

Virus, viroidi e procarioti endogeni degli agrumi¹

Antonino Catara

*Professore ordinario di Patologia vegetale
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie, Università degli Studi di Catania
& Laboratorio di Diagnosi e Biotecnologie Fitosanitarie,
Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia, Catania*

Serena Rizza

*Dottore di ricerca in Scienze e Tecnologie Fitosanitarie
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie
Università degli Studi di Catania*

Matilde Tessitori

*Ricercatore
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie
Università degli Studi di Catania*

Riassunto

*Il virus della tristezza degli agrumi (CTV) causa da tempo epidemie devastanti in vari paesi agrumicoli e nell'area del Mediterraneo. La sostituzione dell'arancio amaro con portinnesti tolleranti a CTV, può risolvere temporaneamente il problema, ma rimangono attuali i rischi della possibile emergenza e/o introduzione di ceppi di CTV "stem pitting" o comunque più virulenti di quelli attualmente diffusi e/o dell'afide *Toxoptera citricidus*. Non è da sottovalutare poi il rischio di introduzione dai Paesi asiatici di *Candidatus Liberibacter* e dei relativi vettori, o del Citrus tatter leaf virus, particolarmente dannoso in piante innestate su arancio trifogliato e citrange. Mentre dai Paesi del Sud America il rischio riguarda il "Citrus blight", la variegatura clorotica, il "Citrus sudden death" e la leprosi. Incombe anche il rischio di virus già presenti in alcuni paesi del Mediterraneo, quali "Citrus yellow vein clearing virus" e "Citrus chlorotic dwarf virus", presenti in Turchia, che si assume siano trasmessi da insetti vettori, e il "Citrus leaf blotch virus", trasmissibile per seme. Né possono trascurarsi altri problemi, oggi mascherati dall'uso dell'arancio amaro, quali i viroidi agenti dell'exocortite, della cachessia e di altre malattie.*

Parole chiave: tristezza degli agrumi, Liberibacter, foglia smerlettata, giallume delle nervature, nanismo clorotico

Summary

CITRUS VIRUSES, VIROIDS AND PROKARYOTES TRANSMISSIBLE BY GRAFTING AND VECTORS

Citrus tristeza virus (CTV) is for a long time the cause of devastating epidemics in several countries including the Mediterranean region. The substitution of the sour orange with tolerant rootstocks will temporary solve the problem, but it is also to

¹ Comunicazione presentata al seminario "Nuovi scenari fitosanitari per l'agrumicoltura", organizzato dall'Assessorato Agricoltura e Foreste, Unità Operativa 226, a Francofonte in data 30-11-2007.

consider the possibility of the emergency and/or the introduction of virus strains agents of “stem pitting” or however more virulent than those currently present and/or its main aphid vector, *Toxoptera citricidus*. Moreover, it is not underrating the risk of introduction of *Candidatus Liberibacter* and of the relative carriers, or the Citrus tatter leaf virus, particularly harmful in plants grafted on trifoliolate orange and citrange, from Asian countries. From south America the risky diseases are the “Citrus blight”, the “Citrus variegated chlorosis”, the “sudden death”, the “leprosis”. Not to underestimate is also the risk of emergency of other viruses already present in some countries of the Mediterranean, as “Citrus yellow vein clearings virus” and “Citrus chlorotic dwarf virus”, present in Turkey, assumed to be associated to insect vectors, and the “Citrus leaf blotch virus”, seed transmissible. Neither other problems can be neglected, today masked from the use of the sour orange, as the viroids of the exocortis and cachexia, and other diseases.

Key words: *citrus tristeza virus*, *Liberibacter*, tatter leaf, yellow vein clearing, chlorotic dwarf, citrus leaf blotch

La “tristeza” degli agrumi

Nota sin dalla fine dell’800, la “tristeza” continua ad essere la più grave delle malattie virali degli agrumi. Sono oltre 100 milioni le piante morte a causa delle infezioni da parte dell’omonimo virus (*Citrus tristeza virus*, CTV). Le modeste conoscenze iniziali (anni ’30 - ’40), la selezione naturale di isolati diversamente virulenti e di loro ricombinazioni in pianta, le carenze nella rete dei servizi fitosanitari, le migrazioni a lunga distanza del principale vettore (*Toxoptera citricidus*) hanno favorito dannala diffusione del virus in tutti i paesi agrumicoli. Per la sua capacità di dar luogo ad epidemie attraverso gli afidi e per la gravità dei danni si ritiene che la malattia possa dar luogo ad ulteriori complicazioni se non affrontata in modo tempestivo e strutturale. Sul tema la ricerca è molto attiva e numerose sono le rassegne pubblicate, fra cui quella presentata alla giornata su “Globalizzazione e difesa delle colture”, tenutasi il 29 novembre 2007 presso l’Accademia dei Georgofili (Catara *et al.*, 2007), della quale la presente nota vuole essere un ampliamento².

Sintomatologia

Le piante infette da CTV mostrano sintomi variabili con la virulenza del ceppo, la suscettibilità dell’ospite, la combinazione nesto/portinnesto, le condizioni climatiche, etc. Ciò può costituire talvolta un fattore di rischio nell’intercettazione delle infezioni e nella lotta al virus.

Gli isolati sono definiti: “*stem-pitting*”, se in grado di indurre sintomi di butteratura o altre alterazioni del legno, su arancio dolce e/o pompelmo Duncan; “*seedling yellows*”, se inducono accentuati giallumi su arancio amaro e nanismo nelle piante di arancio dolce innestate su arancio amaro; “*decline*”, se causano sintomi di deperimento rapido nelle piante di arancio dolce innestato su arancio amaro. I ceppi che danno luogo ad infezioni asintomatiche o a fenomeni di deperimento lento sono genericamente definiti “*blandi*” (Fig. 1 A-D).

² In considerazione della vasta mole di pubblicazioni relative al tema oggetto della presente nota, dovuta anche all’intensa attività dell’International Organization of Citrus Virologists, allo scopo di rendere più agevole la lettura si è preferito citare nel testo solamente le pubblicazioni più recenti e significative sull’argomento, mentre l’elenco completo della letteratura consultata è citata in bibliografia.

Occorre tuttavia constatare che le piante di agrumi sono esposte a ripetuti attacchi di afidi, che favoriscono la co-presenza, in una stessa pianta, di ceppi di CTV biologicamente diversi, dando luogo ad interazioni che influiscono sulla espressione sintomatica.

Epidemiologia

La trasmissione attraverso i materiali di propagazione gioca, sicuramente, un ruolo fondamentale nella diffusione di CTV a lunga distanza, mentre gli afidi assumono un ruolo cruciale nella diffusione locale del virus. *T. citricidus* (afide bruno degli agrumi) e *Aphis gossypii* (afide del cotone) sono le due specie di afidi più attive nell'epidemiologia della malattia³. Entrambe acquisiscono il virus solo durante l'attività alimentare (1-6 ore) e, dopo spostamenti in altre piante ed una nuova fase di alimentazione (6 e 24 ore), operano la successiva inoculazione (Katis *et al.*, 2007).

Dati epidemiologici evidenziano che in presenza di *A. gossypii* la percentuale di piante infette cresce dal 5 al 95% nell'arco di 8-15 anni, mentre in presenza di *T. citricidus* analoghi incrementi sono raggiunti in 2-4 anni (Gottwald *et al.*, 1996). La maggiore mobilità delle forme alate di *A. gossypii* da luogo ad una distribuzione puntiforme delle piante infette, mentre in presenza di *T. citricidus* essa risulta a chiazze e uniforme.

Dopo aver raggiunto la Regione Caraibica dell'America Centrale, la Florida e il Messico (CABI, 1998) *T. citricidus* ha fatto la sua comparsa nell'isola di Madeira e recentemente nella penisola iberica, in limitate aree nord-occidentali, non interessate da agrumicoltura estensiva (Fig. 2). Ciò suscita giustificati timori di maggiori rischi per l'agrumicoltura dell'intero Mediterraneo, anche se l'esperienza maturata in Florida e in California lascia ritenere possibili scenari differenti da quelli canonici (Yokomi *et al.*, 2007), sottolineando l'importanza del monitoraggio continuo e della ricerca.

Identificazione e caratterizzazione del virus

L'impegno della ricerca per la messa a punto di sistemi diagnostici in grado di differenziare i ceppi, alternativi ai saggi biologici su indicatori standard (arancio amaro, arancio dolce Madam Vinous, pompelmo Duncan e arancio dolce innestato su arancio amaro⁴) è costante. Negli ultimi 20 anni sono stati messi a punto numerosi metodi sierologici e molecolari. Antisieri policlonali ed anticorpi monoclonali vengono comunemente utilizzati per test ELISA e DTBIA, mentre primer e sonde sono disponibili per la diagnosi e la differenziazione dei ceppi attraverso reazioni di amplificazione genica e ibridazione molecolare. Protocolli di real-time RT-PCR sono stati recentemente messi a punto per rilevare il virus sia nei tessuti vegetali sia nei vettori, nonchè un metodo che abbina la semplicità del DTBIA alla sensibilità della real time RT-PCR (Bertolini *et al.*, 2007).

E' noto, infatti, che i saggi biologici richiedono tempi lunghi, locali attrezzati per l'allevamento delle piante e competenze sempre più rare (Garnsey *et al.*, 2005). I sistemi più efficaci per la caratterizzazione dei ceppi impiegano:

- anticorpi monoclonali in test sierologici per accertare la presenza/assenza di ceppi severi;

³ Altre specie di afidi "indigeni", che infestano comunemente gli agrumi, possono trasmettere il virus, sebbene con efficienza più bassa. Fra questi *A. spiraeicola* (afide verde degli agrumi), *T. aurantii* (afide nero degli agrumi) e in misura ancora minore *Myzus persica* ed *A. craccivora*.

⁴ In alternativa al tradizionale saggio eseguito su semenzali o giovani piante rimembri, una sperimentazione recente ha messo a punto un protocollo operativo che impiega talee radicate o innestate e radicate che in adeguate condizioni di allevamento consente di accelerare la risposta, oltre al vantaggio di occupare spazi più modesti (D'Onghia *et al.*, 2007).

- l'amplificazione genica mediante RT-PCR seguita da analisi RFLP o da ibridazione molecolare con oligonucleotidi marcati specifici o da analisi SSCP;
- RT-PCR bidirezionale;
- marker molecolari multipli.

Solo l'utilizzo di più sistemi può consentire di tracciare il profilo dell'isolato. Il risultato molecolare non sempre collima con il comportamento biologico, probabilmente a causa della co-presenza di ceppi blandi, che possono "mascherare" quelli severi. Il saggio biologico resta ancora oggi fondamentale nella determinazione della virulenza del ceppo, ma la ricerca è molto attiva e darà buoni risultati in breve. Recentemente è stato messo a punto un protocollo di real-time RT-PCR basato sull'utilizzo di una sonda TaqMan in grado di reagire solamente con ceppi severi che causano stem-pitting e seedling yellows (Saponari e Yokomi, 2007).

Classificazione dei ceppi

Attualmente, sulla base di analisi con marker molecolari, i ceppi di CTV vengono classificati in:

- 'blandi' (CTV-M) responsabili di infezioni asintomatiche o deperimenti lenti (T30-like),
- 'agenti di stem-pitting' (CTV-SP) responsabili di butteratura del tronco e dei rami su arancio dolce e/o pompelmo Duncan (VT-like),
- 'agenti di seedling yellows' (CTV-SY) responsabili di giallumi su arancio amaro e nanismo in piante di arancio dolce innestato su arancio amaro (T3-like),
- 'decline' (CTV-D) responsabili di deperimento in piante di arancio dolce innestate su arancio amaro (T36-like).

Una recente indagine condotta saggiando sulle cinque indicatrici standard una collezione internazionale di isolati del virus provenienti da tutti i continenti ha messo in evidenza 11 profili biologici diversi (Fig. 3) Quattro isolati non hanno indotto alcun sintomo, mentre tutti gli altri hanno indotto sintomi su limetta messicana. Quarantaquattro isolati hanno indotto sintomi su tutte e cinque le indicatrici. Ben 138 isolati sono risultati riferibili al gruppo CTV-SY, 36 di essi hanno mostrato anche sintomi di "stem pitting". Il profilo CTV-SP è stato osservato per 44 isolati, su entrambe le indicatrici pompelmo e arancio amaro, mentre altri 42 isolati hanno indotto sintomi solo su arancio dolce e 16 solo su pompelmo. Anche l'intensità dei sintomi sulle diverse indicatrici è risultata molto diversificata (Fig. X) mettendo in evidenza differenze non rilevabili con metodi immunoenzimatici o mediante amplificazione genica (Garnsey *et al.*, 2005).

Per quanto riguarda la regione Mediterranea, una ricerca condotta su numerosi isolati provenienti da paesi diversi, studiati con antisieri, saggi su indicatrici e analisi SSCP ha messo in evidenza nove gruppi sierologici e differenti profili biologici e molecolari.

La situazione nell'area del Mediterraneo

La malattia è nota nell'area del Mediterraneo da oltre 50 anni come documentano le segnalazioni su piante importate, od ottenute con materiale di propagazione introdotto da altri Paesi, regolarmente seguite da quadri sintomatici a carico di cultivar commerciali, caratterizzati da deperimenti, ritardi nella ripresa vegetativa, decadimento della capacità produttiva e morte delle piante. Ben note sono le epidemie che hanno interessato la Spagna, Israele, e recentemente l'Italia.

In Italia la malattia è stata segnalata per la prima volta oltre 50 anni fa, e poi numerose altre volte. Purtroppo le misure preventive messe in atto sono

risultate intempestive, inadeguate e non coordinate. La prevalente diffusione di infezioni in forma asintomatica ha, probabilmente, per anni mascherato la presenza delle infezioni. La multiforme variabilità del virus responsabile della malattia ha fatto il resto.

Le indagini di questo ultimo quinquennio mostrano che CTV è ormai diffuso in quasi tutte le aree agrumicole, con incidenza variabile, con esiti esiziali allorché le piante sono innestate su arancio amaro.

Davino *et al.* (2005) hanno dimostrato mediante analisi SSCP che l'isolato presente in Puglia è differente da quelli siciliani e riferibile al ceppo blando T-30 della Florida. Ciò lascia ritenere che la diffusione sia avvenuta mediante afidi. Gli isolati siciliani sono geneticamente correlati tra loro e presentano una sequenza nucleotidica strettamente correlata agli isolati californiani SY568 e SY107⁵. Altri ricercatori (Rizza *et al.*, 2007) hanno rinvenuto per la prima volta isolati riferibili ai ceppi CTV-SY sud americani (BaraoB, Val-CB e C271-2) in piante di arancio Sanguinello innestate su arancio amaro con sintomi di alveolatura inversa. Infine, un genotipo di CTV non assimilabile a nessun isolato standard di riferimento è stato recentemente individuato in un focolaio della Puglia ed è attualmente oggetto di approfondimenti.

Fortunatamente nel nostro Paese e in nessun Paese del Mediterraneo sono state riscontrate piante con sintomi di “*stem pitting*”, né isolati di questo ceppo di virus.

In considerazione della gravità dei danni e dei rischi si rende necessario attivare urgentemente misure relative al monitoraggio, inclusa la metodologia di campionamento, al saggio, alla caratterizzazione biologica e molecolare dei ceppi del virus, all'analisi dei biotipi del vettore/i e della loro efficienza, alla vigilanza sulla presenza/introduzione di *T. citricidus*. Auspicabile appare l'organizzazione di una rete transnazionale e mediterranea di monitoraggio e di ricerca.

Recenti studi epidemiologici in California (dove è presente solo l'afide del cotone) dimostrano che, in aree dove è in atto un programma di eradicazione, le infezioni sono più contenute (0.09-0.7%) mentre nelle altre l'incremento annuale può raggiungere il 3,6%. La sperimentazione di portinnesti tolleranti alternativi, adatti alle diverse condizioni pedoclimatiche, rappresenta sicuramente una via da intraprendere, ma bisogna tener anche conto della loro suscettibilità ad altri patogeni.

L'impiego di ceppi blandi per indurre meccanismi di protezione nelle piante, applicato finora con discreto successo nel caso di CTV-SP, può aiutare a ritardare gli effetti disastrosi della malattia. Esperienze pregresse dimostrano, in ogni caso, che si tratta di fenomeni che possono essere superati nel giro di qualche decennio e soprattutto, che ceppi blandi con effetto di cross - protection selezionati in una determinata area possono non essere efficaci in un'altra area.

Il trasferimento alle varietà coltivate, con metodi convenzionali o non convenzionali, di geni di resistenza presenti in alcune specie fra cui *Poncirus trifoliata* ha i suoi limiti sia per le remore nell'utilizzo di materiale geneticamente

⁵ Sulla base del sequenziamento del gene p20 sono stati identificati tre isolati. CTV-DS1-SR (GenBank Acc. AY263360) ottenuto da mandarino ibrido Fortune in territorio di Siracusa presenta 99% di omologia nucleotidica con l'isolato CTV-T385 spagnolo. CTV-DS2-CT (GenBank Acc. AY263361) ottenuto da arancio Tarocco in territorio di Catania presenta 99% di omologia nucleotidica con l'isolato CTV-SY californiano. CTV-DS3-TA ottenuto da arancio Navelina presenta 99% di omologia nucleotidica con l'isolato CTV-T385 spagnolo (GenBank Acc. AJ401190).

modificato, che per l'elevato numero di cultivar e/o cloni su cui bisognerebbe intervenire.

La lotta diretta contro l'insetto può essere effettuata attraverso le varie metodologie di ordine colturale, di lotta biologica, nonché di lotta chimica guidata e integrata. I risultati sono tuttavia limitati tranne nel caso di giovani piante in vivaio.

Altre malattie ed agenti trasmissibili non presenti nel Mediterraneo

Huanglongbing o greening

Subito dopo la tristezza, già insediata nell'area del Mediterraneo, la più grave minaccia è certamente costituita dalla malattia oggi nota come "huanglongbing" (HLB), che sta mettendo in ginocchio l'agrumicoltura in Florida e Brasile. Originaria dalla Cina, è nota in Africa come "greening", a Taiwan come "likubin", nelle Filippine come "leaf mottling". Le piante infette mostrano foglie di colore giallo o con maculature clorotiche, ingiallimento di tutta la chioma, defogliazione e disseccamento dei rami. I frutti sono piccoli, ovali e di colore verde persistente (da qui il nome "greening"), con semi abortiti e di gusto amaro.

L'agente eziologico è un batterio floematico, non coltivabile in vitro, di cui si conoscono tre specie: *Ca. Liberibacter africanus*, *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus*; infetta tutte le specie e cultivar di Citrus, gli ibridi e alcune specie correlate, in modo particolare arancio dolce, mandarino e suoi ibridi. La trasmissione avviene per innesto e mediante due Psillidi: *Trioza erytrae* - presente in Africa, Yemen, Madagascar e Reunion - e *Diaphorina citri* - diffuso in Asia e Sudest asiatico, India, Arabia, Centro America, Florida e Iran. L'unica strategia di lotta perseguibile sembra la selezione di geni utili per la costituzione di piante resistenti.

Leprosi

Anche la leprosi degli agrumi, responsabile di tipiche macchie necrotiche su foglie, rametti e frutti, provoca gravi danni economici in Sud America ed, in particolare, in Brasile. E' segnalata in Florida. E' causata da un virus, trasmesso da acari piatti del genere *Brevipalpus* (*B. phoenicis*, *B. californicus*, *B. obovatus*). L'ospite più suscettibile è l'arancio dolce; mandarini e arancio amaro mostrano sintomi molto meno gravi.

Blight o young tree decline

Il "blight" degli agrumi, già noto come "young tree decline", ha raggiunto forme epidemiche gravi a seguito dell'introduzione del limone rugoso in sostituzione dell'arancio amaro. Oggi è presente in Brasile, Argentina, Venezuela, Sud Africa e Australia ma è assente nel Bacino del Mediterraneo ed in California. I sintomi si notano in piante di 6-10 anni, e consistono nel progressivo deperimento della chioma, foglie piccole e decolorate, morte dei nuovi getti, fioritura ritardata. Al progredire della malattia, le radici principali e il capillizio radicale muoiono causando la morte della pianta. Tutte le principali cultivar di agrumi sono suscettibili, quale che sia il portinnesto. L'arancio trifogliato e il citrange Carrizo sono più suscettibili dell'arancio amaro. Da piante affette da blight è stato isolato un virus ma il suo ruolo nel determinismo della malattia è ancora da provare (Brlansky e Howd, 2002).

Variegatura clorotica

La variegatura clorotica ("*Citrus variegated chlorosis*", CVC), oggi uno dei più importanti fattori limitanti la coltivazione dell'arancio dolce in Sud America. I sintomi principali sono a carico delle foglie che presentano clorosi internervale e macchie brune nella pagina inferiore. Le piante sono di taglia ridotta e i frutti di pezzatura inferiore, duri e acidi, e invaiano precocemente. Pompelmo, mandarini e limette mostrano sintomi meno gravi. La lima di Rangpur, i limoni ed

il cedro sono tolleranti. L'agente eziologico è *Xylella fastidiosa*, un batterio fastidioso limitato al floema. E' trasmissibile per innesto e tramite Cicadellidi e Cercopidi.

Citrus sudden death

Il "*Citrus sudden death*" (CSD) è una malattia, di recente segnalata in Brasile su arancio dolce innestato su lima di Rangpur. Le foglie ed i rametti disseccano, mentre i frutti restano attaccati alla pianta. Alla linea d'innesto il cambio mostra ingiallimenti a carico del portinnesto ma nessuna disaffinità. Recenti acquisizioni hanno dimostrato la trasmissibilità per innesto e la costante presenza di un isolato di CTV e di un altro virus associato, probabilmente appartenente ai *Marafavirus* (*Tymoviridae*).

Scopazzi

Gravi anche i rischi che incombono dai Paesi orientali. In Oman, negli Emirati Arabi e in Iran è presente una grave malattia delle limette, nota come "scopazzi", causata da *Ca. Phytoplasma aurantifolia*, trasmissibile per innesto e verosimilmente tramite *Hishimonus phycitis*. Il sintomo principale è quello tipico da scopazzi, con foglie molto piccole che disseccano. Le piante muoiono in circa 4-5 anni.

Citrus tatter leaf

Citrus tatter leaf virus (CTLV), introdotto negli Stati Uniti in piante di limone Meyer provenienti dalla Cina, è presente anche in Giappone. Non è presente nell'area del Mediterraneo. Su piante di arancio dolce, pompelmo, mandarino e limone innestate su *P. trifoliata* e suoi ibridi determina taglia ridotta e disaffinità di innesto, con distacco del nastro in corrispondenza della saldatura dei due bionti (Fig. 1 F). L'arancio amaro è tollerante. La diffusione di portinnesti oggi accreditati come resistenti/tolleranti a CTV, quali l'arancio trifogliato, il citrange, l'alemow potrebbe fare emergere nuovi problemi.

Malattie ed agenti trasmissibili per innesto già presenti nel Mediterraneo

Non inferiori sono i rischi connessi a malattie da virus, viroidi e procarioti trasmissibili per innesto e per vettori diversamente diffuse in alcuni Paesi del Mediterraneo. Il loro potenziale di rischio, non risulta ancora esplorato adeguatamente o è mascherato dal sconfinamento dei patogeni in ambienti e/o ospiti limitati.

Citrus leaf blotch

Citrus leaf blotch virus (CLBV), originariamente associato alla disaffinità d'innesto del kumquat Nagami su citrange Troyer, è responsabile di altre disaffinità che interessano clementine Nules, Navelina e Navelate su arancio trifogliato in Spagna. In Italia è stata osservata su piante di calamondino e kumquat Nagami innestate su citrange Troyer (Guardo *et al.*, 2007). Il virus si trasmette per innesto e, unico virus degli agrumi, per seme. Tale particolare aspetto lo rende meritevole di particolare attenzione anche nei programmi di certificazione.

Nanismo del satsuma

Il nanismo del satsuma, causato da *Satsuma dwarf virus* (SDV), descritto per la prima volta in Giappone, è oggi presente in Corea, Cina e Turchia, probabilmente introdotta tramite marze infette. Per quanto poco dannosa, la malattia desta preoccupazione per l'ipotizzata trasmissione ad opera di vettori del terreno. Nelle specie più suscettibili, quali il mandarino Satsuma, determina forte riduzione di taglia e foglie inarcate a cucchiaino.

Stubborn

Lo stubborn è diffuso in zone a clima caldo secco tra cui Nord Africa, est del Bacino del Mediterraneo e Medio Oriente. Agente della malattia è lo *Spiroplasma citri*, un mollicute elicoidale, coltivabile in vitro e trasmesso per innesto. La diffusione naturale di questo patogeno nel Mediterraneo avviene ad opera di cicaline *Circulifer haematoceps* e *C. tenellus*. Le piante infette hanno

taglia ridotta, internodi corti, foglie ispessite, ripiegate a coppa e con clorosi simili a carenze nutrizionali, fioritura irregolare, frutti fuori stagione, con ritardo di colorazione nell'estremità stilare e aborto dei semi.

Yellow vein clearing

Recentemente in Turchia è stata accertata la presenza di “yellow vein clearing”, malattia originariamente descritta su limone in Pakistan e successivamente trasmessa ad arancio amaro, arancio dolce, mandarino e altre specie. Le foglie di limone e di arancio amaro mostrano schiarimento delle nervature e maculature gialle, meglio visibili su foglie giovani della vegetazione primaverile ed autunnale (Fig 1 G). I tessuti lungo la nervatura assiale possono assumere aspetto idropico per poi imbrunire. La lamina fogliare presenta bollosità e malformazioni persistenti, con margini ondulati. Su arancio dolce si osserva solo una decolorazione delle nervature. La trasmissione avviene mediante materiale di propagazione infetto e probabilmente mediante vettori.

Citrus chlorotic dwarf

Sempre in Turchia desta preoccupazione il *Citrus chlorotic dwarf* (CCD), una malattia da virus trasmessa da *Parabemisia myricae* che da luogo a foglie rugose ed arricciate su piante di limone, mandarino e arancio. I sintomi caratteristici sono molto simili a quelli della variegatura infettiva degli agrumi: foglie distorte, arricciate, increspate e di dimensioni ridotte, e macchie clorotiche (Fig. 1 E). Le piante mostrano anche una riduzione della taglia.

Viroidi

Né possono trascurarsi i problemi posti dai viroidi, quali *Citrus exocortis viroid* e *Hop stunt viroid*, oggi mascherati dall'uso dell'arancio amaro. Sono d'altra parte noti agli agrumicoltori i danni causati dal marciume secco delle radici, che interessa in modo grave il citrange (*Fusarium* spp) e le difficoltà di organizzare un'efficiente difesa verso malattie fungine, fino a pochi anni fa sconosciute o di secondaria importanza, che causano filloptosi, scadimento della produzione e impegnano i produttori in onerosi e spesso non risolutivi interventi chimici (Grasso *et al.*, 2007), con ripercussioni nei programmi di lotta integrata.

Considerazioni conclusive

Gli elementi disponibili dimostrano che le infezioni di CTV nel Mediterraneo traggono origine da fonti diverse, che le introduzioni hanno origine remota e che la malattia ha cominciato a manifestarsi negli agrumeti solo dopo una lenta selezione di isolati virali e di biotipi del vettore più efficienti e compatibili fra loro. Ciò potrebbe spiegare la lunga fase asintomatica e l'assenza di ceppi CTV-SP.

Il virus e il suo vettore principale costituiscono al momento la più grave minaccia per l'agrumicoltura del Mediterraneo. Nonostante i programmi di certificazione dei materiali di propagazione e il monitoraggio delle aree indenni in corso in diversi Paesi, l'intensificarsi degli scambi commerciali mette in serio pericolo il futuro della coltura.

Nella maggior parte dei Paesi, poco o nulla si sa sulle caratteristiche biologiche e molecolari dei ceppi di CTV insediati nel territorio, sulla base delle quali poter fare delle valutazioni previsionali sulla loro virulenza, sulla trasmissibilità mediante i vettori attualmente presenti e sulle strategie da seguire.

L'impiego di materiali di propagazione esenti da CTV, attraverso specifici programmi di certificazione, e la sostituzione dell'arancio amaro con portinnesti tolleranti rappresenta al momento la via più efficace di contenimento degli effetti della malattia. E' tuttavia fortemente auspicabile che tale misura agronomica sia integrata da un sistema efficace di monitoraggio e di intercettazione dei ceppi

severi, che potrebbero pregiudicare l'attuale equilibrio del binomio ceppo blando/portinnesto tollerante.

Sarà in ogni caso necessario valutare criticamente gli effetti bioagronomici e fitopatologici che, in assenza di misure fitosanitarie restrittive, una riconversione indiscriminata potrebbe comportare, quale ad esempio un'ulteriore diffusione di materiale di propagazione infetto, prelevato da piante asintomatiche. Il monitoraggio dell'evoluzione del quadro fitosanitario globale dell'agrumicoltura nell'area del Mediterraneo consentirà di essere attrezzati a fronteggiare eventuali nuove emergenze.

Esiste, infine, una pressante esigenza di ricerca molecolare che consenta di mettere a punto metodi diagnostici più puntuali e metodi di contenimento più risolutivi. L'uso di strumenti bioinformatici supportati da reti computazionali ad alta intensità potrà contribuire a definire i motivi genomici strutturali e gli eventi che determinano il grado di virulenza e la disseminazione del virus (Lombardo *et al.*, 2007).

E' da considerare che l'introduzione di nuove cultivar e portinnesti non sufficientemente sperimentate troverà gli operatori ed i tecnici impreparati ad affrontare problematiche bioagronomiche nuove che non potranno non avere ripercussioni sulla qualità delle produzioni, sulle tecniche colturali e sugli stessi agro-ecosistemi. Appare, pertanto, ineluttabile, una nuova azione di riconversione, sostenuta dalla certificazione sanitaria obbligatoria del materiale di propagazione, dalla restrizione dei movimenti del materiale di propagazione ma anche da programmi di cooperazione internazionale, che affrontino in modo olistico la ricerca di metodi efficaci di lotta e diano vita ad azioni di formazione continua.

Un siffatto approccio integrato potrà evitare o ridurre il rischio d'introdurre altri patogeni, quali quelli che stanno mettendo in ginocchio l'agrumicoltura del centro e sud America, o quelli già presenti nel Mediterraneo, di cui non è ancora noto il potenziale di dannosità, ma è evidente la loro trasmissibilità mediante vettori.

LETTERATURA CONSULTATA

AGUIAR A.M.F., FERNANDES A., ILHARCO F.A., 1994. On the sudden appearance and spread of the black citrus aphid *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphidoidea) on the island of Madeira. *Bocagiana-Mus. Mun. do Funchal* (N.H.) 168: 1-7.

AYRES A. J., GIMENES-FERNANDES N., BARBOSA J. C., 2002. Citrus variegated chlorosis (CVC): current status in commercial orange groves in the state of Sao Paulo e Minas Gerais. In: *Proc. 15th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA*, 288-292.

BARBAROSSA L., SAVINO V., 2006a. Sensitive and specific digoxigenin-labelled RNA probes for routine detection of Citrus tristeza virus by dot-blot hybridization. *J. Phytopathology*, 154: 329-335.

BARBAROSSA L., SAVINO V., 2006b. Comparative sequence analysis of coat protein gene of Apulian Citrus tristeza virus isolates. *J. Plant Pathol.* 88: S32.

BERTOLINI E., MORENO A., CAPOTE N., OLMOS A., DE LUIS A., VIDAL E., PÉREZ-PANADES J., CAMBRA M. 2007. Quantitative detection of Citrus tristeza virus in plant tissues and single aphids by real-time RT-PCR. *Eur. J. Plant Pathol.* DOI 10.1007/s10658-007-9206-9.

- BOVE' J. M., RENAUDIN J., FOISSAC X., GAURIVAUD P., CARLE P., LAIGRET F., SAILLARD C., GARNIER M., 2002. Spiroplasma citri: from functional genomics to...genomics! In: Proc. 15th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 278-287.
- BRLANSKY R. H., HOWD D. S., 2002. Purification of virus-like particles from blight-affected citrus trees. In: Proc. 15th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 297-305.
- CAB International, 1998. Distribution maps of plant pests: Toxoptera citricidus (Kirkaldy), Map No. 132: 5.
- CAMBRA M., OLMOS A., GORRIS M.T., MARROQUIN C., ESTEBAN O., GARNSEY S.M., LAUGER R., BATISTA L., PENA I., HERMOSO DE MENDOZA A., 2000. Detection of citrus tristeza virus by print capture and squash capture-PCR in plant tissue and single aphids. In: Proc. 14th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 42-49.
- CAMBRA M., 2007. Un unexpected visit: Toxoptera citricidus in Northern part of the Iberian peninsula. The current situation 2007. IOCV Newsletter, May 2007, 7-8.
- CATARA A., AZZARO A., MOGHAL S.M., KHAN D.A., 1988. Virus, viroid and prokaryotic diseases of citrus in Pakistan. Proc. 6th Int. Citrus Cong., 3: 957-962.
- CATARA A., LA ROSA R., 1998. Spiroplasmii patogeni delle piante. Petria 8 (2): 107-122.
- CATARA A., POLIZZI G., 1999. Il marciume secco delle radici degli agrumi: sintomi, cause e suscettibilita` dei portinnesti. Frutticoltura 61, 38-41.
- CATARA A., DAVINO M., 2006. Il virus della tristezza degli agrumi in Sicilia. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura, 68 (1): 18-23.
- CATARA A., TESSITORI M., 2006. Problematiche fitosanitarie dell'agrumicoltura italiana dopo la diffusione del virus della "tristezza". Italus Hortus, 13 (1): 49-60.
- CATARA A., BARBAGALLO S., SAPONARI M., 2007. Il caso "tristezza" degli agrumi. Globalizzazione e difesa delle colture. I Georgofili, quaderni 2007, Firenze.
- CEVIK B., PAPPU S.S., PAPPU H.R., BENSHER D., IREY M., LEE R.F., NIBLETT C.L., 1996a. Application of bi-directional PCR to citrus tristeza virus: Detection and strain differentiation. In: Proc. 13th IOCV Conf. IOCV, 13th IOCV, Riverside, CA, pp. 17-24.
- CEVIK B., PAPPU S.S., LEE R.F., NIBLETT C.L., 1996b. Detection and differentiation of citrus tristeza closterovirus using a point mutation and minor sequence differences in their coat protein genes. Phytopathology, 86, S101.
- D'URSO F., AYLLON M.A., RUBIO L., SAMBADE A., HERMOSO DE MENDOZA A., GUERRI J., MORENO P., 2000. Contribution of uneven distribution of genomic RNA variants of Citrus tristeza virus (CTV) within the plant to changes in the viral population following aphid transmission. Plant Pathol. 49: 288-294.
- DADEN M. 2006. Characterization and strain typing of Mediterranean *citrus tristeza virus* (CTV) isolates. Thesis submitted for the degree of Master of Science 2005-2006.
- DAVINO M., BARBA M., CARUSO A., DAVINO S., GUARDO M., D'ONGHIA A., SAVINO V. 2004. Citrus tristeza virus (CTV): a serious threat to

the Italian citrus groves. In: Proceedings of the International Society of Citriculture, 790-793.

DAVINO S., RUBIO L., DAVINO M., 2005. Molecular analysis suggests that recent Citrus tristeza virus in Italy were originated by at least two independent introductions. *E. J. Plant Pathol.*, 111: 289-293.

DAVINO S., GUARDO M., SORRENTINO G., CARUSO A., DAVINO M. 2006. Diffusione del virus della “tristezza” degli agrumi (CTV) in aree agrumicole italiane. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 507-512.

D’ONGHIA A. M., FAHMY H., BRANDONISIO R., DJELOUAH K. 2007. Improved biological indexing of the main citrus viruses and viroids. Book of abstracts 17th IOCV Conference, Adana, Turkey, 94.

GAGO-ZACHERT S., COSTA N., SEMORILE L., GRAU O., 1999. Sequence variability in p27 gene of citrus tristeza virus (CTV) revealed by SSCP analysis. *Electronic J. Biotechnol.* 2, (1): 41-50.

GARNSEY S.M., CIVEROLO E.L., GUMPF D.J., PAUL C., HILF M.E., LEE R.F., BRLANSKY R.H., YOKOMI R.K., HARTUNG J.S., 2005. Biological characterization of an international collection of Citrus tristeza virus (CTV) isolates. In: Proc. 16th IOCV Conf. IOCV, Riverside, CA, 75-93.

GILLINGS M., BROADBENT P., INDSTO J., LEE R.F., 1993. Characterization of isolates and strains of citrus tristeza closterovirus using restriction analysis of the coat protein gene amplified by the polymerase chain reaction. *J. Virol. Methods*, 44: 305-317.

GOTTWALD R.T., GARNSEY S.M., CAMBRA M., MORENO P., IREY M., BORBÓN J., 1996. Differential effects of *Toxoptera citricida* vs. *Aphis gossypii* on temporal increase and spatial patterns of spread of citrus tristeza. In: Proc. 13th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 120-129.

GOTTWALD T.R., GIBSON G., GARNSEY S.M., IREY M., 2000. The effect of aphid vector population composition on local and background component of Citrus tristeza virus spread. In: Proc. 14th Conf. IOCV, Riverside, CA, 88-93.

GRIMALDI V., CATARA A., 1996. Association of a filamentous virus with yellow vein clearing of lemon. In: Proc. 13th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 343-345.

GRASSO F. M., BELLA P., GRASSO S., CATARA A. 2007. New or re-emerging fungal Citrus diseases in the Mediterranean. IOBC/wprs Citrus IPM WG 2007, Catania 5-7 November, 118.

GUARDO M., G. SORRENTINO G., T. MARLETTA T., AND A. CARUSO A., 2007. First Report of Citrus leaf blotch virus on Kumquat in Italy. *Plant disease*, 91 (8): 1054.

HALBERT S.E., BROWN L.G., 1996. *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), Brown citrus aphid – Identification, biology and management strategies. Florida Dept. Agric. & Cons. Service, Entomology. Circular no. 374: 6.

HILF M.E., GARNSEY S.M., 2000. Characterization and classification of citrus tristeza virus isolates by amplification of multiple molecular markers. In: Proc. 14th IOCV Conf. IOCV, Riverside, CA, 18-27.

HILF M.E., MAVRODIEVA V.A., GARNSEY S.M., 2005. Genetic marker analysis of a global collection of isolates of Citrus tristeza virus: Characterization and distribution of CTV genotypes and association with symptoms. *Phytopathology*, 95: 909-917.

HUANG Z. P., RUNDELL P. A., POWELL C. A. 2004. Detection and isolate differentiation of Citrus tristeza virus in infected field trees based on reverse transcription-polymerase chain reaction. *Plant Disease* 88, 625-629.

ILHARCO F.A., SOUSA-SILVA C.A., ALVAREZ, ALVAREZ A., 2005. First report on *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) in Spain and continental Portugal. *Agronomia Lusit.* 51 (1): 19-21.

KATIS N.I., TSITSIPIS J.A., STEVENS M., POWELL G., 2007. Transmission of plant virus. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as crop pests*. CAB Int., Wallingford-UK, Cap. 14: 353-390.

KORKMAZ, S., CINAR, A., BOZAN, O. AND KERSTING, U., 1994. Distribution and Natural Transmission of a New Whitefly-borne Virus Disease of Citrus in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. In Proc. 9th Cong. of the Medit. Phyt. Union. Aydin/ Turkey, 437-439.

KRUGNER R., DE C. LOPES M. T. V., SANTOS J. S., BERETTA M. J. G., LOPES J. R. S., 1998. Transmission efficiency of *Xylella fastidiosa* to citrus by sharpshooters and identification of two new vector species. In: Proc. 14th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 423.

LOMBARDO A., DAVINO S., IACONO MANNO M., MUOIO A., 2007. A high computing bioinformatic approach based on GRID for detecting recombination in whole citrus tristeza virus genomes. XIV Congresso Nazionale S.I.Pa.V., Perugia, 18-21 settembre 2007, p.61.

MACCHERONI W., ALEGRIA M. C., GREGGIO C. C., PIAZZA J. P., KAMLA R. F., ZACHARIAS P. R. A., BAR-JOSEPH M., FERRO J. A., DA SILVA A. C. R., 2005a. A new Tymoviridae virus associated to citrus sudden death disease in Brazil. Abstract. In Proc. 16th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 498.

MACCHERONI W., GREGGIO C. C., PIAZZA J. P., KAMLA R. F., ZACHARIAS P. R. A., KITAJIMA J. P., FERRO J. A., DA SILVA A. C. R., 2005b. Citrus tristeza virus genome variability in Citrus Sudden Death affected areas in Brazil. In Proc. 16th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA, 499.

RIZZA S., LOMBARDO A., NOBILE G., CATARA A., 2007. Biological and molecular characterization of two additional Citrus tristeza virus isolates associated with sour orange inverse pitting rootstock. XIV Congresso Nazionale S.I.Pa.V., Perugia, 18-21 settembre 2007, p.85.

ROCHA-PENA M.A., LEE R.F., LASTRA R., NIBLETT C.L., OCHOA-CORONA F.M., GARNSEY S.M., YOKOMI R.K., 1995. Citrus tristeza virus and its aphid vector *Toxoptera citricida*: threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America. *Plant Disease*, 79: 437-445.

ROISTACHER C.N., MORENO P., 1991. The worldwide threat from destructive isolates of citrus tristeza virus -: Aa review. In: Proc. 11th IOCV Conf. IOCV, Riverside, CA, 7-19.

ROMAN M. P., CAMBRA M., JUAREZ J., MORENO P., DURAN-VILA N., TANAKA F. A. O., ALVES E., KITAJIMA E. W., YAMAMOTO P. T., BASSANEZI R. B., TEIXEIRA D. C., JESUS JUNIOR W. C., AYRES A. J., GIMENES-FERNANDES N., RABENSTEIN F., GIROTTO L. F., BOVE' J. M., 2004. Sudden death of citrus in Brazil: a graft-transmissible bud union disease. *Plant Dis.* 88 (5): 453-467.

ROSA C., POLEK M., FALK B.W., ROWHANI A., 2007. Improved efficiency for quantitative and qualitative indexing for Citrus tristeza virus and Citrus psorosis virus. *Plant Dis.* 91: 1089-1095.

ROY A., MANJUNATH K.L., BRLANSKY R.H., 2005. Assessment of sequence diversity in the 5'-terminal region of Citrus tristeza virus from India. *Virus Research* 113: 132-142.

RUBIO L., AYLLON M.A., GUERRI J., PAPPU H.R., NIBLETT C.L., 1996. Differentiation of citrus tristeza closterovirus (CTV) isolates by single-strand conformation polymorphism analysis of the coat protein gene. *Ann. App. Biol.* 129: 479-489.

RUBIO L., GUERRI J., MORENO P., 2000. Characterization of Citrus tristeza virus isolates by single-strand conformation polymorphism analysis of DNA complementary to their RNA population. In: *Proc. 14th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA*, 12-17.

RUBIO L., AYLLON M.A., KONG P., FERNANDEZ A., POLEK M., GUERRI J., MORENO P., FALK B., 2001. Genetic variation of Citrus tristeza virus isolates from California and Spain: evidence of mixed infection and recombination. *J. Virol.*, 75: 8054-8062.

RUIZ-RUIZ S., MORENO P., MORENO P., GUERRI J., GUERRI J., AMBROS SAMBROS S., 2007. A real-time RT-PCR assay for detection and absolute quantification of Citrus tristeza virus in different plant tissues. *J. Virol. Methods*, DOI 10.1016/j.jviromet.2007.05.011.

SALEHI M., IZADPANAH K., TAGHIZADEH M., 2002. Withches' broom disease of lime in Iran: new distribution areas, experimental herbaceous hosts and transmission trials. In: *Proc. 15th IOCV Conf., IOCV, Riverside, CA*, 293-296.

SAPONARI M., MANJUNATH K.M., YOKOMI R.K., 2007. Quantitative detection of Citrus tristeza virus in citrus and aphids by real-time reverse transcription-PCR (TaqMan). *J. Virol. Methods*, DOI: 10.1016/j.jviromet.2007.07.026.

SAPONARI M., YOKOMI R.K., 2007. Use of the CP and CPm intergene sequences to discriminate Citrus tristeza virus strains. Abstract. In *17th IOCV Conf., Adana, Turkey*, 138.

VIVES M. C., RUBIO L., GALIPIENSO L., NAVARRO L., MORENO P., GUERRI J., 2002. Low genetic variation between isolate of Citrus leaf blotch virus from different host species and of different geographical origins. *J. Gen. Virol.* 83: 2587-2591.

YOKOMI R.K., DEBORDE R.L., 2005. Incidence, transmissibility, and genotype of citrus tristeza virus (CTV) isolates from a CTV eradicated and a non-eradicated district in central California. *Plant Disease*, 89: 859-866.

YOKOMI R.K., POLEK M., GRAFTON-CARDWELL E. E., O'CONNELL N., 2007. Rapid assessment of the Citrus tristeza virus isolates detected at the Lindcove Research and Extension Center, Exeter, CA in Spring 2007. Abstract. In *17th IOCV Conf., Adana, Turkey*, 58.

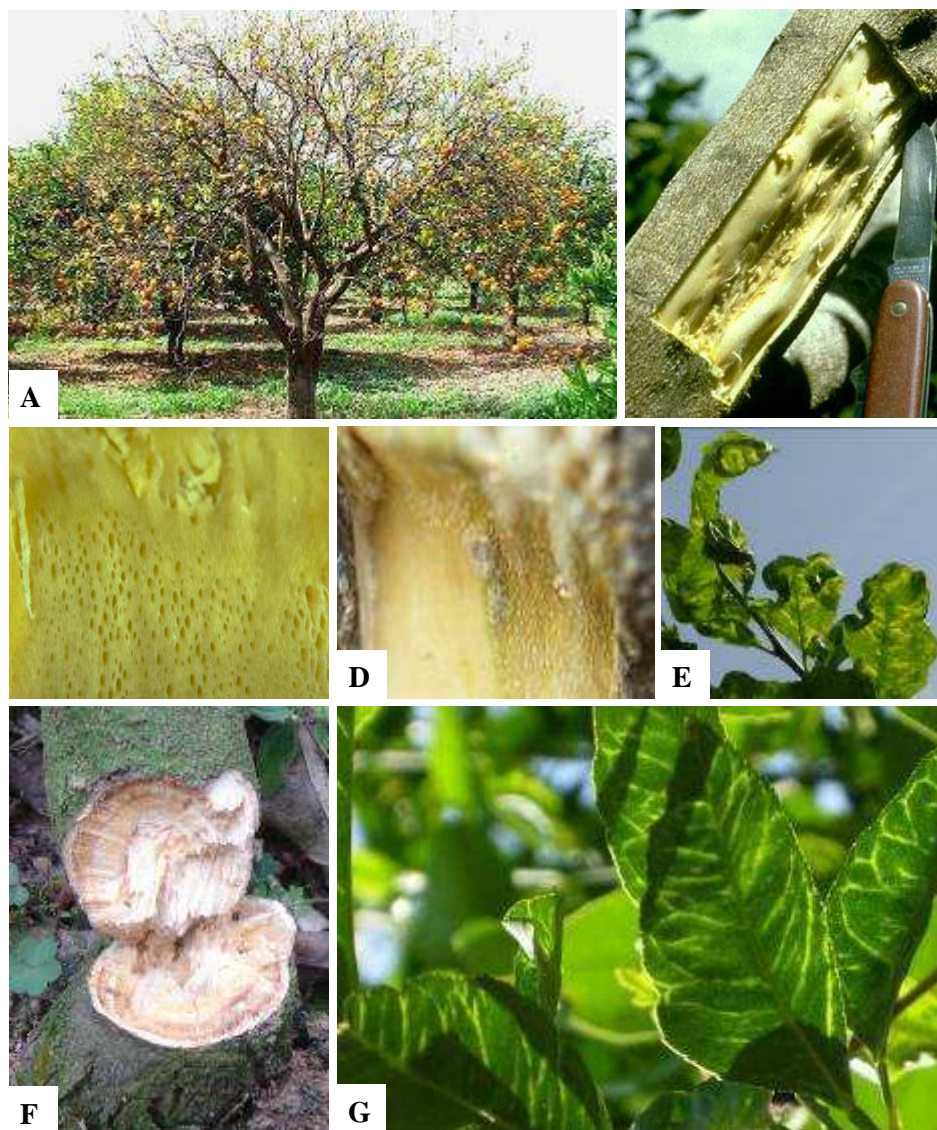


Figura 1 - A-D) Sintomi diversi di tristezza su piante di agrumi. A) Grave deperimento di arancio dolce Valencia innestato su arancio amaro; B) Butteratura del legno su ramo di arancio dolce; C) Alveolatura inversa su corteccia di arancio amaro; D) Minute estroflessioni del legno in prossimità della linea d'innesto su arancio amaro; E) Bollosità, malformazioni fogliari e decolorazioni delle nervature in pianta affetta da "Citrus chlorotic dwarf"; F) Distacco del nesto in pianta di arancio dolce innestata su arancio trifogliato affetta da "Citrus tatter leaf"; G) Ingiallimento delle nervature in pianta di limone affetta da "Yellow vein clearing".

Figure 1 - A-D) Different symptoms of tristeza disease on citrus. A) Severe decline on Valencia sweet orange grafted on sour orange; B) Stem pitting on sweet orange; C) Inverse stem pitting on bark of sour orange; D) Thin woody pegs under the bud-union line on sour orange; E) Crinkled, malformed leaves and vein discoloration caused by Citrus chlorotic dwarf ; F) Scion disarticulation at the bud-union line on a sweet orange grafted on trifoliate orange infected by Citrus tatter leaf virus; Bright vein yellowing on lemon infected by Yellow vein clearing virus.

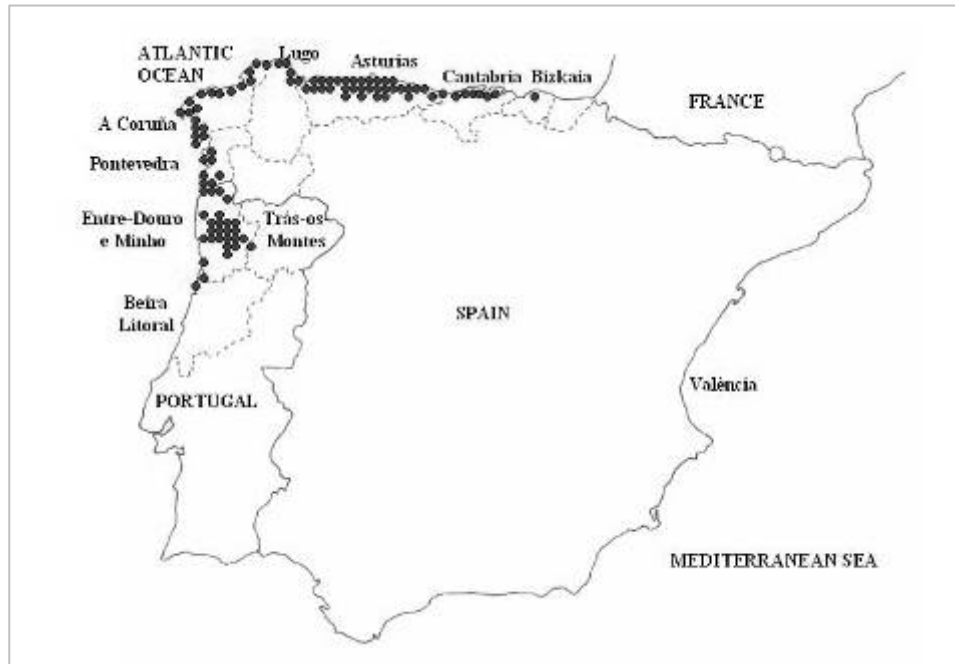


Figura 2 - Diffusione di *Toxoptera citricida* nella penisola iberica nel 2006-07 (da Ilharco et al., 2005)

Figure 2 - Spread of *Toxoptera citricida* in the Iberian peninsula in 2006-07

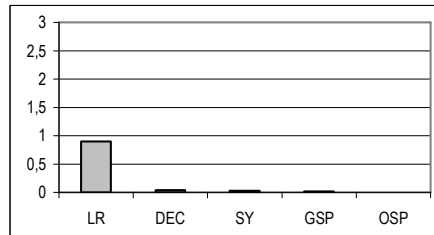
Profilo N°	LR	DEC	SY	GSP	OSP	N° isolati
0	O	O	O	O	O	4
1	X	O	O	O	O	32
2	X	X	O	O	O	20
3	X	X	X	O	O	36
4	X	X	X	X	O	16
5	X	X	X	X	X	44
6	X	X	X	O	X	42
7	X	X	O	X	X	6
8	X	O	O	X	X	9
9	X	X	O	X	O	23
10	X	O	O	X	O	21

Figura 3 - Rappresentazione schematica di 11 profili dei sintomi ottenuti dalla caratterizzazione di una collezione di isolati di *Citrus tristeza virus* (CTV). **LR**: sintomi fogliari e butteratura del legno su limetta Messicana; **DEC**: clorosi e riduzione di taglia sulla combinazione d'innesto arancio dolce su arancio amaro; **SY**: giallume dei semenzali su semenzali di arancio amaro; **GSP**: butteratura del legno su semenzali di pompelmo Duncan; **OSP**: butteratura del legno su semenzali di arancio dolce Madam Vinous (da Garnsey *et al.*, 2005).

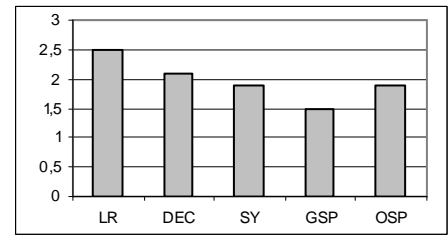
Figure 3 - Schematic view of 11 different symptom patterns observed consistently while characterizing a collection of *Citrus tristeza virus* (CTV) isolates. **LR**: foliar and stem pitting in Mexican lime; **DEC**: chlorosis and stunting in the grafted combination of sweet orange on sour orange; **SY**: seedling yellows reaction in sour orange seedlings; **GSP**: stem pitting in Duncan grapefruit seedlings; **OSP**: stem pitting in Madam Vinous sweet orange seedlings (after Garnsey *et al.*, 2005).



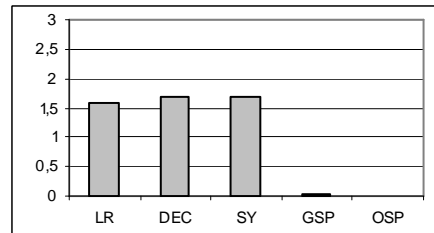
Profilo 1



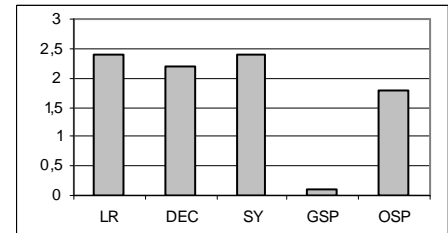
Profilo 5



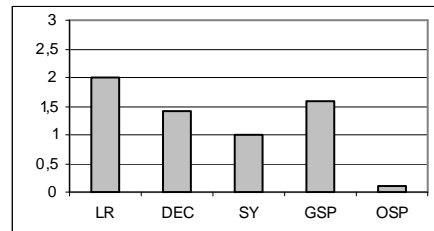
Profilo 3



Profilo 6



Profilo 4



Profilo 8

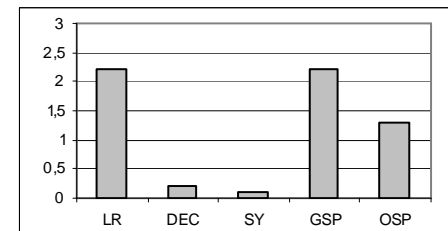


Figura 4 - Rappresentazione grafica della intensità dei sintomi nelle piante indicatrici per sei dei profili di sintomi di CTV mostrati in Fig. 3. **LR:** reazione su limetta Messicana; **DEC:** sintomi sulla combinazione d'innesto arancio dolce su arancio amaro; **SY:** giallume dei semenzali su semenzali di arancio amaro; **GSP:** butteratura del legno su semenzali di pompelmo Duncan; **OSP:** butteratura del legno su semenzali di arancio dolce Madam Vinous. 0 = nessun sintomo e 3 = reazione severa. I valori mostrati rappresentano la media di diversi isolati (da Garnsey *et al.*, 2005).

Figure 4 - Graphic depiction of symptom severity in indicator plants for six of the different CTV symptom patterns shown in Fig... **LR:** reaction in Mexican lime; **DEC:** symptoms in the grafted combination of sweet orange on sour orange; **SY:** seedling yellows response in sour orange seedlings; **GSP:** stem pitting in Duncan grapefruit seedlings; **OSP:** stem pitting in Madam Vinous sweet orange seedlings. 0 = symptomless and 3 = severe reaction (after Garnsey *et al.*, 2005).