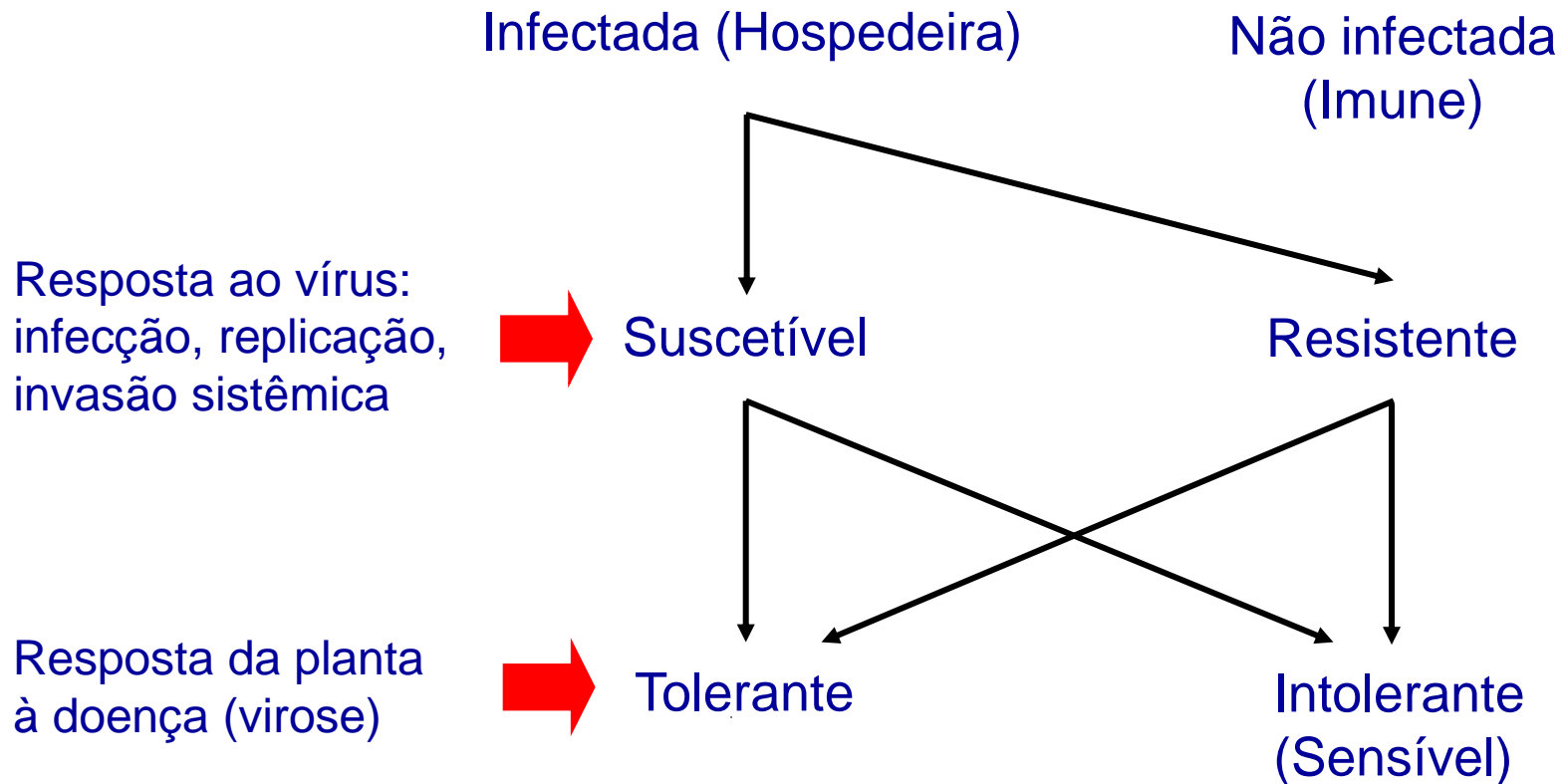


Lesões locais necróticas





RESPOSTAS DAS PLANTAS AOS VÍRUS





ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



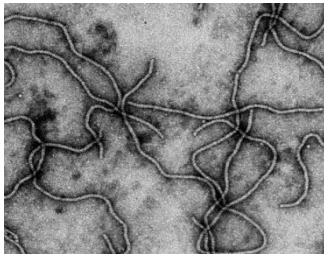
Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

TOLERÂNCIA

TRISTEZA DOS CITROS (*Citrus tristeza virus - CTV*)

Laranja doce – laranja azeda = Intolerante

Laranja doce – limão cravo = tolerante





ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

Tolerância: Tristeza dos citros



Baía/Azeda

Baía/Cravo