



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 XII

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



1. TIPOS DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS

ANTIXENOSE (Não Preferência) = efeito adverso no comportamento do inseto

ANTIBIOSE = efeito adverso no crescimento, reprodução e sobrevivência

TOLERÂNCIA = habilidade da planta em suportar os efeitos da colonização



2. MECANISMOS DE RESISTÊNCIA AOS VETORES

- a) Interferência na localização da planta pelo vetor
- b) Interferência no estabelecimento inicial e na alimentação

Picada de prova e alimentação

Imobilização do vetor: tricomas

ceras e compostos voláteis

- c) Interferência no comportamento alimentar prolongado e na colonização



Host Plant Resistance to *Bemisia tabaci* to Control Damage Caused in Tomato Plants by the Emerging Crinivirus Tomato Chlorosis Virus

Frontiers in Plant Science, 2020

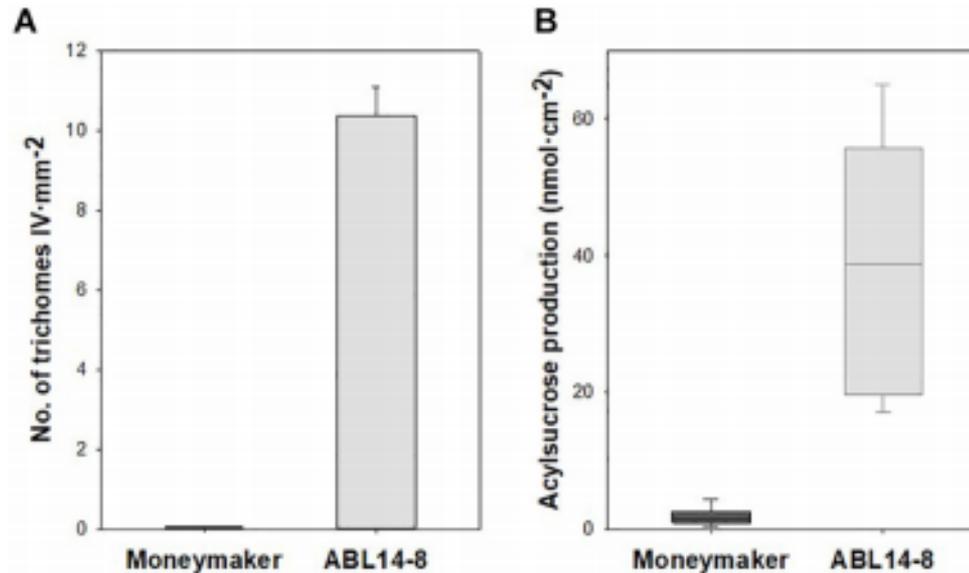


FIGURE 2 | Type-IV leaf glandular trichome density and acylsucrose production in ABL 14-8 and “Moneymaker” near-isogenic tomato lines. **(A)**, mean values of type-IV leaf glandular trichome densities (+ SEM, $n = 10$) measured in “Moneymaker” and ABL 14-8 10-leaf growth stages plants. **(B)** Box-and-Whisker plots showing acylsucrose accumulation in young leaves of “Moneymaker” and ABL 14-8 plants ($n = 10$) at 10-leaf growth stage; the box represents the interquartile range, the horizontal line in the box shows the value of the median, and bars below and above the box mark the 10th and 90th percentiles. Plants were grown in warm (summer) conditions. Both type IV trichome densities and acylsucrose production were significantly different ($P < 0.001$) between the two lines.



INFECÇÃO PRIMÁRIA

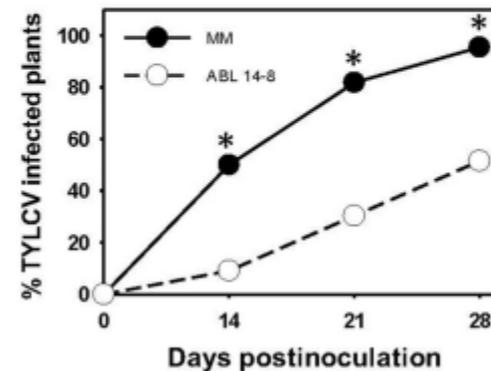
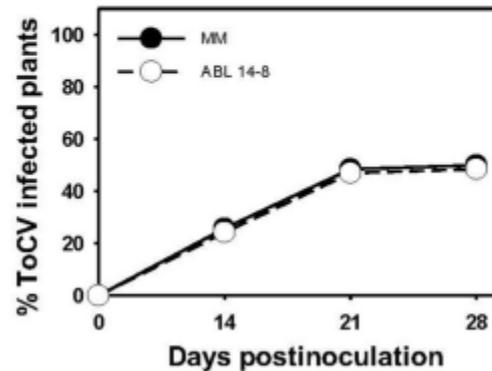
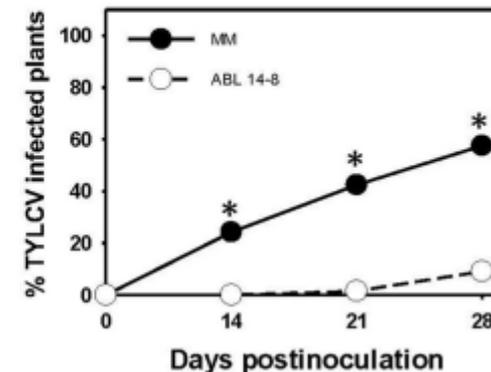
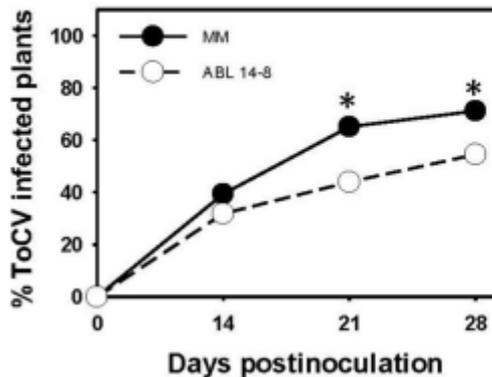
**ToCV****TYLCV****Experiment 1****Experiment 2**

FIGURE 3 | Primary spread of tomato chlorosis virus. Primary spread of tomato chlorosis virus (ToCV) and control tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) to near isogenic healthy tomato test plants (22 plants in a no-choice test) with (ABL 14-8) or without ("MoneyMaker," MM) type IV leaf glandular trichomes and acylsucrose secretions at 10-leaf growth stage in medium-scale field experiments (three independently repeated experiments) conducted under warm-season conditions. ToCV and TYLCV transmission to test plants was measured several times after viruliferous whiteflies (15 *Bemisia tabaci* adult whiteflies per test plant) were given a 48-h feeding access period. Asterisk indicates significant differences in virus incidence between the two genotypes at a specific time (LS mean tests, $P < 0.05$).



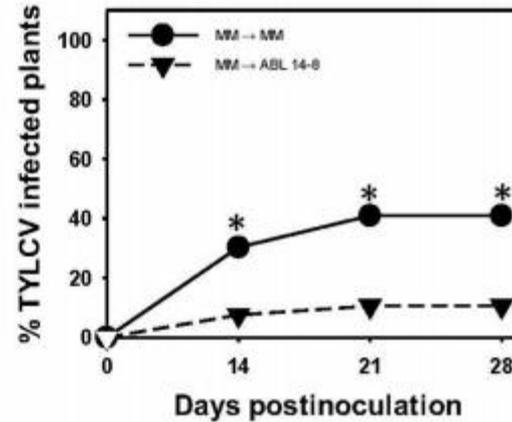
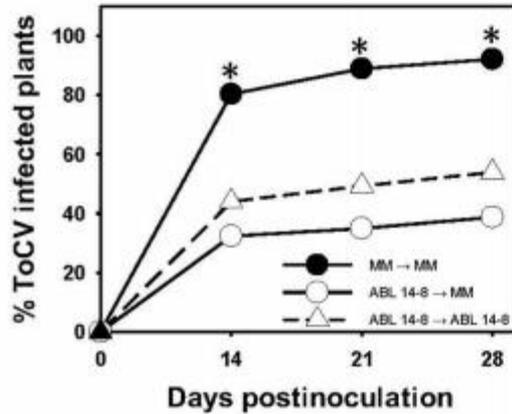
INFECÇÃO SECUNDÁRIA



ToCV

TYLCV

Experiment 1



Experiment 2

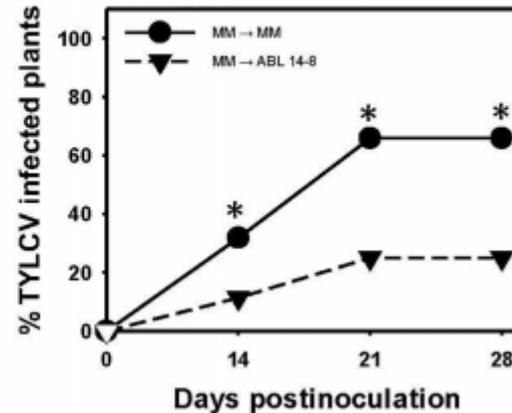
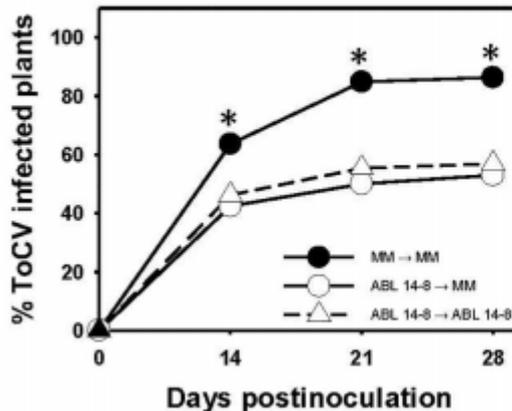


FIGURE 4 | Secondary spread of tomato chlorosis virus. Secondary spread of tomato chlorosis virus (ToCV) and control tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) from 10-leaf growth stage near isogenic tomato infected source plants with (ABL 14-8) or without ("MoneyMaker," MM) type IV leaf glandular trichomes and acylsucrose secretions to healthy ABL 14-8 or "MoneyMaker" test plants (22 plants in a no-choice test) in medium-scale field experiments (two independently repeated experiments) conducted under warm-season conditions. Virus transmission to test plants was measured several times after virus-free whiteflies (30 *Bemisia tabaci*/adult whiteflies per test plant) were given a 96-h feeding access period. Virus source (first) and test (second) plants are indicated in the figure legends. Asterisk indicates significant differences in virus incidence between the two genotypes at a specific time (LS mean tests, $P < 0.05$), which appeared only between the combination "MoneyMaker" (source)-"MoneyMaker" (test) and the other combinations.



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

PREMUNIZAÇÃO

Proteção: fenômeno onde uma planta previamente infectada por um vírus fica protegida contra a infecção e/ou expressão dos sintomas do vírus desafiante.



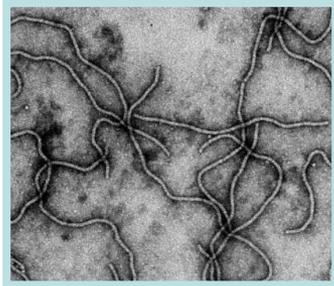
ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

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





**Brasil, Austrália,
África do Sul**

Pêra (Brasil):

1977 = 7 milhões

1980 = 8 milhões

1987 = 50 milhões

1992 = 80 milhões

2008 = ~70 milhões

África do Sul: Pomelos

1992 = 22,5 milhões



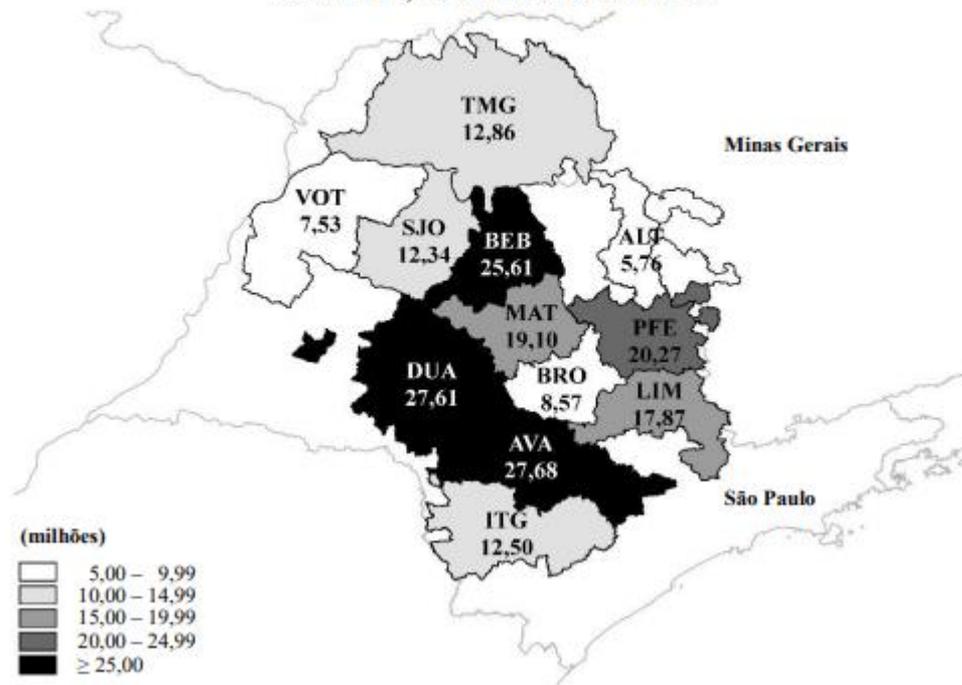
CCSM – Cordeirópolis

- Viveiros produzem 13 a 15 milhões de plantas premunizadas/ano
- Disponibiliza 100 mil borbulhas/ano
- Uma borbulha = 200 borbulhas = 20 milhões de plantas premunizadas
- Maioria das variedades premunizadas, exceto Lima Tardia e Lima Roque

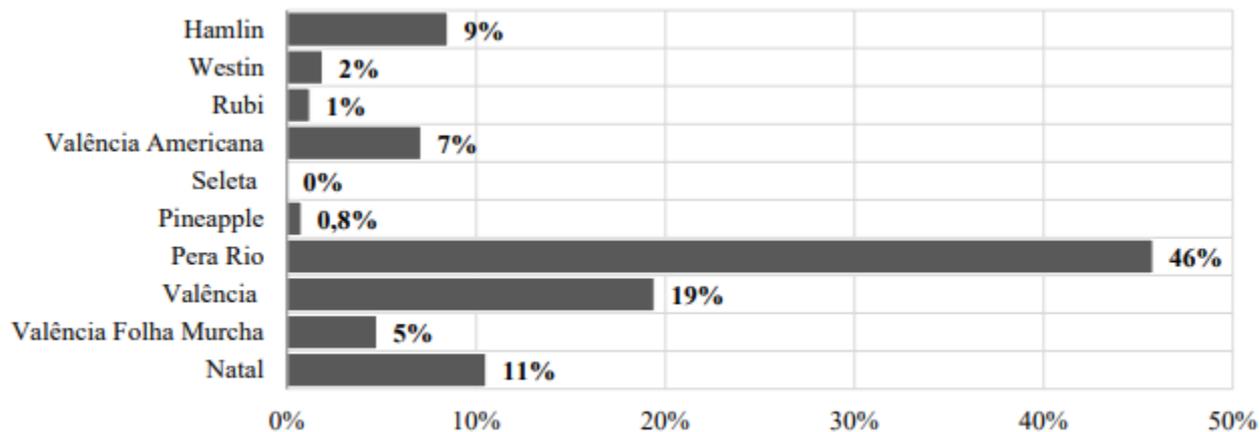


ÁRVORES TOTAIS DE LARANJA¹ POR REGIÃO

Total: 197,72 milhões de árvores



Fundecitrus, 2020



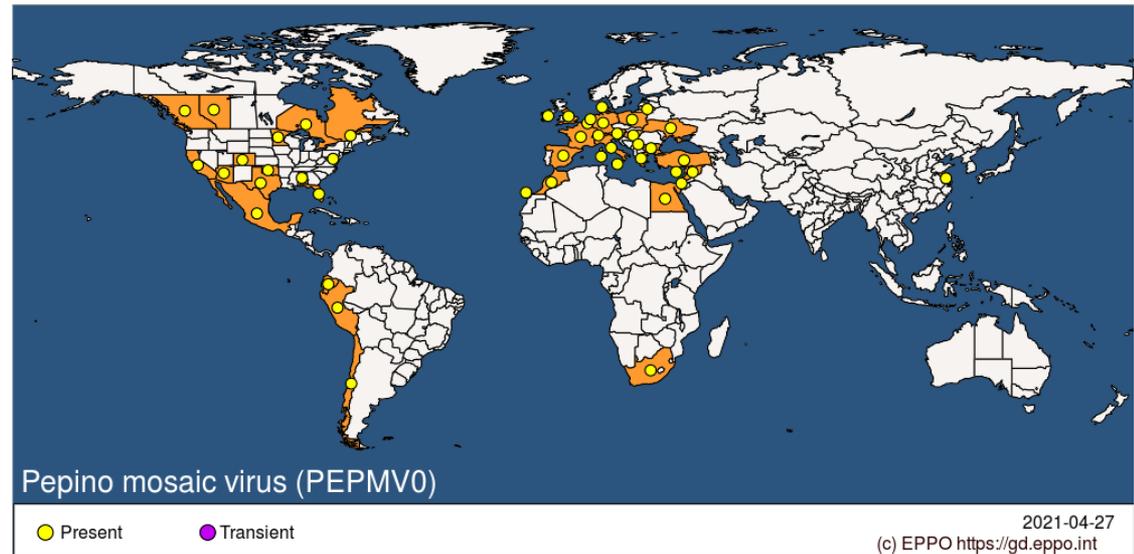
197,65 milhões
de árvores
premunizadas

Gráfico 3 – Laranjas: Participação varietal nos plantios estimados de 2019 [inventário 2020]



B. *Pepino mosaic virus* em tomateiro

**MELÃO ANDINO - PEPINO DOCE -
MELÃO DE ÁRVORE - MELÃO DE VASO
- *Solanum muricatum* (Peru, 1980)**





B. *Pepino mosaic virus* em tomateiro



Potexvirus
Transmissão: contato,
sementes, abelhas



Scope of application	Tomato (covered crops)
Type of scope	Crop treatment by rubbing-in, after planting
To combat	Pepino Mosaic Virus
Dose (agent) per application	10% (1 L of the means per 10 L water). In combination with 15 grams carborundum per 1 L rub-in liquid
Maximum dose (agent) per application	0,8 L/ha
Maximum amount of applications per cultivation cyclus	1
Safety time in days	14

<http://www.hortidaily.com/article/30166/Double-protection-provides-significantly-more-security>



TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA PARA RESISTÊNCIA A VÍRUS

Genes de vírus usados em transformação genética:

REP = replicase

PM = proteína de movimento

CP = capa protéica (mais utilizado)

Plantas transgênicas para resistência a vírus:

Avaliadas em campo: 36 espécies (cereais, ornamentais, frutíferas, forrageiras, leguminosas, hortaliças)

84 vírus (Fuchs & Gonsalves, 2007)

Liberadas para comércio:



TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA DO MAMOEIRO

1992 e 1995: primeiros ensaios no campo



28 meses



(Ferreira et al., 2002)

Resposta de mamoeiro transgênico à isolados do PRSV de diferentes origens

PRV isolates	n ^a	Transgenic			SE ^b
		10	21	42	
Hawaii:					
-HA	31	0	0	0	NS ^c
-HA-Oahu	65	0	6	6	S ^d
-HA-Panaewa	32	0	0	0	NS
Bahamas	45	0	24	29	A ^f
Mexico-17	41	4	29	44	A
Mexico-12	36	5	17	28	A
Florida-G	48	32	32	44	A
Florida-F	30	32	60	72	A
Australia	35	0	29	100	A
China	38	0	82	100	A
Jamaica	28	0	96	100	A
Guam	40	0	68	100	S
Brazil	29	0	94	100	S
Thailand	38	11	100	100	S
Ecuador	46	12	100	100	S
Okinawa	39	30	100	100	S

Tennant et al., 1994



TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA PARA RESISTÊNCIA A VÍRUS

Mosaico do mamoeiro (*Papaya ringspot virus* - type P)

‘Rainbow’

‘SunUp’



Fig. 1. July 2004: Papaya vendors routinely sell Rainbow and other papaya varieties at farmers markets, small grocery stores and supermarkets in Hawaii. Seen here, a showcase at the popular Hilo bay farmers market on the island of Hawaii.

Gonsalves et al., 2004-

2003 = Canadá

2011 = Japão

12 anos de trabalho

1999 = 607 ha (50% área c/ transg.)

2006 = ~500 ha c/ transgênico

118.000 ton de frutos em 15 anos (Hawaii Papaya Industry Association, 2015)



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo



Laboratório de
Virologia Vegetal
Esalq | USP

FEIJOEIRO TRANSGÊNICO BRASILEIRO

Resistente ao vírus do mosaico dourado do feijoeiro

Início dos trabalhos: 1990

Gene da *rep*

Silenciamento gênico

Liberação pela CTNBio: 16/09/2011

Embrapa lança feijoeiro BRS FC 401 RMD
para o primeiro semestre de 2019



Foto J.C. Faria

Cowpea mild mottle carlavirus ?

Problemas políticos?