





# I GEORGOFILI

Quaderni  
2007-V



## GLOBALIZZAZIONE E DIFESA DELLE COLTURE

Firenze, 29 novembre 2007



EDIZIONI POLISTAMPA

*Con il contributo di*



**ENTE CASSA DI RISPARMIO DI FIRENZE**

Copyright © 2008  
Accademia dei Georgofili  
Firenze  
<http://www.georgofili.it>

Edizioni Polistampa  
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze  
Tel. 055 737871 (15 linee)  
[info@polistampa.com](mailto:info@polistampa.com) - [www.polistampa.com](http://www.polistampa.com)  
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-0452-5

Responsabile redazionale: dott. Paolo Nanni

Servizi redazionali, grafica e impaginazione  
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»  
Anno 2007 - Serie VIII - Vol. 4 (183° dall'inizio)

## INDICE

BRUNO CAIO FARAGLIA <i>Il Servizio fitosanitario nazionale alla luce delle nuove norme internazionali</i>	7
VITTORIO ROSSI <i>Analisi del rischio di introduzione di organismi nocivi per le piante</i>	23
MARIO MARGHERITI, GIORGIO RAMPININI, ELISABETTA MARGHERITI <i>Il problema visto da un operatore</i>	59
SANTI LONGO, STEFANO COLAZZA, SANTA OLGA CACCIOLA, GAETANO MAGNANO DI SAN LIO <i>Il caso delle palme</i>	65
EMANUELE MAZZONI, ALBERTO ALMA, GIACOMO MICHELATTI, MAURIZIO CONTI, PIERO CRAVEDI <i>Il caso della diabrotica del mais</i>	105
ANTONINO CATARA, SEBASTIANO BARBAGALLO, MARIA SAPONARI <i>Il caso "tristeza" degli agrumi</i>	123
<i>Considerazioni conclusive</i>	139



BRUNO CAIO FARAGLIA\*

## Il Servizio fitosanitario nazionale alla luce delle nuove norme internazionali

### I. L'ACCORDO SPS E LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO FITOSANITARIO

Negli ultimi decenni abbiamo assistito a una eccezionale crescita del volume e delle tipologie degli scambi commerciali internazionali, che avvengono con una velocità sempre crescente, e al contempo alla richiesta sempre più pressante di ridurre al minimo ogni ostacolo al libero scambio internazionale.

Nel settore della difesa fitosanitaria, la riduzione degli ostacoli al commercio internazionale ha significato effettuare i necessari controlli con tempi di sosta sempre minori e per alcune tipologie di prodotto ispezionare solo alcune delle spedizioni in arrivo nel paese interessato.

Tutto ciò ha avuto come diretta conseguenza di incrementare parallelamente il trasporto di organismi nocivi da un paese all'altro.

Il 1 gennaio 1995, con la trasformazione del General Agreement Tariff and Trade (GATT) in Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC), segna la data di inizio di una nuova fase per le relazioni commerciali internazionali. Questa trasformazione è scaturita dalla lunga tornata negoziale dell'Uruguay round (1986 - 1994), nella quale sono state sottoscritte oltre 30.000 pagine di accordi tra gli aderenti al GATT.

Anche per il commercio dei vegetali e prodotti vegetali la suddetta data, con l'entrata in vigore dell'Accordo sulle misure sanitarie e fitosanitarie (Accordo SPS), segna l'inizio di una profonda trasformazione della filosofia di azione delle Organizzazioni nazionali di protezione delle piante e della loro organizzazione.

L'Accordo SPS se da una parte ribadisce il diritto di ogni paese ad adottare

\* *Coordinatore tecnico del Servizio Fitosanitario Centrale*

le misure fitosanitarie che ritiene più idonee per la difesa del proprio patrimonio umano, animale e vegetale, al contempo precisa che ogni misura intrapresa deve necessariamente avere una chiara giustificazione scientifica. Le misure fitosanitarie devono fare riferimento, quando esistenti, a norme, direttrici o raccomandazioni internazionali, minimizzando il più possibile gli ostacoli al libero commercio internazionale, identificando allo scopo la Convenzione Internazionale per la Protezione delle Piante (IPPC) per quanto riguarda i vegetali.

Allo scopo di fornire la giustificazione scientifica delle misure fitosanitarie adottate da un Paese per la sua difesa, in modo da poter dimostrare e confrontare a livello mondiale la reale necessità delle misure stesse, viene introdotto il concetto di “Analisi del rischio fitosanitario” (PRA – Pest Risk Analysis) relativo a un flusso commerciale, per valutare gli effetti dell’introduzione di eventuali organismi nocivi da quarantena in una determinata area e definire un appropriato livello di protezione sanitaria e fitosanitaria.

La gestione del rischio fitosanitario trae i suoi presupposti dal fatto che il rischio “zero” non è una opzione perseguibile e pertanto è necessario gestire il rischio per raggiungere il grado di sicurezza ritenuto necessario, sulla base della sua giustificazione, dei limiti dettati dalle opzioni e dalle risorse disponibili.

Al riguardo lo standard della FAO n. 1 “ISPM 01: Principles of plant quarantine as related to international trade”, partendo dal presupposto che con una importazione si ha sempre il rischio di introdurre organismi nocivi da quarantena, richiede che i paesi sviluppino una propria politica di gestione del rischio qualora adottino misure fitosanitarie. Nella pratica tale principio comporta che i vari paesi decidano quale è il livello di rischio adeguato per loro.

Tra gli ormai numerosi Standard internazionali per le misure fitosanitarie (ISPM) adottati dalla Convenzione Internazionale per la Protezione delle Piante, l’ISPM 11 definisce la procedura per la valutazione del rischio fitosanitario degli organismi nocivi da quarantena ma, correlati a questo, sono da tenere in considerazione anche altri Standard che completano la valutazione del rischio fitosanitario nonché la complessiva gestione del rischio. Tali Standard a volte offrono la chiave di interpretazione per la procedura descritta dallo Standard 11, altre volte descrivono nella loro specificità procedure menzionate all’interno di tale Standard.

Alla base di ogni processo di valutazione del rischio c’è la necessità di indicare esattamente l’organismo nocivo considerato e precisare il suo status all’interno dell’area geografica nella quale effettuiamo la valutazione del

rischio. Le modalità operative per la determinazione di tale status dell'organismo nocivo considerato, in una specifica area, sono definite dallo Standard n. 8 "ISPM 08: Determination of pest status in an area", del 1998, integrando nell'elaborazione sia lo Standard n. 4 "ISPM 04: Requirements for the establishment of Pest Free Areas", del 1996, che descrive le procedure per poter dichiarare un'area libera da uno specifico organismo nocivo, nonché lo Standard n. 6 "ISPM 06: Guidelines for surveillance", del 1997, che precisa le direttrici per la vigilanza e per la registrazione dei dati.

Inoltre, nella gestione del rischio fitosanitario, ultima fase del PRA che permette l'individuazione delle possibili misure adottabili, è necessario tenere in conto la possibile esistenza o creazione, nel Paese esportatore, di sistemi di certificazione realizzati secondo lo standard n. 7 "ISPM 07: Export certification system", del 1997, oppure di luoghi di produzione organizzati in modo da garantire l'assenza dell'organismo nocivo considerato anche se una regione geografica lo vede ubiquitario, secondo lo standard n. 10 "ISPM 10: Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites", del 1999.

La proposta di una o più misure fitosanitarie necessarie a ricondurre il rischio a un livello adeguato, deve tenere in considerazione l'incremento di garanzie che più misure integrate offrono rispetto alla applicazione delle singole misure, secondo lo standard n. 14 "ISPM 14: The use of integrated measures in a systems approach for pest risk management", adottato nel 2002.

Infine, si deve considerare che la corretta interpretazione degli Standard adottati dalla Convenzione internazionale per la protezione delle piante deve tenere conto, come abbiamo detto, delle condizioni fissate dall'Accordo SPS e del nuovo ruolo attribuito alla IPPC, nonché dell'accordo sui termini tecnici e scientifici utilizzati nei testi, che costituisce lo Standard n. 5 "ISPM 05: Glossary of Phytosanitary Terms", periodicamente aggiornato.

Da questa veloce elencazione degli standard più importanti per la definizione delle misure fitosanitarie di protezione che un paese può adottare, si comprende come la valutazione del rischio fitosanitario contempla il coinvolgimento di professionalità diverse e richiede una approfondita conoscenza delle norme e degli accordi internazionali.

### *L'analisi del rischio fitosanitario (Pest Risk Analysis)*

La procedura da adottare per l'analisi del rischio fitosanitario (PRA) è, come abbiamo detto, descritta in modo particolareggiato dallo Standard n. 11,

che ha subito già due revisioni; una nel 2003 per prendere in considerazione l'analisi del rischio per l'ambiente e una nel 2004 per comprendere l'analisi degli organismi geneticamente modificati qualora si presentino in qualità di organismi nocivi.

Sommariamente possiamo dire che detto Standard, quindi, specifica i dettagli per determinare se l'organismo nocivo considerato è un organismo da quarantena per la specifica area del PRA e descrive il processo integrato che si deve applicare sia per la valutazione del rischio sia per la scelta delle opzioni, quindi delle misure fitosanitarie, da proporre per la gestione del rischio.

L'intero percorso di analisi del rischio fitosanitario per gli organismi nocivi da quarantena segue un processo che è costituito di tre stadi:

- Lo Stadio 1 (inizio del processo) consiste nella identificazione degli organismi nocivi e delle vie di introduzione di questi, che suscitano preoccupazioni fitosanitarie per la determinata area considerata dal PRA.
- Lo Stadio 2 (valutazione del rischio) inizia con la categorizzazione dell'organismo nocivo individuato, per determinare se si tratta di un organismo da quarantena o meno, nel qual caso viene successivamente valutata la sua probabilità di introduzione, di ambientamento e di diffusione, nonché le conseguenze economiche potenziali.
- Lo Stadio 3 (gestione del rischio) consiste nel determinare le possibili opzioni fitosanitarie per diminuire il rischio identificato nello stadio 2, valutarle in funzione della loro efficacia, dell'applicabilità e delle eventuali conseguenze, nonché identificare quelle più appropriate a essere proposte ai responsabili per la decisione da adottare.

## 2. IL RISCHIO DI INTRODUZIONE DEGLI ORGANISMI NOCIVI

Assieme alle misure adottate per ridurre il rischio di introduzione di organismi nocivi, che si traducono in requisiti particolari per gli specifici vegetali o prodotti vegetali importati, i controlli fitosanitari al momento dell'importazione, sono gli strumenti fondamentali a disposizione delle Organizzazioni nazionali di protezione delle piante per la difesa del proprio territorio e delle proprie produzioni.

Le ispezioni fitosanitarie vengono effettuate su tutte le partite di vegetali e prodotti vegetali in importazione, oggetto di misure fitosanitarie, attraverso controlli attuati su di un campione più o meno rappresentativo della spedizione.

Da questo deriva che esiste sempre la possibilità di introdurre un organismo nocivo nonostante il controllo.

È evidente che a questa situazione, che comporta comunque un certo grado di rischio, si somma il rischio derivante dalle introduzioni illegali che non subiscono il controllo fitosanitario, nonché l'introduzione nel territorio nazionale di organismi nocivi a seguito di diffusione naturale.

Per far fronte a tale panorama che vede, anche, l'incauta introduzione di materiale di moltiplicazione non controllato o l'introduzione a seguito di materiale non vegetale, basti pensare al caso della Flavescenza dorata della vite o della Diabrotica virgifera del mais, è necessario per una Organizzazione nazionale di protezione delle piante costituire un efficace sistema di gestione delle emergenze.

Spesso gli organismi di nuova introduzione non hanno antagonisti in grado di contenerli e pertanto in caso di insediamento si verifica un rapido aumento di popolazione che provoca facilmente un grave danno.

È questa la situazione in cui troppo spesso il Servizio fitosanitario nazionale si è trovato, perché le necessarie misure fitosanitarie di eradicazione o contenimento, emanate con le lotte obbligatorie, sono state messe in atto con eccessiva lentezza, compromettendo la loro efficacia strettamente legata alle necessità di drasticità e immediatezza.

Con l'adozione del decreto legislativo 214/05 sono stati fatti alcuni importanti miglioramenti in merito alla capacità normativa del Servizio fitosanitario nazionale, ma l'applicazione delle misure di lotta obbligatoria rimangono ancora complicate e incerte, creando una situazione in cui le difficoltà operative legate alla scarsità dei mezzi, nonché alcune inerzie delle amministrazioni pubbliche preposte al controllo del territorio, amplificano facilmente i limiti della difesa fitosanitaria nazionale.

Troppo spesso non si comprende la necessità fondamentale di destinare idonee risorse per la rapida gestione di una emergenza fitosanitaria.

Gli interventi di eradicazione di un focolaio, anche se sono costosi e spesso colpiscono specifiche categorie, permettono di evitare o spesso di procrastinare ingenti danni in termini di perdite di prodotto, di capacità produttive o di quote di mercato, nonché rilevanti danni ambientali.

L'esperienza ci ha insegnato che un intervento di lotta obbligatoria ha possibilità di riuscita solo se la collettività si fa carico dei costi che altrimenti sarebbero a carico solo di alcuni singoli.

Pertanto, alla sensibilità politica nell'allocazione delle risorse necessarie, deve essere affiancata un'adeguata base giuridica, in grado di permettere un intervento rapido ed efficace.

### 3. LA CAPACITÀ DI CONTROLLO AI PUNTI DI ENTRATA E LA GESTIONE DELLE EMERGENZE

Dal 1992, con la creazione del mercato unico, la possibilità di introduzione di organismi nocivi nel territorio nazionale deve essere valutata distinguendo la provenienza delle spedizioni.

Considerando il territorio nazionale come parte integrante di quello comunitario, si parla di rischio connesso alle importazioni da paesi terzi e si affrontano le questioni fitosanitarie nell'ambito del commercio internazionale localizzando il controllo fitosanitario presso i punti di entrata.

È da sottolineare, però, che affrontando il problema da un punto di vista delle emergenze fitosanitarie, deve essere posta la dovuta attenzione anche alle misure fitosanitarie necessarie a impedire l'introduzione degli organismi nocivi nelle aree indenni attraverso la circolazione comunitaria.

Le attuali strutture del Servizio fitosanitario nazionale, seppur migliorate nel corso del tempo, vedono una forte contrazione della loro capacità di intervento, legata alla riduzione della spesa pubblica che colpisce in modo indiscriminato sia punti di spreco che strutture strategiche, pertanto appaiono spesso inadeguate a svolgere il proprio compito di controllo.

Inoltre, sul territorio nazionale permangono realtà regionali estremamente diversificate sia per strutture che per allocazione delle risorse umane e tecniche. A fianco di servizi ben strutturati, dotati di laboratori, e spesso in rapporto con Istituti universitari, vi sono servizi inesistenti privi anche delle minime attrezzature obbligatorie per i punti di entrata.

In diverse Regioni il Servizio fitosanitario continua a essere visto come la cenerentola all'interno degli Assessorati all'agricoltura.

Il numero degli ispettori fitosanitari varia considerevolmente da regione a regione passando da poche unità di alcune a una dotazione adeguata di altre, caratterizzate anche da una buona distinzione delle funzioni.

I punti di entrata sono in numero eccessivo e senza alcuna distinzione in funzione delle merci in importazione, il che impedisce la specializzazione degli ispettori fitosanitari addetti ai controlli.

La velocità con cui devono essere effettuati i controlli fitosanitari e le operazioni connesse ai campionamenti e alle analisi o ancor più le operazioni connesse all'applicazione di misure fitosanitarie per le partite non conformi, richiedono adeguate soluzioni logistiche presso i punti di entrata sia aerei che portuali, che risultano spesso insufficienti soprattutto presso questi ultimi.

È necessario, quindi, una migliore dotazione strutturale che deve essere messa a disposizione da parte degli enti che gestiscono i punti di entrata,

siano essi porti, aeroporti o autoporti. Inoltre, specie con la riorganizzazione dell'Agenzia delle dogane e dei regolamenti comunitari di settore, diviene necessario un sistema di informazione preventiva sulle importazioni in raccordo con il sistema informatizzato delle dogane.

Nei confronti delle singole spedizioni in importazione, l'operatività del Servizio fitosanitario nazionale è estrinsecata dall'Ispettore fitosanitario, che ha la responsabilità di adottare le procedure e le misure fitosanitarie più idonee al caso.

Le restrizioni finanziarie hanno provocato, oltre che una limitazione delle dotazioni di organico, anche una riduzione dell'addestramento degli ispettori, sia in merito alla formazione che all'aggiornamento, con i casi limite in cui il previsto corso di addestramento per l'entrata in servizio è stato ridotto a soli tre giorni.

Appare evidente l'importanza di disporre di personale adeguatamente addestrato, sulla base di programmi di formazione nazionali, in grado di applicare procedure omogenee a livello nazionale, anche per ridurre le disparità operative tra le varie Regioni, fonte a volte di distorsione della concorrenza,

Appare evidente che l'efficacia delle attività del Servizio fitosanitario nazionale, sia per il controllo del territorio e la prevenzione dalle malattie delle piante sia per quanto attiene alla certificazione dei materiali di moltiplicazione, è strettamente legata al raggiungimento di uno standard di lavoro omogeneo ed efficace in tutto il territorio nazionale. È intuibile come un punto critico in un'area del Paese costituisca una falla nella rete di protezione nazionale, con la conseguenza di permettere l'introduzione e la diffusione di organismi nocivi, inficiando così il lavoro effettuato nelle aree limitrofe e pregiudicando la possibilità di un valido sistema di protezione fitosanitaria.

#### 4. IL MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E IL CONTROLLO PREVENTIVO

Abbiamo detto che la normativa comunitaria ha nei suoi allegati una lista positiva di vegetali e prodotti vegetali che sono oggetto di misure fitosanitarie in relazione al rischio a essi connesso, e ai quali si applica il controllo obbligatorio al momento dell'introduzione nel territorio comunitario.

Però l'adozione di misure fitosanitarie, sia nazionali che comunitarie, avviene spesso quando si è verificata l'introduzione, comportando quando va bene l'intervento sul focolaio rinvenuto.

Le possibilità previste dalla direttiva 2000/29/CE di effettuare controlli random sulle merci non soggette a controlli obbligatori, per verificare a cam-

pione la loro potenzialità di veicolare organismi nocivi, non viene sfruttata che in minima parte considerando la notevole mole di lavoro che i Servizi fitosanitari regionali devono già svolgere obbligatoriamente.

In realtà sarebbe necessario prestare la massima attenzione alla lista di allerta che con grande dispendio di energie l'EPPO predispone.

Riuscire a individuare una via di introduzione prima che venga introdotto l'organismo nocivo significa ridurre a zero i costi di eradicazione prevedibilmente connessi.

Rinvenire focolai di infestazioni al loro insorgere permette un intervento immediato, limitando i costi e aumentando le possibilità che l'intervento sia risolutivo.

È da segnalare che la conoscenza e il conseguente controllo del territorio è da ritenersi, insieme ai controlli all'importazione, l'attività fondamentale di una Organizzazione nazionale di protezione delle piante, anche alla luce del fatto che le norme internazionali impongono la definizione dello status fitosanitario di ogni organismo nocivo soggetto a misure fitosanitarie.

Organizzare un buon piano di sorveglianza del territorio permette di ottemperare a tutte e due le evenienze e, inoltre, pone le basi per il riconoscimento di equivalenza degli status fitosanitari ai sensi dell'Accordo SPS. Si ritiene utile evidenziare che la conoscenza e il controllo del territorio non devono limitarsi alle semplici osservazioni ma devono essere illustrabili, qualora necessario, avendo registrato le ispezioni, i comportamenti, le analisi.

In tal modo questo esercizio può essere visto non solo come costo necessario, ma come opportunità di cui avvalersi nelle esportazioni, se non direttamente come valore aggiunto alla qualità delle merci, come possibilità di difesa contro gli attacchi ai nostri prodotti o nei contenziosi internazionali.

## 5. IL DECRETO LEGISLATIVO 214/05

In occasione del recepimento della direttiva 2002/89/CE, il 24 ottobre 2005 è stato possibile con il Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214, introdurre numerosi cambiamenti relativamente alle procedure di importazione, esportazione e controllo alla circolazione dei vegetali e dei prodotti vegetali regolamentati, riorganizzare il Servizio fitosanitario nazionale, nonché per la prima volta, introdurre una nuova disciplina sanzionatoria.

L'occasione si è presentata in quanto, a livello europeo, è stato necessario adeguare la legislazione in vigore alle nuove normative internazionali sia dell'accordo SPS dell'OMC sia dell'IPPC della FAO. A questo scopo un eser-

cizio del Consiglio EU durato oltre due anni ha portato all'adozione della Direttiva del Consiglio 2002/89/CE, del 28 novembre 2002, che modifica la direttiva fitosanitaria 2000/29/CE. In particolare, ha collegato in modo più esplicito le misure contenute negli allegati a una giustificazione coerente con il rischio fitosanitario esistente e ha determinato le procedure per il riconoscimento di equivalenza, previsto dall'articolo 4 dell'accordo SPS, delle misure fitosanitarie adottate dagli altri firmatari dell'accordo.

Il D.Lgs 214/05 abroga quasi tutta la vetusta normativa fitosanitaria nazionale, in particolare la legge 18 giugno 1931, n. 987 e il relativo regolamento applicativo, approvato con regio decreto 12 ottobre 1933, n. 1700, il decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 536, il decreto ministeriale 31 gennaio 1996 e altri 15 decreti ministeriali applicativi delle norme fitosanitarie.

Tra le numerose novità introdotte, quali l'autorizzazione unica per le attività di rilevanza fitosanitaria, la tariffa fitosanitaria per migliorare l'efficacia dei controlli, l'attribuzione ai Servizi fitosanitari regionali dei poteri necessari alla gestione delle emergenze fitosanitarie nel proprio territorio regionale, è stato riorganizzato l'intero sistema dei controlli all'importazione.

Altra rilevante novità è stata l'istituzione del Comitato Fitosanitario Nazionale e della Rete Nazionale dei Laboratori.

### *I controlli fitosanitari all'importazione*

La nuova normativa, in applicazione delle norme comunitarie, prevede una più stretta collaborazione fra i Servizi fitosanitari e l'Agenzia delle dogane e le formalità doganali, per le spedizioni sensibili, non possono essere concluse in assenza di un apposito nulla osta del Servizio fitosanitario competente da presentarsi all'autorità doganale.

L'art. 39 introduce specifici obblighi per evitare che le spedizioni sfuggano ai previsti controlli fitosanitari. Gli importatori, o i loro rappresentanti in dogana, devono assicurare che per le spedizioni contenenti prodotti soggetti a controllo fitosanitario obbligatorio (allegato V, parte B) sia riportata, su almeno uno dei documenti necessari per l'assoggettamento al regime doganale, la seguente dichiarazione: «La presente spedizione contiene prodotti di rilevanza fitosanitaria.» e devono essere indicati:

il numero di riferimento della necessaria documentazione fitosanitaria;

il numero ufficiale di iscrizione dell'importatore al Registro ufficiale dei produttori.

Inoltre, deve essere data, con congruo anticipo, notifica preventiva all'Uf-

ficio doganale del punto di entrata e al Servizio fitosanitario regionale competente per il punto di entrata dell'imminente arrivo delle spedizioni.

Per gli inadempienti sono previste sanzioni, che vanno da un minimo di 500,00 € a un massimo di 30.000,00 € a secondo della gravità dell'inadempienza commessa.

Per la prima volta viene stabilito che i vegetali dichiarati al momento dell'importazione a uso diverso dalla riproduzione e dalla piantagione, e quindi non sottoposti ai relativi controlli fitosanitari, non possono più mutare la destinazione d'uso (è il caso ad esempio di semi dichiarati a uso alimentare o mangimistico e successivamente utilizzati per uso sementiero). Per i trasgressori è prevista una sanzione pecuniaria del pagamento di una somma da 1.500,00 € a 9.000,00 €.

#### *Il Comitato fitosanitario nazionale*

L'articolo 52 del suddetto decreto legislativo istituisce il Comitato fitosanitario nazionale, ufficializzando finalmente le riunioni periodiche informali che storicamente venivano effettuate, fornendo il foro in cui coordinare le attività del Servizio, individuare le linee strategiche, nonché condividere e uniformare le esperienze.

Il Comitato, composto dal Responsabile del Servizio fitosanitario centrale e dai Responsabili dei Servizi fitosanitari regionali, ha compiti tecnici consultivi e propositivi per tutto quello che concerne l'applicazione del decreto, compresa l'elaborazione delle procedure necessarie al Servizio fitosanitario nazionale e delle linee guida per i programmi di aggiornamento degli Ispettori fitosanitari.

Inoltre prevedere la possibilità di interventi di correzione sia sull'applicazione delle normative che per l'eventuale rafforzamento delle strutture.

#### *La rete nazionale dei laboratori*

L'articolo 53 istituisce la rete nazionale di laboratori, sottoposta al coordinamento e alla valutazione del Comitato, di cui possono fare parte i laboratori dei Servizi fitosanitari regionali, nonché le strutture laboratoristiche pubbliche operanti nel settore della ricerca e della sperimentazione agraria.

Al momento attuale è ancora necessario dare applicazione compiuta a

questa norma creando le condizioni per una effettiva collaborazione tra le strutture e ancora di più un efficace coordinamento che valorizzi le capacità e riduca le duplicazioni.

Il Servizio fitosanitario nazionale ha la necessità di stabilire i criteri inerenti la quarantena vegetale a cui i laboratori devono attenersi, distinguendo tra laboratori che effettuano analisi ufficiali, laboratori di riferimento e conferma e, infine, laboratori riconosciuti idonei a cui possono rivolgersi gli operatori.

In questo panorama è evidente la necessità di definire a livello nazionale sia le metodiche analitiche per le determinazioni sia le procedure di campionamento.

### *Il mondo accademico*

Una novità, di grande rilievo per il mondo accademico è contenuta invece nell'art. 8, dove è richiesto, a chiunque ne è a conoscenza, di dare immediata comunicazione al Servizio fitosanitario nazionale, della comparsa nel territorio della Repubblica italiana di organismi nocivi di cui all'allegato I o II, nonché di ogni altro organismo nocivo, non segnalato precedentemente.

Inoltre, le Istituzioni scientifiche che conducono monitoraggi sulla presenza di organismi nocivi elencati negli allegati I e II devono tempestivamente comunicarne i risultati al Servizio fitosanitario nazionale.

Ciò significa che le informazioni riguardanti gli organismi da quarantena o di nuova introduzione debbono essere comunicate al Servizio fitosanitario nazionale prima di essere divulgati in altro modo, così da evitare che questi venga a sapere dello status del territorio nazionale da colleghi esteri nelle riunioni internazionali.

Per i trasgressori è prevista una sanzione amministrativa del pagamento di una somma da 250,00 € a 1.500,00 €.

## 6. IL SISTEMA INFORMATIVO NAZIONALE FITOSANITARIO

Sempre in materia di organizzazione del Servizio fitosanitario nazionale, la complessità della gestione fitosanitaria del territorio sia nei confronti dei paesi terzi che dell'Unione europea richiede un elevato coordinamento dell'applicazione della normativa fitosanitaria comunitaria e internazionale, nonché la trasmissione delle informazioni tra il Servizio fitosanitario nazionale, nelle sue varie componenti, le Organizzazioni internazionali e i Servizi fitosanitari degli altri Paesi.

In merito a ciò, uno specifico gruppo di lavoro del Servizio fitosanitario nazionale ha già da tempo avviato la realizzazione di un servizio di divulgazione informatizzato, costituito da un sito Internet comune e da una base dati a livello nazionale che permetta una maggiore trasparenza della situazione fitosanitaria e una maggiore collaborazione con i Servizi fitosanitari regionali, l'acquisizione delle informazioni necessarie in tempo reale sia per i Servizi fitosanitari regionali, nonché il soddisfacimento degli impegni internazionali.

Nonostante le difficoltà relative alla necessità di far dialogare i vari sistemi informativi delle Regioni e del Ministero, sono stati creati i data-base, inseriti nel SIAN, relativi al Registro Ufficiale dei Produttori Nazionale comprensivo dei risultati dei controlli, al Registro Nazionale degli Ispettori fitosanitari, ai dati relativi al rilascio dei certificati fitosanitari, nonché ai dati relativi alle intercettazioni delle partite in importazione non conformi.

Il lavoro è ormai terminato e si attende l'invio al SIAN dei dati, raccolti a livello regionale, nell'apposito formato concordato.

Appare evidente l'importanza di disporre di una base dati affidabile, visto che le voci ISTAT hanno accorpamenti non utilizzabili ai fini fitosanitari, che permetta una efficace analisi del settore e diventi la base per lo sviluppo di una corretta elaborazione strategica.

Inoltre, sono già stati avviati i lavori per la predisposizione di una pagina web fitosanitaria nazionale che contenga i seguenti argomenti:

- Struttura, organigramma e competenze del Servizio fitosanitario centrale e dei Servizi fitosanitari regionali.
- Collegamenti (links) ai siti internazionali di settore (IPPC/FAO, WTO, OEPP, ecc.);
- Testi normativi:
  - Normativa internazionale e comunitaria;
  - Normativa nazionale;
  - Normativa regionale;
  - Circolari e note tecniche;
- Elenco nazionale dei laboratori, distinto in:
  - Laboratori ufficiali del Servizio;
  - Laboratori di riferimento e conferma;
  - Laboratori idonei per gli operatori del settore;
- Documentazione tecnica e di aggiornamento;
- News, articolata in:
  - Comunicazioni tecniche;
  - Specifiche problematiche;

- Testi normativi collaterali;
- Links ai siti web delle istituzioni scientifiche di rilevanza per il settore.

## 7. IL SFN: COORDINAMENTO DEL SFC E RUOLO DEI SFR

La struttura del Servizio fitosanitario nazionale, divisa tra Ministero e Regioni, può permettere l'eventualità di una diversa interpretazione sull'applicazione delle norme nazionali e comunitarie da parte dei vari Servizi fitosanitari regionali, che sono i responsabili dell'effettuazione dei controlli. Inoltre i rapporti con le Organizzazioni internazionali devono essere tenuti a livello centrale ed è quindi necessario raccogliere le istanze provenienti dal territorio, nonché diffondere le notizie e i dati internazionali verso i Servizi fitosanitari regionali.

Tutto ciò determina la necessità di un buon livello di coordinamento, per permettere una omogenea applicazione delle normative sul territorio nazionale e la necessaria trasmissione delle informazioni.

Come abbiamo visto, le riunioni periodiche del Comitato fitosanitario nazionale hanno sensibilmente migliorato il confronto tra le parti del Servizio fitosanitario nazionale.

Inoltre il Comitato fitosanitario, per il quale il Servizio fitosanitario centrale svolge le funzioni di presidenza e di segreteria, approfondisce le tematiche complesse istituendo gruppi di lavoro in cui vengono coinvolti ispettori fitosanitari delle varie regioni con il duplice scopo di portare nel gruppo le esperienze regionali, quali la conoscenza dei sistemi produttivi e delle esigenze fitosanitarie del territorio, e condividere le misure che dovranno essere applicate.

Si deve però registrare che, nonostante la nuova definizione delle competenze sia del Servizio centrale che dei Servizi regionali effettuata dal D.Lgs 214/05, non è ancora stata realizzata la corrispondente organizzazione degli uffici.

In funzione delle molteplici competenze è necessario individuare dei referenti di settore che approfondiscano le tematiche, fungano da riferimento all'interno degli uffici e mantengano uno scambio permanente con i referenti degli altri Servizi.

Per quanto detto appare evidente che se il Servizio fitosanitario nazionale non è adeguatamente strutturato vengono rese vane le sue capacità di intervento sia nella protezione fitosanitaria dall'esterno sia nella gestione delle emergenze sul territorio.

Inoltre, la perdita di credibilità a livello europeo e internazionale può avere pericolose ricadute sugli operatori e può portare a condizioni più gravose per l'esportazione dei prodotti nazionali.

La scarsa capacità di soddisfare gli impegni derivanti dai rapporti internazionali produce significativi ritardi nel raggiungimento degli obiettivi e spesso li caratterizza negativamente. È sufficiente pensare alle difficoltà che si incontrano a raccogliere e fornire i dati, oggi necessari, per aprire nuovi mercati per l'esportazione dei nostri prodotti agricoli, con gravi perdite economiche per i nostri produttori.

Da quanto sinora esposto risulta evidente la necessità di dare completa applicazione alle norme contenute nel D.Lgs 214/2005 e perfezionare la riorganizzazione del Servizio fitosanitario nazionale.

A questo riguardo si deve registrare che nella fase di applicazione della normativa, il Servizio fitosanitario centrale e i Servizi fitosanitari regionali hanno riscontrato una serie di errori di redazione nonché alcune inesattezze rispetto ai dettami della normativa comunitaria in materia. Inoltre devono essere apportate alcune integrazioni alle norme sanzionatorie per completare il quadro delle inadempienze.

Pertanto, per ottenere una applicazione compiuta delle norme che regolano il settore fitosanitario, è stata inserita nella legge comunitaria 2007 una nuova delega per la redazione di un testo emendato che nello spirito del D.Lgs 214 risolve i suddetti problemi.

#### RIASSUNTO

Negli ultimi decenni abbiamo assistito a una eccezionale crescita del volume e delle tipologie degli scambi commerciali internazionali, che avvengono con una velocità sempre crescente, e, al contempo, alla richiesta sempre più pressante di ridurre al minimo ogni ostacolo al libero scambio internazionale.

Con l'entrata in vigore dell'Accordo sulle misure sanitarie e fitosanitarie (Accordo SPS), si dà inizio a una profonda trasformazione della filosofia di azione delle Organizzazioni nazionali di protezione delle piante e della loro organizzazione.

Il Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214, introduce numerosi cambiamenti relativamente alle procedure di importazione, esportazione e controllo alla circolazione dei vegetali e dei prodotti vegetali regolamentati, riorganizzare il Servizio fitosanitario nazionale, nonché per la prima volta una disciplina sanzionatoria completa.

Si deve però registrare che, nonostante la nuova definizione delle competenze sia del Servizio centrale che dei Servizi regionali effettuata dal D.Lgs 214/05, non è ancora stata realizzata la corrispondente organizzazione degli uffici.

Per quanto detto appare evidente che se il Servizio fitosanitario nazionale non è adeguatamente strutturato vengono rese vane le sue capacità di intervento sia nella protezione fitosanitaria dall'esterno sia nella gestione delle emergenze sul territorio.

Risulta evidente perciò la necessità di dare completa applicazione alle norme contenute nel D.Lgs 214/2005 e perfezionare la riorganizzazione del Servizio fitosanitario nazionale.

Pertanto per ottenere una applicazione compiuta delle norme che regolano il settore fitosanitario è stata inserita nella legge comunitaria 2007 una nuova delega per la redazione di un testo emendato che nello spirito del D.Lgs 214 risolve i suddetti problemi.

#### ABSTRACT

With transformation the GATT (General Agreement Tariff and Trade) in the WTO (World Trade Organization) it begins a new historical phase for Plant Protection Services of the word, under the point of view of their new rules and their new competences in the international trade as same as under the point of view of their fortify necessary to carry out to the new roles and the new competences.

Among the agreements signed during the Uruguay round (they are signed more than 30.000 pages of agreements) the Agreement on the application of the Sanitary and Phytosanitary measures (SPS Agreement) covers a fundamental importance to the phytosanitary sector, because it confirms the prerogatives of each country to defend our territory for people, animals and plants as same as it establishes the norms to apply sanitary and phytosanitary measures, put them into the context of the reduction of restriction on international trade.

As regard, the phytosanitary measures must to be scientifically justified by the elaboration of pest risk analysis (PRA) and they must to do referenced, when possible, to international standards that they are adopted by International Plant Protection Convention (IPPC) of FAO.

In the last years the International contest asks the vegetables trade more and more fast and it asks to reduce the stop time connected of phytosanitary controls.

The phytosanitary legislations, that they are the only explanations to accept to limit the vegetables trade, more and more must respect the international standards because they justify scientifically their necessity to protect the national territory.

Therefore is necessary to reorganize the National Plant Protection Service to apply the phytosanitary regulations and to maintain and increase the relationship not only to the European Community but with the other phytosanitary International Organization.



VITTORIO ROSSI\*

## Analisi del rischio di introduzione di organismi nocivi per le piante

Il termine globalizzazione fa perno su due aspetti, lo spazio e la sua percezione. La globalizzazione può infatti essere definita come quell'insieme di processi per cui: i) aumentano in numero, e si rafforzano in intensità, i contatti, le relazioni, gli scambi e i rapporti di dipendenza e di interdipendenza fra le diverse aree del mondo; ii) aumenta e si diffonde tra i popoli la consapevolezza dell'esistenza di tali relazioni e della rilevanza che esse assumono per la propria esistenza collettiva e personale (De Benedictis e Helg, 2002). Sebbene tale definizione si possa riferire ai diversi livelli delle relazioni sociali, essa trova la sua maggiore espressione sul piano economico: la globalizzazione è fondamentalmente la tendenza dell'economia ad assumere una dimensione mondiale, anche se poi il fenomeno economico della crescente integrazione dei mercati dei beni, dei servizi e dei fattori produttivi può dar luogo a implicazioni politiche, culturali e ambientali, e non è privo di rischi (Beck, 1999).

La globalizzazione ha profondamente modificato il movimento di merci e persone, sia come quantità che come velocità, ha creato nuove vie commerciali, nuove modalità di trasporto, nuovi prodotti e tipologie di confezionamento. Tutto ciò si ripercuote sul movimento degli organismi (Vitousek et al., 1997; Levine e D'Antonio, 2003) che trovano alloggio nelle merci, nei mezzi di trasporto, negli imballaggi, nei bagagli dei viaggiatori, ecc. Una volta introdotti in un nuova area, questi organismi possono trovare condizioni idonee all'insediamento e alla diffusione, spesso favoriti dalla assenza di parassiti o antagonisti naturali. Gli effetti sugli agro-ecosistemi possono essere molto gravi, in termini economici, sociali e ambientali (Mack et al., 2000; Perings

\* *Istituto di Entomologia e Patologia Vegetale, Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Piacenza*

et al., 2000; Pimentele et al., 2000), tanto da far coniare un termine specifico per questi organismi, quello di “bioinvasori” o “specie aliene invasive”.

Nella prima parte di questo lavoro, il rischio di introduzione di organismi nocivi per le piante viene analizzato nel contesto più ampio delle bioinvasioni. Nella seconda parte vengono presi in considerazione i metodi di analisi del rischio relativo alla introduzione degli organismi nell’ambito delle norme fitosanitarie previste dall’ISPM (*International Standard for Phytosanitary Measures*), cercando di metterne in luce i limiti e gli aspetti critici. Nell’ultima parte, vengono passati brevemente in rassegna i possibili contributi che nuove metodiche e tecniche di indagine possono fornire per risolvere i punti critici delle attuali procedure di analisi del rischio.

## I. LE SPECIE ALIENE INVASIVE

Vengono definite come IASs (*Invasive Alien Species*) le specie (o i *taxa* di rango inferiore) che, grazie all’azione intenzionale o accidentale dell’uomo, vanno a occupare un’area geografica diversa da quella che avevano in passato o che hanno al momento attuale (CBD, 2001). Questa definizione, che si applica a tutti gli organismi, i microrganismi, i virus e i viroidi, implica un ruolo attivo dell’uomo, sia esso volontario, come quando importa nuove specie vegetali a scopo produttivo o ornamentale, oppure accidentale, come nel caso in cui introduce insetti che albergano nei materiali usati per gli imballaggi (Genovesi e Shine 2004).

La movimentazione antropica degli organismi viventi è storia antica quanto quella dell’uomo: oltre il 90% delle colture agrarie, come il grano, il mais e il riso sono specie esotiche (Pimentel, 2002). Nel campo della patologia vegetale, è noto come *Phytophthora infestans*, agente della peronospora della patata, sia stata introdotta in Europa intorno al 1830 per mezzo di tuberi infetti, divenendo poi responsabile delle gravissime carestie verificatesi nel Nord Europa nella seconda metà del 1800. *Ceratocystis fimbriata*, agente del cancro colorato del platano, è comparsa per la prima volta nel 1954 a Caserta, dove ha poi compromesso le piante secolari che costituivano l’alberatura monumentale del viale di accesso alla reggia, dopo essere stata presumibilmente introdotta dall’America durante la seconda guerra mondiale per mezzo del legno delle casse di munizioni, quando la reggia divenne sede delle forze alleate nel Mediterraneo.

Nondimeno il tema delle IASs è di grande attualità scientifica e trova spazio anche nei palinsesti di quotidiani e televisioni. Il punto è che la bioinvasione

ha fatto registrare una forte accelerazione: i) il commercio internazionale vede oggi miliardi di persone e tonnellate di merci spostarsi da un capo all'altro del pianeta (nella seconda metà del 1900 il commercio globale è cresciuto di 20 volte), con viaggi di poche ore; ii) nelle reti commerciali sono entrati, in modo sempre più consistente, nuovi Paesi emergenti come la Cina e l'India, e anche la stessa Unione Europea (UE) va allargando progressivamente le proprie frontiere; iii) le barriere e i vincoli doganali tendono a ridursi o a cadere per le politiche di libero scambio (Shine, 2006); iv) gli ecosistemi naturali sono più vulnerabili all'invasione a causa del crescente disturbo antropico e della progressiva frammentazione di tutti i tipi di biomi (Mooney e Hobbs, 2001); v) i mutamenti climatici modificano gli areali di diffusione naturale degli organismi viventi (Parmesan e Yohe, 2003).

Inoltre, è fortemente cresciuta, anche nell'opinione pubblica, l'attenzione per i danni che possono derivare dalla bioinvasione, a livello di salute umana (basti pensare alla zanzara tigre e alla trasmissione del virus Chikungunya), degli animali (come il virus della aviaria, malattia infettiva contagiosa altamente diffusiva, dovuta a un virus influenzale che colpisce diverse specie di uccelli selvatici e domestici) o delle piante (come per il punteruolo rosso delle palme), come pure di equilibrio ambientale e biodiversità (Ledig, 1992): negli USA è stato stimato che il 40% delle specie estinte è imputabile a piante, predatori o patogeni invasori (Pimentel et al., 2005), tanto che l'U.S. Department of Interior (1998) è arrivato a definire la bioinvasione come un "olocausto ecologico".

Le reali dimensioni del fenomeno sono difficili da determinare. Nei soli USA i costi dovuti alle IASs ammontano a 120 bilioni di dollari all'anno (Pimentel et al., 2005), mentre a livello globale il costo della bioinvasione è stimata in 314 bilioni di dollari all'anno (Pimentel et al., 2001).

Per quanto concerne l'Europa, la Convezione di Berna ha definito una strategia sulle IASs (*European Strategy on Invasive Alien Species*, raccomandazione n. 99/2003) e ha chiamato gli Stati membri a porre in essere misure per prevenirne l'introduzione. Genovesi e Scalera (2007) hanno redatto una meta-lista delle IASs basata su diverse banche dati europee, la quale include 515 specie. Il 75% di queste interessa il comparto dell'agricoltura, il 18 % quello dell'ambiente e il 6% l'ambiente in senso lato. Per quanto concerne il comparto agricolo, le quote maggiori riguardano gli insetti (39% delle IASs), le piante infestanti (20%) e i funghi fitopatogeni (17%); nematodi, fitovirus e procarioti completano il quadro complessivo (fig. 1). Queste specie possono essere considerate un sottoinsieme delle IASs: gli organismi nocivi di interesse fitosanitario (Schrader e Unger, 2003).

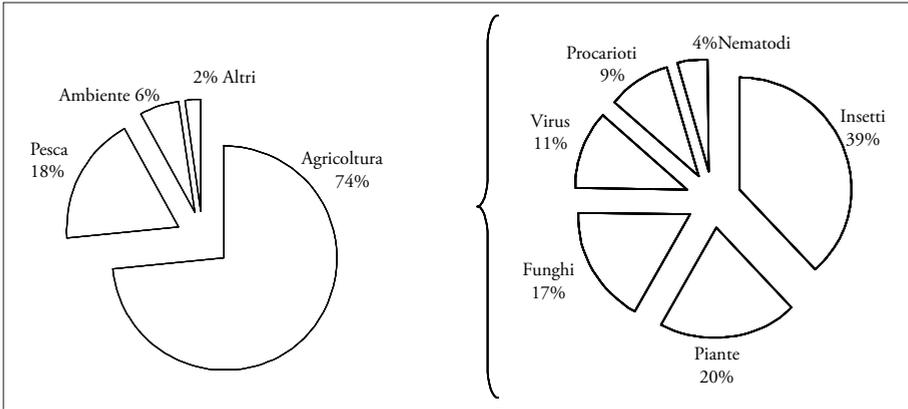


Fig. 1 Distribuzione percentuale delle 515 specie aliene invasive incluse nella meta-lista europea redatta da Genovesi e Scalera (2007)

2. GLI ORGANISMI NOCIVI DI INTERESSE FITOSANITARIO

Secondo la definizione IPPC (*International Plant Protection Convention*; FAO, 1997), sono considerati organismi nocivi (*pests* secondo la terminologia anglosassone) le specie, i ceppi o i biotipi, di piante, animali o agenti pato-

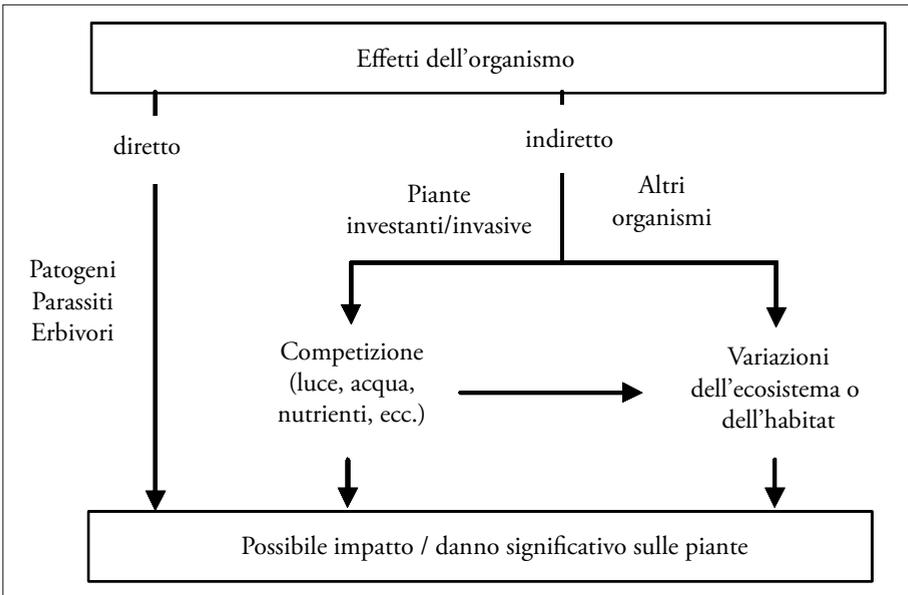


Fig. 2 Schema semplificato per valutare se un organismo può essere considerato nocivo e quindi soggetto alla normativa fitosanitaria prevista dall'IPPC (da Schrader e Unger, 2003, modificata)

geni dannosi per le piante o i loro prodotti, in modo sia diretto che indiretto (Schrader e Unger, 2003; fig. 2). Per essere di interesse fitosanitario, ossia oggetto delle misure previste dall'IPPC, questi organismi devono avere un potenziale impatto economico per l'area di nuova introduzione e non essere ancora presenti, oppure presenti con una distribuzione limitata e già oggetto di misure ufficiali di controllo.

In base agli accordi ratificati nell'IPPC e nel SPS (*Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures*) del WTO (*World Trade Organisation*), i Paesi possono applicare e mantenere misure fitosanitarie alle frontiere solo nei confronti di quegli organismi per i quali esistono specifiche valutazioni scientifiche relative ai rischi connessi alla loro introduzione.

Gli standard internazionali dell'IPPC (*International Standards for Phytosanitary Measures*, ISPMs), e in particolare l'ISPM n. 11 (FAO, 2004), definiscono le procedure per effettuare le analisi del rischio relativo all'introduzione degli organismi nocivi, sotto l'acronimo di PRA (*Pest Risk Analysis*). Più propriamente la PRA è un processo di valutazione delle conoscenze scientifiche di natura biologica ed economica che permette di definire se un organismo deve essere soggetto a restrizioni e l'entità delle misure fitosanitarie da adottare (FAO, 1997).

A livello europeo, la prevenzione dell'introduzione e della diffusione degli organismi nocivi nel territorio dell'Unione Europea (UE) e dei singoli Stati membri, è regolamentato dalla direttiva del Consiglio 2000/29/CE. Per raggiungere questo scopo, vengono definiti i diritti e i doveri ai quali gli Stati membri devono attenersi al fine di disciplinare gli spostamenti di vegetali o prodotti vegetali sul loro territorio e per regolare l'introduzione nella CE di vegetali o prodotti vegetali provenienti da Paesi terzi. Allo stesso modo, ai Paesi terzi che intendono esportare nella CE vengono imposti obblighi precisi.

### 3. L'ANALISI DEL RISCHIO

Il termine "rischio" viene utilizzato in modi diversi a seconda del contesto. In termini generali, esso include due aspetti: i) la probabilità che accada un evento negativo e ii) il suo potenziale impatto nel momento in cui accade (Kaplan e Garrick, 1981).

L'analisi del rischio (*risk analysis*) è quindi un processo complesso di indagine scientifica che si compone di quattro fasi fondamentali tra loro interconnesse (fig. 3): i) inizio (*initiation*); ii) valutazione (*risk assessment*), gestione (*risk management*); iii) comunicazione (*risk communication*). Questa analisi

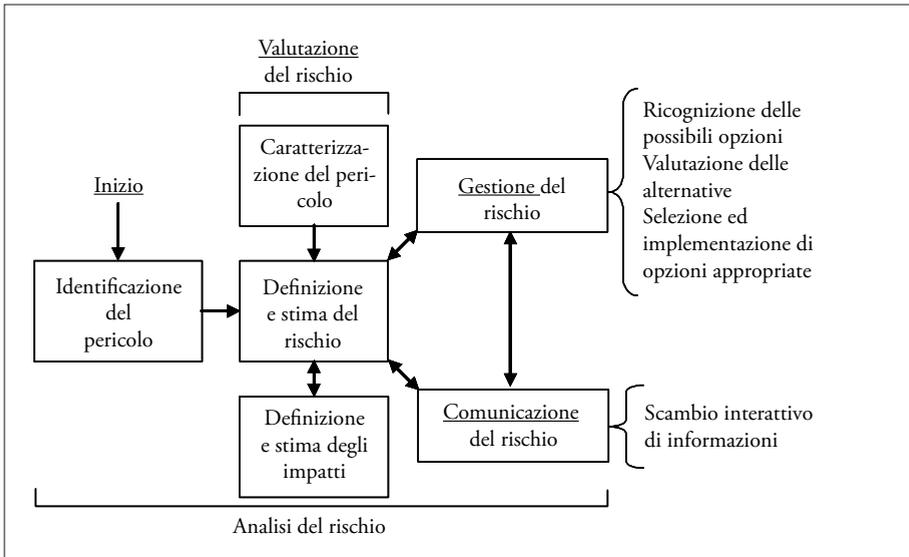


Fig. 3 Schema generale delle procedure di analisi del rischio, con le quattro componenti principali (inizio, valutazione, gestione e comunicazione) e le loro interazioni

ha il compito principale di fornire, sulla base delle conoscenze disponibili, una valutazione del rischio a chi è deputato a prendere decisioni su come gestire e comunicare tale rischio. Nondimeno la valutazione del rischio non può prescindere dalla possibilità di applicare misure efficaci di gestione e comunicazione del rischio stesso. Ad esempio, la valutazione del rischio di insediamento di un nuovo agente di malattia non può non tener conto della possibilità di individuarne precocemente i focolai, di informare in modo tempestivo gli enti preposti a prendere decisioni sulle misure di eradicazione, di allertare rapidamente gli operatori e infine della disponibilità di misure di eradicazione rapide ed efficaci.

#### 4. L'ANALISI DEL RISCHIO APPLICATA AGLI ORGANISMI NOCIVI

In questo contesto, il rischio è la probabilità di introduzione di un organismo nocivo (Levesque e Eaves, 1996). Il concetto di "introduzione" è complesso. Secondo la terminologia proposta dalla FAO (2006) l'introduzione consiste nell'ingresso e nell'insediamento di un organismo in un'area geografica in cui l'organismo stesso risultava assente. Di fatto il termine include una serie di passaggi che vanno dalla situazione nell'area di origine, alla capacità

dell'organismo di trovare alloggio nei materiali movimentati, alla sua sopravvivenza durante il trasporto, all'ingresso vero e proprio e al successivo insediamento nella nuova area, fino alla possibilità di ulteriore diffusione alle aree limitrofe.

L'ISPM n. 11 definisce, come detto, le procedure di PRA tenendo conto della suddetta complessità. Esso però non fornisce uno schema operativo logico capace di offrire un supporto decisionale a chi è deputato a trarre conclusioni operative. Per soddisfare questa necessità, sono stati sviluppati vari schemi di PRA. A livello europeo, l'EPPO ha elaborato delle linee guida (EPPO, 1997) per le NPPOs (*National Plant Protection Organisations*), che vengono periodicamente aggiornate (EPPO, 2006). La CE, nell'ambito della normativa comunitaria del settore alimentare, ha creato l'EFSA (*European Food Safety Authority*), con lo scopo di fornire pareri, supporto scientifico e tecnico per la legislazione e le politiche comunitarie in tutti i campi che hanno un impatto diretto o indiretto sulla sicurezza alimentare, inclusa la salute delle piante. La CE ha così separato le attività di valutazione del rischio (in carico all'EFSA) da quelle di gestione del rischio (proprie della CE). Per fronteggiare la crescente richiesta di pareri scientifici, nel 2006 è stato creato presso l'EFSA un *panel* di esperti scientifici indipendenti sulla salute delle piante, per la valutazione del rischio fitosanitario di organismi potenzialmente dannosi per le produzioni agricole e/o la biodiversità della UE. I pareri scientifici sinora pubblicati dal *panel* ([http://www.efsa.europa.eu/EFSA/ScientificPanels/efsa\\_locale-1178620753812\\_PLH.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/ScientificPanels/efsa_locale-1178620753812_PLH.htm)) hanno riguardato la valutazione del rischio fitosanitario relativo a specie di piante invasive e a organismi dannosi per gli agrumi.

L'analisi del rischio inizia con l'individuazione di un nuovo organismo nocivo, un nuovo canale di ingresso (importazione di vegetali da un nuovo Paese o di nuove piante o loro prodotti), oppure un cambiamento delle politiche correnti. La fase iniziale coinvolge anche l'identificazione dell'area geografica oggetto dell'analisi (l'intera Europa o un singolo Stato membro) e la raccolta delle informazioni e dei dati disponibili. La fase successiva, quella di valutazione del rischio, riveste un ruolo cruciale nella PRA.

#### 4.1 *La valutazione del rischio*

Un possibile schema logico di valutazione del rischio in PRA è raffigurato in figura 4. Lo schema inizia con la caratterizzazione dell'organismo nocivo, con particolare riferimento alla sua denominazione e posizione tassonomica, alla

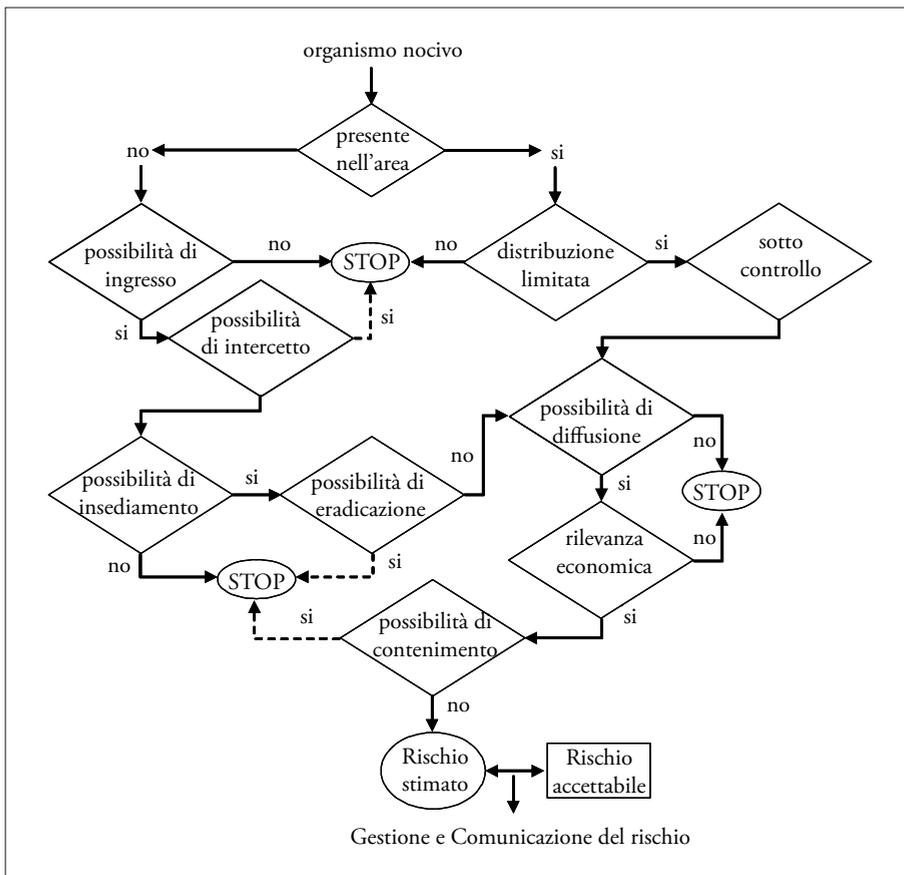


Fig. 4 Possibile schema di valutazione del rischio relativo alla introduzione di un organismo nocivo

eventuale relazione con altri organismi nocivi, e ai metodi per identificarlo in modo chiaro e univoco. In questa fase è anche necessario definire lo stato dell'organismo in relazione all'area di PRA, se è assente oppure presente o se, essendo già presente nell'area, non ha ancora raggiunto i limiti del suo potenziale areale di diffusione ("distribuzione limitata") ed è già soggetto a misure di controllo.

Lo schema permette di determinare un livello finale di rischio attraverso un procedimento di "definizione" e "stima", per passi successivi, di tutti gli elementi di rischio, dei possibili interventi e dei potenziali impatti economici e/o sociali. Il procedimento può interrompersi in un qualsiasi passaggio in cui il rischio si annulla. Ad esempio, per malattie trasmesse da vettori, con un rapporto di dipendenza obbligata, il rischio si annulla in assenza dei vettori



Fig. 5 *Principali elementi di rischio relativi all'entrata e all'insediamento di un organismo nocivo lungo la filiera del trasporto dall'area di origine a quella di rischio*

naturali e di possibili vettori alternativi ai quali il patogeno può adattarsi. Al termine del processo di valutazione, il confronto fra il livello di rischio stimato e il livello accettabile porta a decidere le misure di gestione e comunicazione del rischio.

Il termine “definizione” fa riferimento alla elencazione degli elementi di rischio e il termine “stima” alla dimensione di ciascun elemento di rischio (livello di probabilità); lo stesso dicasi per gli interventi e gli impatti. Gli elementi di rischio vengono definite in base alle conoscenze relative all'organismo (biologia, ecologia ed epidemiologia) e alle sue modalità di movimentazione commerciale e naturale (fig. 5).

La probabilità associata a ciascun elemento di rischio viene stimata utilizzando due approcci: quello quantitativo e quello qualitativo. La stima qualita-

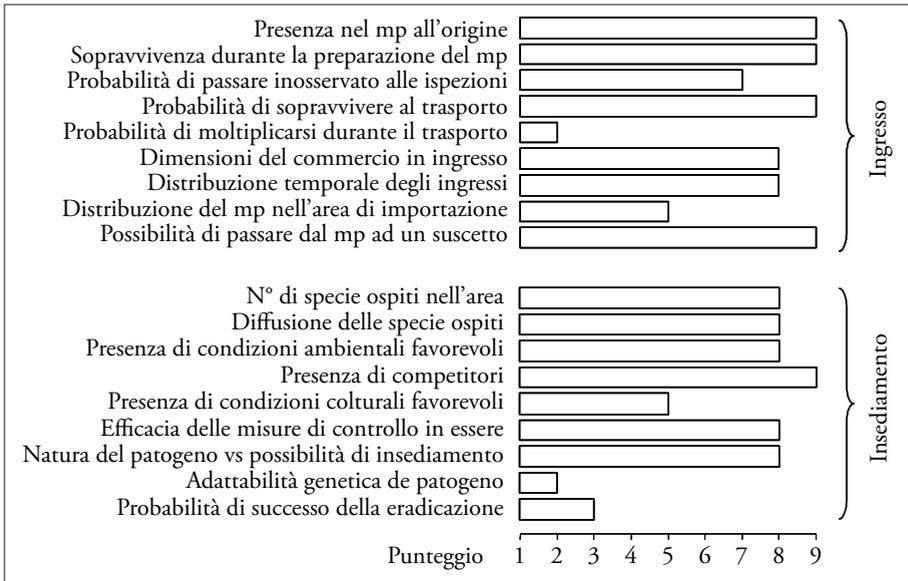


Fig. 6 *Tipologie di rischio e corrispondenti livelli di probabilità (in scala 1 – 9) per l'analisi del rischio relativa all'introduzione di X. campestris pv. dieffenbachiae in Europa mediante il materiale di propagazione (mp) (da Janse e Lambers, 2003, rielaborata)*

tiva si basa sulla trattazione delle informazioni disponibili in modo descrittivo e categorico. Essa è utilizzata quando vi è carenza di dati, oppure per analisi preliminari tese a valutare se il rischio è tale da meritare una valutazione più approfondita. Il metodo quantitativo poggia sull'analisi statistico-matematica di dati numerici e richiede un maggior impiego di tempi e risorse. Una analisi quantitativa condotta con dati insufficienti, modelli e/o tecniche non adeguate è però meno affidabile di un'analisi qualitativa. In alternativa è possibile utilizzare un approccio misto, quantificando solo gli aspetti per i quali sono disponibili dati e metodi affidabili (Vose, 2001).

#### 4.1.1 Stima qualitativa del rischio

La stima qualitativa descrive e categorizza le informazioni disponibili con lo stesso rigore e sistematicità di quella quantitativa. Il rischio viene descritto nei suoi contenuti e suddiviso in categorie in modo soggettivo da chi effettua l'analisi (ad esempio da basso a alto, da raro a quasi certo), anche attraverso l'attribuzione di punteggi (ad esempio da 1 a 9; EPPO, 1997) o probabilità (ad esempio da  $0-10^{-6}$  fino a  $0,7-1$ ; Wilson e Be-

PUNTEGGIO	NUMERO DI PATHWAYS	VOLUME (IN t) DEL PRODOTTO IMPORTATO	FREQUENZA DELLE IMPORTAZIONI	NUMERO DI SPECIE OSPITI NELL'AREA DI PRA
1	1	<1	Una volta all'anno	1
2	2 -10	1-10	Più volte ma in un solo mese	2 -4
3	11-100	11-100	In 2 diversi mesi	5-10
4	101-250	101-1000	Fino a 3 mesi	11-18
5	251-500	1001-10000	Fino a 4 mesi	19-25
6	501-1000	10001-50000	Fino a 6 mesi	26-50
7	1001-5000	50001-75000	Fino a 8 mesi	51-100
8	5001-10000	75001-100000	Fino a 10 mesi	101-200
9	>10000	>100000	Ogni mese	>200

Tab. 1 *Descrittori dei punteggi da attribuire ad alcuni elementi di rischio previsti dallo schema di PRA dell'EPPO (MacLeod e Baker, 2003)*

ckett, 2001). Nell'esempio della figura 6 sono riportate alcune tipologie di rischio e i corrispondenti livelli di probabilità (in scala 1 – 9) per una PRA relativa all'introduzione di *Xanthomonas campestris* pv. *dieffenbachiae* in Europa, effettuata secondo lo schema dell'EPPO (Janse e Lammers, 2003).

Allo scopo di rendere più oggettiva la attribuzione dei punteggi, MacLeod e Baker (2003) hanno fornito delle chiavi descrittive dei diversi punteggi da attribuire alle tipologie di rischio previste dallo schema dell'EPPO. Ad esempio, i punteggi relativi al numero di possibili vie d'ingresso sono descritti secondo la tabella 1. Il numero di *pathways* (ossia possibili modalità d'ingresso) può sembrare molto elevato, ma è necessario tener conto che per *pathway* si intende un prodotto vegetale, confezionato in un determinato modo, trasportato secondo una specifica modalità, da un Paese esportatore. In questo modo il numero di *pathways* ( $N_{pat}$ ) deriva dalla seguente formula:

$$N_{pat} = g \cup h \cup c$$

dove  $g$  è il numero di Paesi in cui l'organismo è presente,  $h$  è il numero di ospiti vegetali,  $c$  è il numero di modalità di commercializzazione, mentre  $\cup$  è il simbolo di unione.

Al termine del processo di valutazione, le stime relative ai diversi elementi di rischio vengono combinate fra loro per ottenere un valore finale di rischio. Sono stati proposti vari metodi per esprimere in modo sintetico tale valore finale, basati su medie semplici, ponderate o probabilità condizionate, ma il problema rimane aperto. La valutazione finale viene spesso espressa mediante frasi di rischio (tab. 2). Il metodo di *Biosecurity* Australia (Wilson e Beckett,

Probabilità di introduzione	Le vie di ingresso sono costituite da piante di quercia, prodotti a base di legno e corteccia, suolo, materiale vivaistico di altre specie ospiti. L'insediamento è probabile in presenza di rododendri. Il clima nell'attuale area di diffusione è simile a quello dell'Europa centrale e meridionale; un'ampia distribuzione in Europa è quindi possibile.
Possibili impatti	Molto incerti. La suscettibilità delle querce europee non è nota. Le querce autoctone hanno un ruolo ambientale rilevante, le altre specie sono piantate a scopi ornamentali.
Conclusione	La malattia è grave per la quercia e può interessare altre specie. Si raccomandano misure per limitare le possibilità di ingresso e di diffusione in Europa.

Tab. 2 *Risultati e conclusioni della PRA relativa a Phytophthora ramorum condotta dall'UK Central Science Laboratory & Forest Research (2001)*

2001) è abbastanza semplice e permette una combinazione oggettiva, seppur sempre di tipo categorico (tab. 3).

L'approccio qualitativo presenta alcune criticità riguardanti la coerenza fra le valutazioni fatte da esperti diversi e il livello di incertezza dovuto a informazioni mancanti, incomplete o contrastanti. Inoltre, esso si presta a interpretazioni da parte di chi è chiamato a utilizzare i risultati per attivare procedure di gestione e comunicazione del rischio. Bisogna comunque considerare che in presenza di incertezze, per dati carenti o poco affidabili, le "parole sono più esaurienti e informative dei numeri" (Jablonowski, 1994).

CATEGORIE PER L'INSEDIAMENTO	CATEGORIE PER L'INGRESSO					
	Irrilevante	E. bassa	M. bassa	Bassa	Media	Alta
Alta	1	2	3	4	5	6
Media	1	2	3	4	4	5
Bassa	1	2	3	3	4	4
Molto bassa	1	2	2	3	3	3
Estremamente bassa	1	1	2	2	2	2
Irrilevante	1	1	1	1	1	1

Tab. 3 *Matrice per la valutazione della probabilità combinata relativa al rischio di ingresso e insediamento di un organismo nocivo, secondo la procedura di Biosecurity Australia (Wilson e Beckett, 2001): il rischio combinato aumenta passando da 1 a 6*

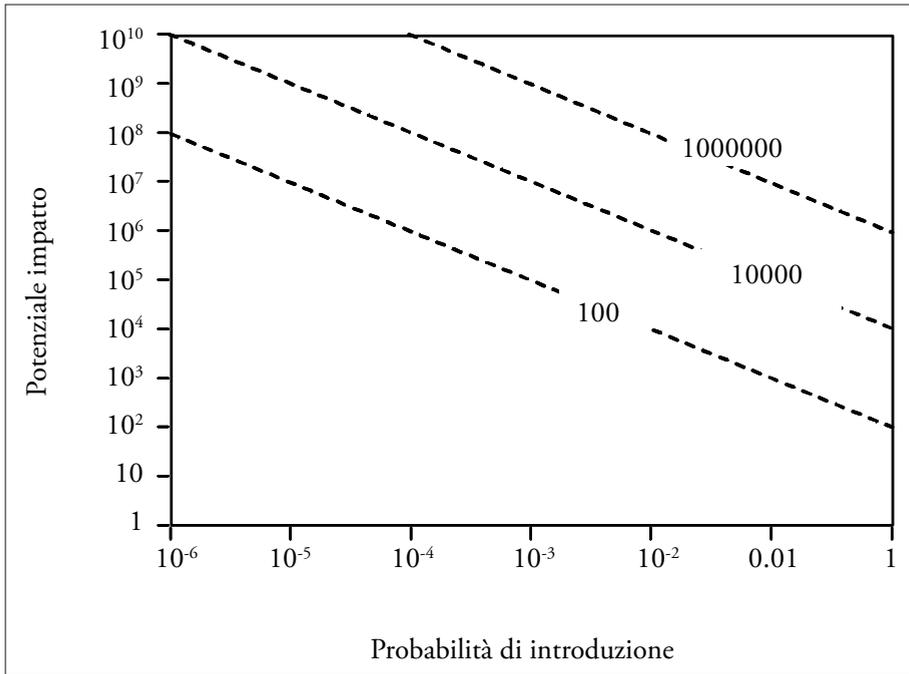


Fig. 7 Linee di isorischio calcolate in base alla probabilità di introduzione di un organismo nocivo e il suo potenziale impatto (in \$ USA)

#### 4.1.2 Stima quantitativa del rischio

La stima quantitativa è complessa e difficile da applicare per gli organismi nocivi a causa della carenza di dati completi e sufficientemente affidabili, della necessità di utilizzare competenze multi-disciplinari e metodi messi a punto per altre discipline, spesso non sufficientemente collaudati per l'uso specifico (MacLeod e Baker, 2003). Nondimeno, esiste un crescente interesse affinché la PRA sia sempre più di tipo quantitativo (Gray et al., 1998), e non mancano lavori in questo settore (Harris et al., 1999; Firko e Podleckis, 2000; Rafoss, 2003; Sgrillo, 2006). Per esempio, Yamamura e Katsumata (1999) hanno portato a termine una valutazione quantitativa completa del rischio di introduzione di insetti con le merci.

Sgrillo (2006) ha sviluppato un interessante approccio modellistico all'analisi quantitativa del rischio di introduzione degli organismi nocivi. In breve, esso si basa sul concetto che:

$$\text{Rischio} = \text{Impatto potenziale} * P(\text{introduzione}) \quad [1]$$

dove: P(introduzione) è la probabilità di introduzione (comprensiva di ingresso e insediamento).

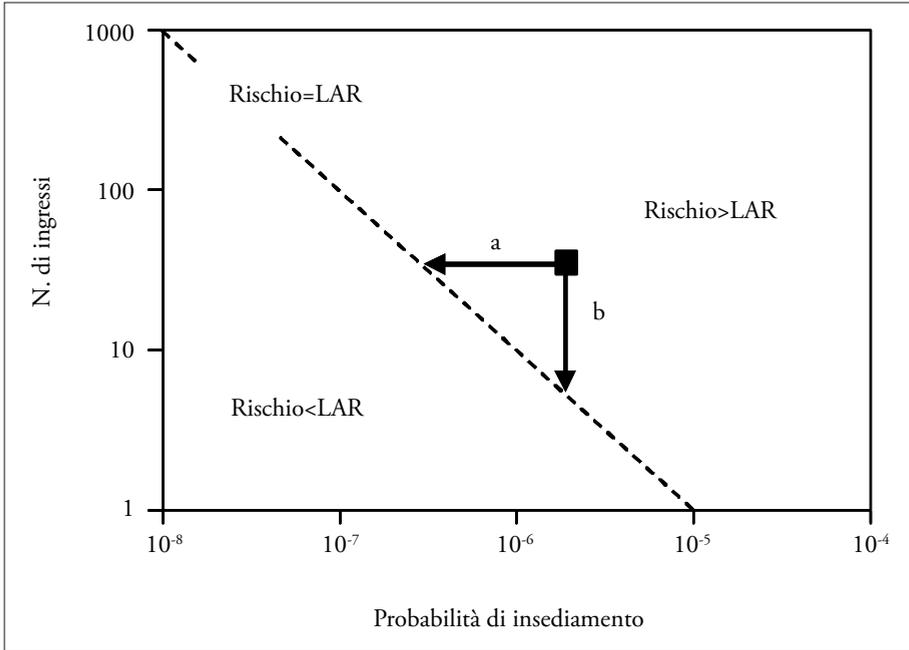


Fig. 8 Relazione fra il numero di individui in ingresso e probabilità di insediamento di ogni individuo nella nuova area. La linea tratteggiata rappresenta l'equilibrio fra il rischio calcolato e il livello accettabile di rischio (LAR) e divide il piano in due aree in cui il rischio è maggiore o minore del LAR. Il punto rappresenta la situazione di un organismo nocivo per cui il rischio di introduzione è superiore a quello accettabile. Le frecce a e b indicano l'entità delle azioni da intraprendere per ridurre la probabilità di insediamento e il numero di ingressi, rispettivamente

In base alla equazione [1] è possibile definire delle linee di iso-rischio derivanti dalla combinazione della probabilità di introduzione e del conseguente impatto potenziale (fig. 7).

Una volta definito il Livello Accettabile di Rischio (LAR), è possibile determinare che la Probabilità Accettabile di introduzione è:

$$PA(\text{introduzione}) = \text{LAR} / \text{Impatto potenziale} \quad [2]$$

La probabilità reale di introduzione è invece calcolata come:

$$P(\text{introduzione}) = 1 - [1 - P(\text{ingresso}) * P(\text{insediamento})]^{N. \text{ lotti}} \quad [3]$$

dove:  $P(\text{ingresso})$  è la probabilità di ingresso per ogni lotto di materiale importato, che equivale al numero di individui dell'organismo nocivo alloggiati in ciascun lotto di materiale in ingresso (o prevalenza);  $P(\text{insediamento})$  è la probabilità di insediamento di ciascun individuo;  $N. \text{ lotti}$  è il numero di lotti in ingresso.

È possibile anche calcolare:

$$N. \text{ ingressi} = N. \text{ lotti} * \text{prevalenza} \quad [4]$$

$$N. \text{ introdotti} = N. \text{ ingressi} * P(\text{insediamento}) \quad [5]$$

$$N. \text{ accettabile} = LAR/P(\text{introduzione}) \quad [6]$$

dove: N. ingressi e N. introdotti è il numero di unità dell'organismo nocivo entrati e insediati, rispettivamente, mentre N. accettabile è il numero accettabile in rapporto al LAR.

Questo approccio permette di confrontare numericamente la probabilità di introduzione con il livello accettabile di rischio e, nel caso in cui la probabilità sia superiore, determinare le possibili strategie per raggiungere almeno l'uguaglianza (fig. 8). Ad esempio, è possibile calcolare il livello di efficienza necessaria per i controlli alle dogane, in termini di lotti intercettati, oppure il livello di efficacia necessario per le misure di sanizzazione sui materiali in ingresso, in termini di mortalità dell'organismo alloggiato nei materiali stessi:

$$\text{Efficacia controlli} = [N. \text{ ingressi} - (N. \text{ accettabile} * 1/P(\text{introduzione}))]/N. \text{ ingressi} \quad [7]$$

$$\text{Mortalità} = 1 - [LAR/(N. \text{ lotti} * P(\text{ingresso}) * P(\text{insediamento}) * \text{Impatto potenziale})] \quad [8]$$

## 5. NUOVI STRUMENTI PER L'ANALISI DEL RISCHIO

Come evidenziato nei punti precedenti, gli aspetti più critici dell'analisi del rischio riguardano la disponibilità di dati completi e affidabili, l'analisi di questi dati in modo da trarne stime quantitative, i metodi per combinare fra loro le stime in modo sintetico e oggettivo, tenendo conto anche del livello di incertezza. Gli strumenti descritti nei punti seguenti possono contribuire a risolvere queste criticità.

### 5.1 *Le banche dati*

Una PRA richiede una mole notevole di dati concernenti differenti aspetti. Negli ultimi anni sono state sviluppate banche dati (DBs) elettroniche disponibili sul web o su CD-rom che rispondono a varie esigenze della PRA.

I dati e le informazioni su biologia, ecologia ed epidemiologia degli organismi dannosi, sul loro attuale areale di diffusione, sui metodi di diagnosi e identificazione sono disponibili su: CABI (*Crop Protection Compendium*; [www.cabi.org/compendia/cpc/](http://www.cabi.org/compendia/cpc/)), PQR (*Plant Quarantine data Retrieval*

*system* dell'EPPPO; [www.eppo.org/DATABASES/databases.htm](http://www.eppo.org/DATABASES/databases.htm)), portale IPPC ([www.ippc.int](http://www.ippc.int)), GISP (*Global Invasive Species Databases*; [www.gisp.org](http://www.gisp.org)), NOBANIS (*North European and Baltic Network on Invasive Alien Species*; [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org)), risultati dei progetti finanziati dall'UE, DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*; [www.daisie.ceh.ac.uk](http://www.daisie.ceh.ac.uk)), FORTHREATS (*An European Network on Emerging Diseases and Invasive Species Threats to European Forest Ecosystems*), ALARM (*Assessing Large-scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods*; [www.alarmproject.net](http://www.alarmproject.net)). Questi DBs rendono disponibili informazioni complete o solo parziali per centinaia di organismi. Rimane però il problema che esse non sono uniformi, non sono disponibili sulla stessa piattaforma e non sempre sono facili da consultare.

Dati sui volumi delle merci movimentate fra le aree di attuale diffusione dell'organismo nocivo e l'area di interesse per la PRA possono essere reperite nei DBs FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>) ed EUROSTAT (<http://fd.comext.eurostat.cec.eu.int/xtweb/>), anche se spesso in forma aggregata.

Le banche di dati meteorologici possono fornire un supporto per valutare la possibilità che l'organismo alieno possa insediarsi e diffondersi in una nuova area, in relazione alle condizioni presenti nell'area di attuale diffusione. Su internet sono disponibili molti dati meteorologici. Ad esempio, è possibile accedere al sito della WMO (<http://worldweather.wmo.int/>) e da questo ai dati climatici di molte località in tutto il mondo, oltre che ai collegamenti con i servizi meteorologici nazionali.

Il programma CLIMEX (Skarratt et al., 1995) permette di confrontare i dati climatici di differenti località nel mondo e di calcolare indici di similarità (Sutherst e Maywald, 1985). È così possibile scegliere una località entro l'area di attuale diffusione dell'organismo di interesse e confrontarla con le località della area di interesse per la PRA: indici elevati indicano una elevata similarità e quindi una probabilità alta di insediamento e diffusione. Siccome il semplice confronto dei dati climatici può non essere esaustivo (Baker et al., 1998), è possibile inserire i parametri ecologici specifici per l'organismo (ad esempio temperature cardinali per lo sviluppo) e ottenere informazioni sulla sua adattabilità alle condizioni ambientali dell'area di PRA.

Il software FloraMap (<http://www.floramap-ciat.org/>) consente di prevedere la distribuzione geografica di piante e altri organismi di cui non sono note le esigenze ecologiche. Il programma assume che il clima nelle zone di origine sia rappresentativo delle condizioni ambientali a cui l'organismo si adatta. Il clima di queste zone viene quindi usato per costruire un modello probabilistico sulla cui base il programma genera mappe della probabilità di

diffusione dell'organismo per un'area di interesse o su tutta la superficie terrestre, mediante un database climatico.

### 5.2 I Sistemi Informativi Geografici (GISs)

I Sistemi Informativi Geografici (GISs) sono applicazioni software dedicate all'acquisizione, gestione, archiviazione e presentazione di dati territoriali, cioè di informazioni relative a entità georeferenziate (caratterizzate da una posizione geografica). A ogni entità vengono associate coordinate di latitudine e longitudine, assieme a un insieme pressoché infinito dei suoi attributi. I GISs si basano sulla integrazione di due capisaldi dell'innovazione informatica: i) i sistemi CAD di disegno computerizzato che permettono il disegno delle entità geografiche, e ii) le banche dati relazionali, che consentono l'immagazzinamento dei dati e delle informazioni legate a queste entità. I GISs permettono quindi un legame tra ogni entità geografica di una carta e un record di un database.

In commercio sono disponibili numerosi sistemi GIS, i quali rendono disponibili funzioni per inserire e modificare le caratteristiche degli elementi spaziali, visualizzare la cartografia con l'ausilio di strumenti di zoom (ingrandimento), pan (spostamento su altre aree della mappa), info (visualizzazione dei dati alfanumerici associati ai punti geografici), effettuare analisi di vicinanza, inclusione, ecc., come pure analisi tematiche sulle informazioni associate agli elementi geografici. Inoltre, molti sistemi GIS effettuano un'analisi geostatistica dei dati spaziali disponibili, rendendo così possibile la stima delle caratteristiche dei punti di cui non si dispongono dati (per interpolazione) e la valutazione dell'attendibilità statistica della interpolazione (Houlding, 2000).

I GISs sono stati ampiamente usati per la valutazione del rischio ambientale (Stein et al., 1995) e vi sono applicazioni anche nel campo della PRA (Seem, 1993; Dobesberger e MacDonald, 1993; Rejeski, 1993; Baker, 1994; Raisio et al., 1995; Rafoss, 2003).

### 5.3 I modelli climatici

I modelli climatici differiscono sostanzialmente da quelli meteorologici. I modelli meteorologici si occupano delle previsioni a breve termine delle condizioni meteorologiche (tipicamente 7-10 giorni); essi descrivono l'atmosfera in modo

dinamico, mentre tutto ciò che sta alla sua interfaccia, e che può influenzarne il comportamento, viene considerato come un fattore esterno che resta inalterato per il periodo di previsione (ad esempio la quantità di radiazione solare o la temperatura superficiale dei mari). I modelli climatici tendono a prevedere il clima per un periodo molto più lungo (ad esempio un trentennio) e per questo motivo i sistemi di interfaccia con l'atmosfera non possono più essere considerate costanti, ma devono essere inclusi con una loro dinamica: i vari sottosistemi che formano il sistema terra (scambi di calore tra oceano e atmosfera, loro composizione e circolazione, radiazione solare, posizione dei continenti e dei ghiacci, ciclo idrologico, ecc.) vengono descritti nelle loro dinamiche interne e nelle reciproche interazioni mediante sistemi di equazioni (modelli di circolazione generale, GCMs, e modelli di circolazione generale dell'atmosfera e dell'oceano, AOGCMs).

Esistono oltre 20 modelli delle variazioni del clima, sviluppati da Università, dalla NASA, ecc. ([http://stommel.tamu.edu/~baum/climate\\_modeling.html](http://stommel.tamu.edu/~baum/climate_modeling.html)). Essi sono stati sviluppati per studiare le relazioni tra le varie componenti del sistema climatico, ma sono usati dall'IPCC (*International Panel on Climate Change*, istituito nel 1998 dalla WMO e dalla UNEP) come strumento per studiare il problema dei potenziali mutamenti climatici (<http://www.ipcc.ch/>). Nel corso degli ultimi anni la credibilità dei modelli climatici è molto migliorata, tanto che oggi i principali GCMs riescono a simulare adeguatamente le variazioni del clima verificatesi negli ultimi centocinquanta anni.

L'impatto dei possibili cambiamenti climatici sulle colture (Isik e Devadoss, 2006) e sulla malattie delle piante sono stati largamente discussi in letteratura (Coakley, 1988; Coakley et al., 1999; Runion, 2003; Chakraborty, 2005). Attraverso l'uso combinato dei modelli di simulazione per gli organismi nocivi e dei GCMs è possibile analizzare l'influenza di possibili scenari di mutamento climatico direttamente sulle popolazioni degli organismi e anche indirettamente, attraverso il loro effetto sulla fisiologia ed ecologia delle piante ospiti (Munroe, 1984; Martinat, 1987; Cammell e Knight, 1992). In un recente lavoro, Salinari et al. (2007) hanno usato un modello per la comparsa delle prime infezioni stagionali di *Plasmopara viticola* per valutare, utilizzando due diversi GCMs, l'effetto dei mutamenti climatici in varie aree viticole del mondo.

#### 5.4 *I modelli di simulazione per gli organismi nocivi e le piante ospiti*

Il ruolo esercitato dalle condizioni climatiche sulla possibilità di insediamento e diffusione degli organismi nocivi è noto da molto tempo. Nei primi anni del secolo scorso, Cook (1929) aveva redatto una classificazione delle aree

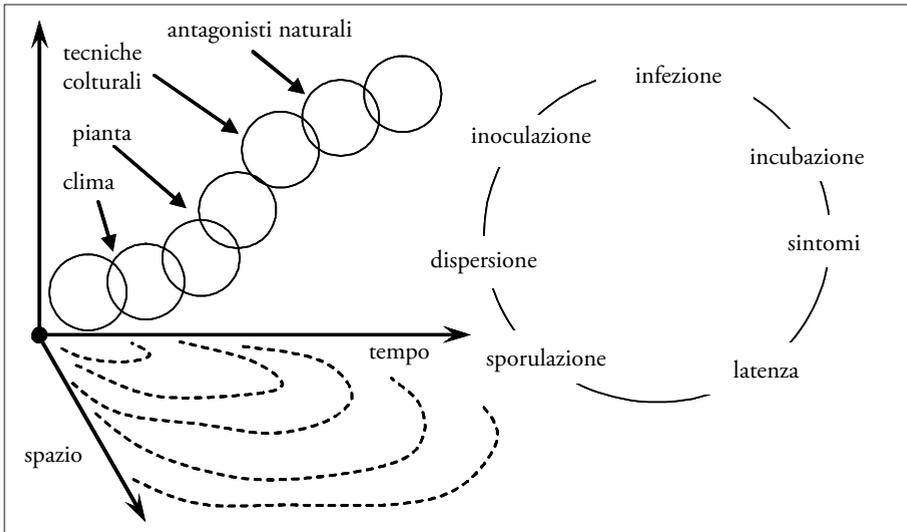


Fig. 9 I modelli meccanicistici per i patogeni policiclici sono in grado di simulare lo sviluppo delle epidemie nel tempo e nello spazio come risultato dell'interazione fra l'ambiente, i diversi stadi del ciclo d'infezione e il concatenarsi dei cicli infettivi

geografiche in rapporto alla presenza di condizioni termo-pluviometriche favorevoli alla diffusione degli insetti, all'abbondanza delle loro popolazioni e alla gravità dei danni: i) zone di presenza usuale, dove gli insetti sono normalmente presenti con popolazioni consistenti e causano danno; ii) zone di presenza occasionale; iii) zone di possibile presenza, dove l'insetto non può mantenere popolazioni consistenti, anche se può trovare saltuariamente condizioni favorevoli.

Da allora sono stati messi a punto numerosi modelli capaci di simulare l'effetto delle condizioni ambientali su: i) fenologia e sviluppo demografico delle popolazioni di insetti dannosi per le piante (Dent e Walton, 1997; Di Cola et al., 1999; Hanski, 1999; Miller, 2007); ii) comparsa e sviluppo spaziale e temporale delle epidemie causate da agenti fitopatogeni (Campbell e Madden, 1990; Kranz, 1990; Rossi et al., 1997; Zadoks, 2001; Rossi, 2003); iii) nascita e crescita delle erbe infestanti (Bradford 2002; Zimdahl, 2004; Rinella e Sheley, 2005). Lo sviluppo della modellistica applicata alla protezione delle piante è stato reso possibile dalla possibilità di utilizzare approcci meccanicistici in luogo di quelli empirici, dalla disponibilità di sistemi di calcolo molto potenti e rapidi, dalla accessibilità ad ampie basi di dati meteorologici (fig. 9).

Oggi è possibile sviluppare modelli molto dettagliati, capaci di tener conto: i) della discontinuità spaziale sia degli organismi nocivi (presenza di focolai) che dei

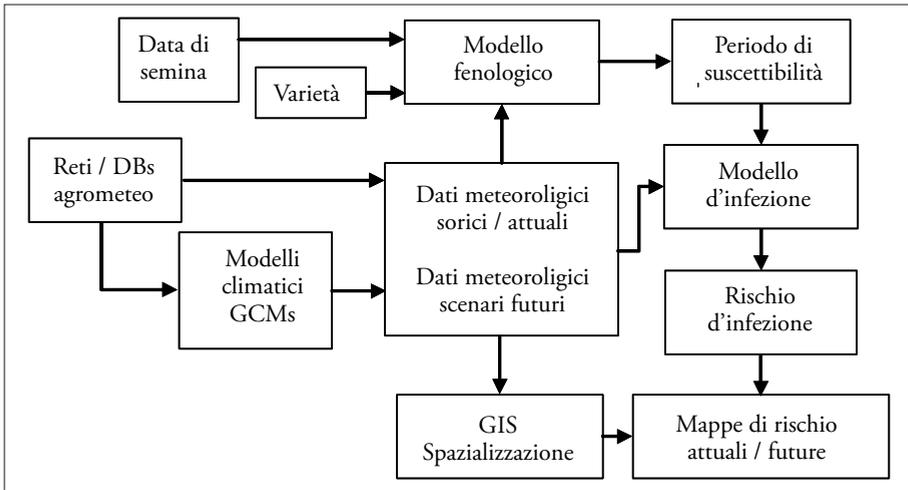


Fig. 10 *Schema di integrazione fra vari strumenti di analisi dei dati per la valutazione quantitativa del rischio d'insediamento e diffusione degli organismi nocivi su un nuovo territorio e la produzione delle relative mappe riferite al clima attuale e a possibili scenari di cambiamento climatico*

loro ospiti (nicchie ecologiche); ii) delle relazioni con la pianta ospite per quanto concerne lo sviluppo e la crescita vegetale (anche attraverso collegamenti con i modelli di simulazione della crescita e dello sviluppo delle piante), il livello di suscettibilità, le interferenze con l'accumulo di fotosintetati e la produttività; iii) delle interazioni multi-trofiche che coinvolgono parassitoidi o antagonisti naturali; iv) degli interventi antropici per il controllo e della loro efficacia.

In letteratura sono disponibili vari esempi per l'applicazione dei modelli al rischio d'introduzione di organismi nocivi (Worner, 1988; Sutherst e Maywald, 1991; Cammell e Knight, 1992; Diekmann, 1992; Diekmann e Bogyo, 1992; Diekmann, 1997; Venette e Hutchison, 1999; Battilani et al., 2003; Baker et al., 2005).

I modelli di simulazione possono essere integrati con gli strumenti descritti in precedenza. Ad esempio, i modelli di simulazione della crescita della pianta ospite permettono di definire, sulla base delle caratteristiche varietali, dell'epoca di semina (o di germogliamento per le piante arboree) e delle condizioni meteorologiche, il periodo in cui le piante si trovano in uno stadio fenologico suscettibile alle infezioni da parte del patogeno oggetto della PRA. I modelli di simulazione dinamica del ciclo biologico dei patogeni consentono di verificare il rischio d'infezione sulla base dei dati meteorologici nel periodo di suscettibilità dell'ospite. La iterazione di questo processo di simulazione per più stazioni meteorologiche georeferenziate e per vari anni permette di

LOCALITÀ (PROVINCIA)	ANNI				
	1995	1996	1997	1998	1999
Susegana (TV)	L	M*	M	M*	-
Zanzarina (MN)	M*	G*	G	L	-
Fenile (PS)	-	G	G	M*	M*
San Piero a Grado (PI)	M*	M*	-	L*	M*
Santa Fista (PG)	-	G*	M	M	L
Monsampolo (AP)	G*	G	M*	M*	-
Campochiaro (CB)	M*	-	L	L	G
Palo del Colle (BA)	-	M	No	M*	G*

Tab. 4 *Caratteristiche delle epidemie di Diaporthe helianthi simulate dal modello Asphodel in varie località italiane, dal 1995 al 1999 (-: dati non disponibili, No: assenza di infezione, \*: Infezione precoce, L: infezione leggera, M: media, G: grave)*

costruire, attraverso i pacchetti GIS, mappe di rischio attuali, con i relativi intervalli di variazione e misure di attendibilità. L'impiego dei CGMs permette infine di simulare, partendo dai dati meteorologici storici, possibili scenari futuri e disegnare quindi mappe di rischio per gli anni a venire (fig. 10).

Per valutare il potenziale rischio di diffusione in Italia di isolati aggressivi di *Diaporthe helianthi*, è stato messo a punto un modello capace di simulare, sulla base delle condizioni meteorologiche, il periodo di suscettibilità delle piante di girasole (Rossi e Girometta, 2001). È stato poi utilizzato il modello Asphodel (Delos e Moinard, 1997) capace di simulare il ciclo infettivo del

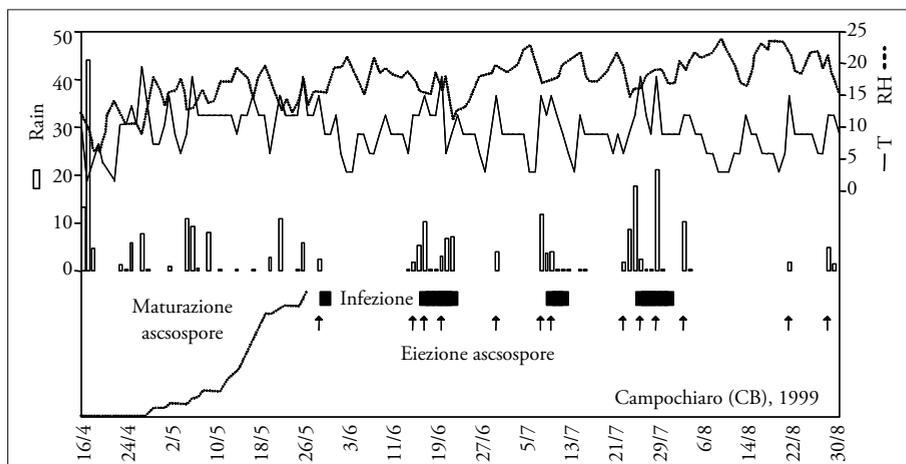


Fig. 11 *Simulazione delle infezioni di Diaporthe helianthi sulla base della temperatura (T, °C), delle ore con umidità relativa > 85% (RH) e della pioggia (Rain, mm) (da Battilani et al. 2003, modificato)*

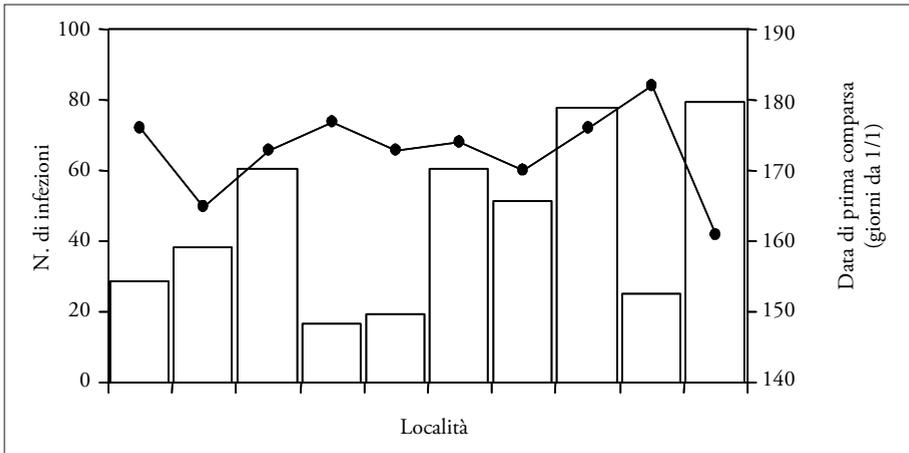


Fig. 12 Data di prima comparsa e numero di eventi infettivi simulati per *Alternaria mali* in alcune località del Piemonte (media degli anni 2004-2006)

patogeno e il rischio di infezioni nel periodo di suscettibilità della pianta, per alcune stazioni meteorologiche rappresentative delle zone elianticole italiane per gli anni dal 1995 al 1999 (Battilani et al., 2003) (tab. 4, fig. 11).

Per valutare il rischio di introduzione di *Alternaria mali*, patogeno incluso nella lista A1 dell'EPPO (2006) è stato utilizzato un modello basato

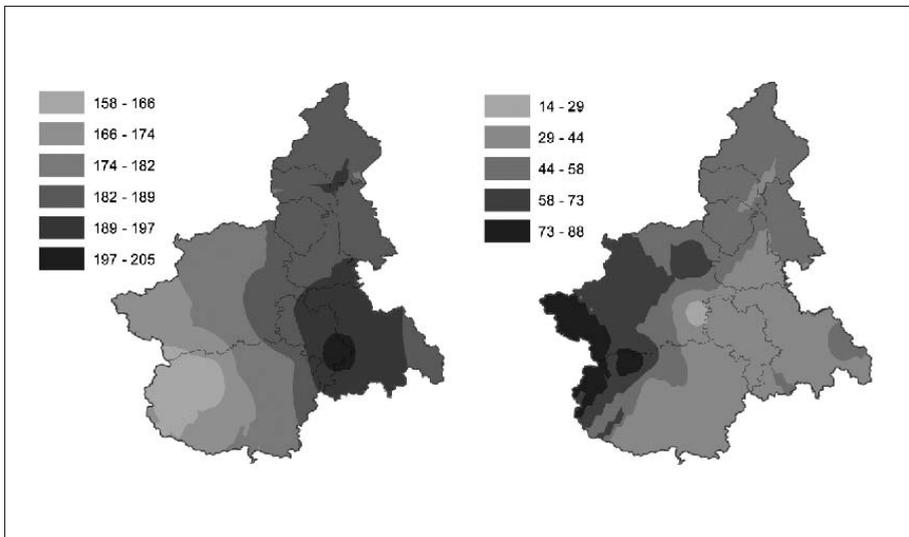


Fig. 13 Mappe relative alla data media di possibile comparsa delle infezioni di *Alternaria mali* in Piemonte e del potenziale numero medio di infezioni per stagione

sull'accumulo dei gradi giorno per determinare la data di comparsa dei mazzetti affioranti. Da questo momento è stato applicato il modello di Kim et al. (1987) per stimare la data di prima comparsa della malattia e, a partire da tale data, il modello di Filajdic e Sutton (1992) per determinare tutti i possibili eventi infettivi sulla base dei dati meteorologici raccolti negli ultimi tre anni dalla rete agrometeorologica del Piemonte. I risultati sono stati quindi spazializzati mediante il pacchetto Arcview (figg. 12 e 13).

### 5.5 I metodi di elaborazione per le informazioni stratificate

Uno dei punti critici della PRA è, come detto, la combinazione oggettiva delle stime eseguite per i singoli fattori di rischio. Un contributo può essere fornito dall'uso di tecniche di analisi statistica multivariata, già utilizzate con successo per definire il rischio in altri ambiti (finanziario, assicurativo). Si tratta dell'analisi discriminante (Quinn e Keough, 2002), della regressione logistica (Agresti, 2002) e della logica fuzzy di più recente introduzione (Bardossy e Duckstein, 1995).

L'analisi discriminante (AD) permette di classificare, col minimo errore possibile, un insieme di unità statistiche in due o più gruppi individuati a priori, in base a un insieme di caratteristiche note potenzialmente in grado di influenzare l'appartenenza a un gruppo, dette variabili discriminanti. La funzione statistica discriminante è rappresentata dalla seguente equazione:

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

dove  $a_1, a_2, \dots, a_n$  rappresentano i coefficienti discriminanti della funzione e  $x_1, x_2, \dots, x_n$  le variabili discriminanti.

In una possibile applicazione dell'AD in PRA, le unità statistiche sono costituite da  $n$  PRAs, pre-esistenti o costruite *ad hoc*, la variabile di raggruppamento  $y$  è rappresentata dall'esito delle PRAs (organismo nocivo/non nocivo), mentre le variabili discriminanti  $x_i$  sono le diverse tipologie di rischio con le relative valutazioni quantitative che hanno definito gli esiti. L'AD è in grado di determinare, attraverso procedure di selezione *stepwise* delle variabili discriminanti, i) l'insieme minimo di variabili (in questo caso gli elementi di rischio usate nelle PRAs) capaci di spiegare l'attribuzione dei casi (le varie PRAs) al raggruppamento (organismo nocivo/non nocivo), ii) il peso relativo di ciascuna variabile, e iii) di misurare il livello di incertezza della classificazione. In questo modo, l'AD permette di costruire una regola di classificazione

dei potenziali organismi nocivi, la quale può essere applicata a ogni nuova unità statistica (ossia a ogni nuova PRA).

La regressione logistica consente, come l'AD, di prevedere l'appartenenza a un gruppo (variabile dipendente dicotomica o che prevede la suddivisione in più di due gruppi) sulla base di una serie di variabili che, a differenza dell'AD, possono essere di tipo quantitativo o qualitativo, o un insieme delle due. La regressione logistica stima la probabilità che un evento si verifichi (presenza/assenza di rischio) sulla base della funzione:

$$P = 1/(1+e^{-Z})$$

dove  $Z$  è la combinazione lineare:  $Z = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$ .

Con i due metodi precedenti l'assegnazione delle unità statistiche ai gruppi avviene in modo mutuamente esclusivo, nel senso che ciascuna unità appartiene a uno solo dei gruppi definiti. Nella logica *fuzzy* (appunto sfuocata), invece, ogni elemento è definito da una certa gradazione di appartenenza all'insieme dato (un elemento potrebbe contemporaneamente avere un grado di appartenenza del 30% a un insieme e del 70% a un altro). La logica *fuzzy* è, infatti, lo strumento che permette di formalizzare matematicamente metodi di ragionamento basati su informazioni e concetti imprecisi. L'insieme *fuzzy* è uno strumento efficace per rappresentare la natura intrinsecamente imprecisa del mondo reale e per ideare un sistema innovativo per l'inferenza di fenomeni complessi come quelli biologici. Le informazioni di input fornite al sistema *Fuzzy* vengono elaborate (fuzzificazione) con procedimenti associativi che sono frutto di un precedente "addestramento" del sistema (come se per eseguire una somma il sistema venisse addestrato fornendo sequenze di numeri 2, 2, 4; 3, 3, 6; 4, 4, 8; 2, 3, 5; 3, 4, 7; ecc.). Il sistema *fuzzy* restituisce come risultati valori di output (defuzzificazione) che sintetizzano il rischio previsto per definiti valori dei parametri di input.

## 6. L'ANALISI DEL RISCHIO IN RAPPORTO ALLE VIE D'INGRESSO

Come detto in precedenza, la PRA nasce come strumento per quantificare il rischio di introduzione di un organismo nocivo attraverso il commercio. L'attenzione prevalente a questa modalità d'introduzione è pienamente giustificata sia dalla considerazione che si tratta di una via quantitativamente molto importante, sia dal fatto che a essa sono legate le misure fitosanitarie previste dall'ISPM n. 1.

In merito al primo punto, Roques e Auger-Rozemberg (2006) hanno accertato che fra il 1995 e il 2004 sono stati intercettati da 27 Paesi europei qua-

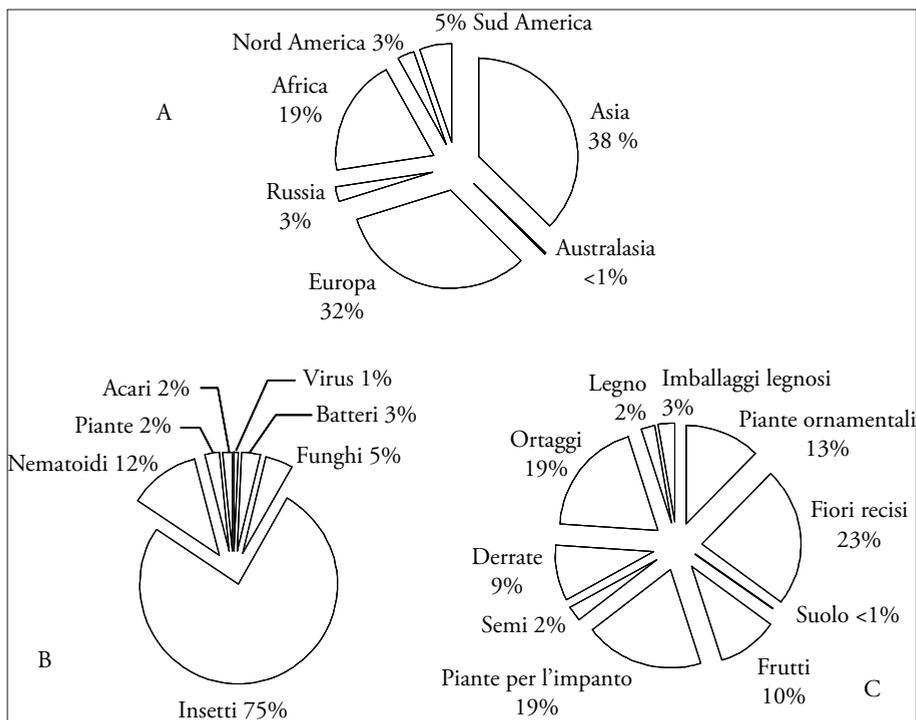


Fig. 14 Ripartizione percentuale dei quasi 9000 organismi nocivi intercettati in 27 Paesi europei fra il 1995 e il 2004, in base alla provenienza (A), al tipo di organismo (B) e al materiale (C) (da Roques e Auger-Rozemberg, 2006, rielaborata)

si 9000 organismi nocivi, provenienti in gran parte dall'Asia (38%) e dall'Europa (32%) (fig. 14A). La maggior parte di questi organismi erano insetti (75%), nematodi (12%) e funghi (5%) (fig. 14B). I materiali maggiormente interessati sono stati i fiori recisi (23%), gli ortaggi (19%), le piante destinate all'impianto (19%) o ornamentali (13%, con un ruolo rilevante dei bonsai) (fig. 14C). Nella sola Italia, sono stati elencate 554 specie di insetti e di acari introdotte, la maggior parte dall'America e dall'Asia (Battisti, 2007).

In merito al secondo punto, la normativa italiana contenuta nel DL 214 del 19 agosto 2005, in attuazione della direttiva 2002/89/CE, affida ai servizi fitosanitari regionali l'attuazione delle misure contro l'introduzione e la diffusione degli organismi nocivi sul territorio nazionale. In particolare, viene svolta una attività di vigilanza presso specifiche dogane ai confini con Paesi terzi, o presso determinati porti o aeroporti, che si concretizza con: i) l'ispezione delle merci in importazione, dei loro imballaggi e, se necessario, dei mezzi di trasporto; ii) l'imposizione di un periodo di quarantena, finché non siano disponibili i risultati degli esami o delle

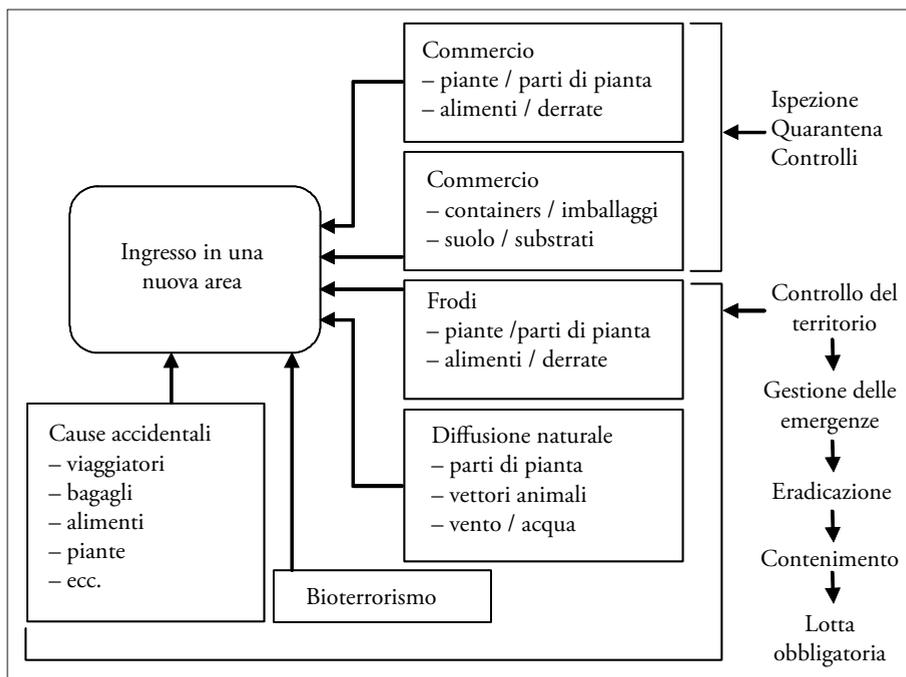


Fig. 15 *Possibili vie di ingresso degli organismi nocivi e relative misure fitosanitarie*

analisi ufficiali; iii) l'esecuzione di controlli saltuari in qualsiasi momento e luogo in cui vengano trasportati i vegetali o i prodotti vegetali.

È però necessario tener conto che, anche in virtù della globalizzazione, l'introduzione di organismi nocivi può avvenire con mezzi diversi dal commercio dei vegetali o dei prodotti vegetali. Lodge et al. (2006) hanno recentemente disegnato un diagramma di tutte le possibili vie di ingresso delle IASs. Per quanto concerne gli organismi nocivi per le piante, possono essere individuate cinque principali vie d'ingresso, che diventano sei se si considera anche il bioterrorismo (fig. 15). Di queste sei vie, solo due sono legate al commercio e sono quindi soggette alle valutazioni di PRA.

L'analisi del rischio di introduzione attraverso la movimentazione fraudolenta o accidentale di piante, parti di pianta, alimenti, derrate, terreno, imballaggi, ecc. è certamente molto difficile, perché mancano del tutto dati su alcuni aspetti fondamentali della PRA, e in particolare sui volumi e la periodicità dei materiali in ingresso. Nondimeno, il DL 214 estende le disposizioni fitosanitarie anche ai materiali vegetali trasportati direttamente dai viaggiatori provenienti dai Paesi terzi con qualsiasi mezzo.

Ancora più difficili possono risultare le valutazioni legate al bioterrorismo. La situazione venutasi a creare dopo l'11 Settembre 2001 giustifica il fatto che l'ipotesi di un uso volontario e deliberato di agenti fitopatogeni contro le colture agrarie, prima considerata piuttosto remota, possa divenire reale (Madden e Wheelis, 2003). Tale uso infatti richiede tecnologie relativamente semplici, poco costose e di facile accesso (Wheelis et al., 2002) e può trovare i Paesi industrializzati impreparati a questa eventualità, anche se la comunità scientifica internazionale ha cominciato a riflettere su questo tema e a fare opera di sensibilizzazione (Schaad et al., 1999; Suffert, 2003; Gullino, 2004).

Se è molto difficile valutare il rischio di ingresso attraverso vie accidentali, fraudolente e naturali, è però possibile effettuare analisi del rischio di insediamento e di diffusione del potenziale organismo nocivo dopo l'ingresso. Queste analisi possono supportare le NPPOs in alcuni dei compiti loro assegnati, quali: i) la vigilanza sul territorio per mezzo di specifiche reti di monitoraggio finalizzate a individuare tempestivamente la comparsa dei primi focolai; ii) la gestione delle emergenze che nascono in seguito alla individuazione dei focolai, tramite l'eradicazione e/o il contenimento degli organismi nocivi attraverso misure di lotta obbligatoria; iii) la delimitazione delle zone indenni e delle zone protette. Le zone protette sono zone del territorio nazionale nelle quali gli organismi nocivi, nonostante le condizioni siano favorevoli al loro insediamento, non hanno carattere endemico né si sono insediati, oppure zone per le quali esiste il pericolo di insediamento a causa di condizioni ecologiche favorevoli, nonostante che gli organismi non abbiano carattere endemico né siano insediati in altre aree dell'UE.

## 7. CONCLUSIONI

L'aumento della circolazione delle IASs, e fra queste degli organismi nocivi per le piante, è un dato di fatto legato alla globalizzazione. La PRA nasce come strumento per valutare il rischio di introduzione degli organismi nocivi in una determinata area geografica e decidere circa l'adozione di misure restrittive da parte delle NPPOs. Sgrillo (2006) ha concepito un modello concettuale del sistema fitosanitario globale utile per comprendere queste dinamiche e valutarne quantitativamente gli effetti (fig. 16).

Il modello mostra che un aumento del volume internazionale degli scambi determina un potenziale incremento del tasso di introduzione degli organismi nocivi, così come un maggior tasso di movimento delle persone (per affari,

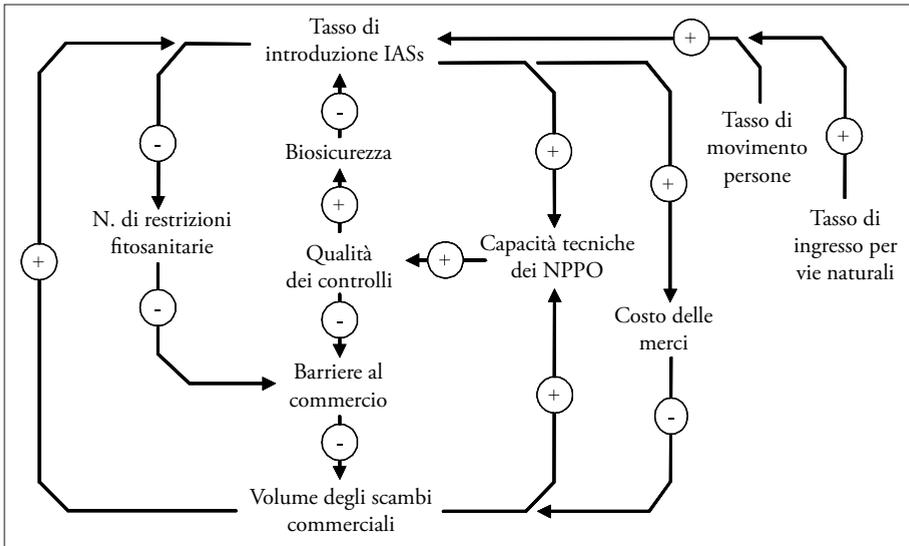


Fig. 16 *Modello concettuale delle relazioni all'interno del sistema fitosanitario globale. Il segno + indica un aumento del flusso e il segno - una riduzione (da Sgrillo, 2006, modificata)*

per turismo, ecc.). L'insediamento e la diffusione di organismi nocivi in un Paese determina un incremento del costo dei prodotti (per le minori produzioni unitarie, per i costi della difesa, ecc.) e questo comporta una riduzione degli scambi internazionali del prodotto. D'altro canto, un incremento degli organismi nocivi introdotti determina una diminuzione delle restrizioni fitosanitarie (almeno per gli organismi che sono stati introdotti) e ciò provoca un aumento del commercio, motivato appunto dalla caduta delle barriere. Nel contempo, una maggiore introduzione determina l'assunzione di politiche che tendono ad aumentare le capacità tecniche delle NPPOs nell'eseguire le ispezioni alle frontiere. Ciò si ripercuote evidentemente sulla qualità dei controlli, con un aumento della biosicurezza e una riduzione dei nuovi ingressi.

L'approccio modellistico e il ricorso a valutazioni quantitative e, per quanto possibile, oggettive del rischio di introduzione degli organismi nocivi possono dare un contributo notevole al miglioramento delle attuali procedure di PRA. Per raggiungere questo scopo è necessario destinare risorse alla ricerca a livello di CE ma anche di singoli Stati membri, dove esistono situazioni molto differenti per quanto concerne i movimenti commerciali, i punti di ingresso e l'organizzazione dei servizi fitosanitari. In questa direzione, la CE ha effettuato una chiamata per progetti di ricerca sul tema "Sviluppo di tecniche più efficienti per l'analisi del rischio di organismi di interesse fitosanitario" (KBBE-2007-1: *Development of more efficient risk analysis techniques*

*for pests and pathogens of phytosanitary concern*) nell'ambito del 7° programma quadro.

#### ABBREVIAZIONI

CBD: Convention on Biological Diversity; CE: Comunità Europea; EFSA: European Food Safety Authority; EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organisation; EU: European Union; FAO: Food and Agriculture Organisation of the United Nations; ICPM: Interim Commission on Phytosanitary Measures; IPCC: International Panel on Climate Change; IPPC: International Plant Protection Convention; ISPM: International Standard for Phytosanitary Measures; NPPO: National Plant Protection Organisation; SPS: Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures; UE: Unione Europea; UNEP: United Nations Environment Programme; WMO: World Meteorological Organization; WTO: World Trade Organisation.

#### RIASSUNTO

La globalizzazione ha profondamente modificato il movimento di merci e persone, con notevoli ripercussioni sul movimento degli organismi potenzialmente nocivi per le piante. Una volta introdotti in una nuova area, questi organismi possono trovare condizioni idonee all'insediamento ed alla diffusione, spesso favoriti dalla assenza di parassiti o antagonisti naturali, con gravi effetti sugli agro-ecosistemi in termini economici, sociali ed ambientali. L'analisi del rischio (PRA, Pest Risk Analysis) nasce come strumento per valutare il rischio di introduzione degli organismi nocivi in una nuova area geografica e per fornire ai singoli Paesi strumenti per decidere l'adozione delle misure restrittive previste dall'IPPC (International Plant Protection Convention). Attualmente la PRA soffre di alcune criticità: le valutazioni forniscono pareri piuttosto che stime quantitative del rischio, hanno un alto tasso di soggettività, non valutano adeguatamente il livello di incertezza. L'approccio modellistico ed il ricorso a valutazioni quantitative e, per quanto possibile, oggettive del rischio di introduzione degli organismi nocivi possono dare un contributo notevole al miglioramento delle attuali procedure di PRA.

#### ABSTRACT

Globalization has deeply transformed economic flows across the world, with increased movement of materials and goods, and increased circulation by people. These changes have high potential impacts on the long-range movements of harmful organisms for plants. Whenever introduced in a new area, these organisms can experience favourable conditions for establishment and spread because of the absence of their natural enemies or antagonists, with severe effects on the local agro-ecosystems from an economic, social and environmental point of view. Pest Risk Analysis (PRA) is a decision-support scheme for deciding whether an organism has the characteristics of a plant pest for a clearly defined area (quarantine pest) and if appropriate for selecting the risk management options

to be applied according to the IPPC, International Plant Protection Convention. Currently the PRA has some constraints: i) it produces evaluations rather than quantitative estimates of the risk, ii) it is subjective, iii) it does not sufficiently account for uncertainty. New approaches based on mathematical modelling and statistical methods for quantitative estimation of the risk can produce important improvements of the current PRA schemes and increase objectivity.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGRESTI A. (2002): *Categorical Data Analysis*, John Wiley & Sons Inc., 2nd ed. Hoboken, NJ, 734 pp.
- ARCVIEW ver. 8.2 2002, ESRI, Readlands, CA U.S.A.
- BAKER R.H.A. (1994): *The potential for geographical information systems in analysing the risks posed by exotic pests*, «Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases», 1, pp. 159-166.
- BAKER R.H.A., MACLEOD A., CANNON R.J.C., JARVIS C.H., WALTERS K.F.A., BARROW E.M., HULME M. (1998): *Predicting the impacts of a non-indigenous pest on the UK potato crop under global climate change: reviewing the evidence for the Colorado beetle, Leptinotarsa decemlineata*, Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases, III, Surrey, UK, pp. 979-984.
- BAKER R.H.A., GIOLI B., PORTER J.R., MIGLIETTA F., EWERT F., SANSFORD C.E. (2005): *Combining a disease model with a crop phenology model to assess and map pest risk: Karnal bunt disease (Tilletia indica) of wheat in Europe*, in *Introduction and spread of invasive species*, D.V. ALFORD and G.F. BACKHAUS Eds., International Symposium BCPC, Berlin, Germany, 9-11 June 2005, 81, pp. 89-94.
- BARDOSSY A., DUCKSTEIN L. (1995): *Fuzzy rule-based modelling with applications to geophysical, biological and engineering systems*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 256 pp.
- BATTILANI P., ROSSI V., GIROMETTA B., DELOS M., ROUZET J., ANDRÈ A., ESPOSITO S. (2003): Estimating the potential development of Diaporthe helianthi epidemics in Italy, «EPP0 Bulletin», 33, pp. 427-431.
- BATTISTI A. (2007): *Problematiche fitopatologiche correlate agli artropodi negli ambienti antropizzati e di spazi aperti della fascia montana*, Atti del convegno “Gestione delle emergenze parassitarie in ambiente urbano e perturbano”, Padova, Italia, 16 Febbraio 2007 (disponibile su [http://www.isaitalia.org/Edu/Atti\\_di\\_convegna/body/atti\\_di\\_convegna.html](http://www.isaitalia.org/Edu/Atti_di_convegna/body/atti_di_convegna.html)).
- BECK U. (1999): *Che cosa è la globalizzazione. Rischi e prospettive della società planetaria*, Carocci, Roma, 200 pp.
- BRADFORD K.J. (2002): *Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy*, «Weed Science», 50, pp. 248-260.
- CAMMELL M.E., KNIGHT J.D. (1992): *Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests*, «Advances in Ecological Research», 22, pp. 117-162.
- CAMPBELL C.L., MADDEN L.V. (1990): *Introduction to plant disease epidemiology*, John Wiley & Sons, New York, 532 pp.
- CBD (2001): SBSTTA 6, Recommendation VI/4: *Alien Species that threaten Ecosystems, Habitats or Species, Annex: Interim Guiding Principles for the Prevention, Introduction and Mitigation of Impacts of Alien Species* (available at <http://www.biodiv.org/recommendations/default.asp?lg=0&m=sbstta-06&r=04>).

- CHAKRABORTY S. (2005): *Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions*, «Australasian Plant Pathology», 34, pp. 443-448.
- COAKLEY S.M. (1988): *Variation in climate and prediction of disease in plants*, «Annual Review of Phytopathology», 26, pp. 163-181.
- COAKLEY S.M., SCHERM H., CHAKRABORTY S. (1999): *Climate change and plant disease management*, «Annual Review of Phytopathology», 37, pp. 399-426.
- COOK W.C. (1929): *A bioclimatic zonation for studying the economic distribution of injurious insects*, «Ecology», 10, pp. 282-293.
- DE BENEDICTIS L., HELG R. (2002): Globalizzazione, «Rivista di Politica Economica», XCII, 3-4, pp. 139-209.
- DELOS M., MOINARD J. (1997): *Phomopsis du tournesol. Nouveaux progrès dans la prévention des épidémies*, «Phytoma- La défense des végétaux», 492, pp. 17-21.
- DENT D.R., WALTON M.P. (1997): *Methods in ecological & agricultural entomology*, in *Ecological methods*, T.R.E. Southwood Eds., CAB International, Wallingford, UK, 400 pp.
- DI COLA G., GILIOLI G., BAUGARTNER J. (1999): *Mathematical models for age-structured population dynamics*, in *Ecological Entomology*, G.B HUFFAKER and A.P. GUTIERREZ Eds., John Wiley & Sons, New York, N.Y., U.S.A., pp. 503-534.
- DIEKMANN M. (1992): *Use of climatic parameters to predict the global distribution of Ascochyta blight on chickpea*, «Plant Disease», 76, pp. 409-412.
- DIEKMANN M. (1997): *Assessing the risk of Karnal bunt establishment in new areas based on climate data*, in *Bunts and Smuts of Wheat: an international symposium*, V.S. MALIK, D.E. MATHRE Eds., North American Plant Protection Organization, Ottawa, Canada, pp. 223-228.
- DIEKMANN M., BOGYO T.P. (1992): *Distribution of bacterial leaf blight of rice [Xanthomonas campestris pv. oryzae (Ishiyama) Dye] depending on climatological factors*, «Z. Pflanzenkrankh», 99, pp. 127-136.
- DOBESBERGER E.J., MACDONALD K.B. (1993): *An application of geographic information systems and discriminant analysis to forecast the potential occurrence of pest infestation: An example using blueberry maggot (Diptera: Tephritidae)*, Proceeding of Joint WMO/DINAC – DMH/NAPPO Symposium on the Practical Application of Agrometeorology in Plant Protection, Asuncion, Paraguay, 1992-04-1/10, «NAPPO Bulletin», 9, pp. 233-246.
- EPPO (1997): *Pest risk assessment scheme*, «EPPO Bulletin», 27, pp. 281-305.
- EPPO (2006): *Guidelines on pest risk analysis: decision-support scheme for quarantine pests*, EPPO Standard PM 5/3(2), EPPO, Paris, FR (available at <http://archives.eppo.org/EPPOStandards/prd.htm>).
- FAO (1997): *Revised International Plant Protection Convention*, report of the 29th Session of the FAO Conference, Rome, Italy, 7 - 18 November 1997, (available at <http://www.ippc.int/IPP/En/default.htm>).
- FAO (2004): *Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of environmental risks*, International Standards for Phytosanitary Measures, 11, FAO, Rome.
- FAO (2006): *Glossary of phytosanitary terms. International standards for phytosanitary measures*, 5, FAO, Rome.
- FILAJDIĆ N., SUTTON T.B. (1992): *Influence of temperature and wetness duration on infection of apple leaves and virulence of different isolates of Alternaria mali*, «Phytopathology», 82, pp. 1279-1283.
- FIRKO M.J., PODLECKIS E.V. (2000): *Likelihood of introducing nonindigenous organisms with agricultural commodities: Probabilistic estimation*, in *Quantitative methods for conservation biology*, S.F. SCOTT, M. BURGMAN Eds., Springer-Verlag, New York, pp. 77-95.

- GENOVESI P., SCALERA R. (2007): *Assessment of existing lists of invasive alien species for Europe, with particular focus on species entering Europe through trade, and proposed responses*, 27th Meeting Convention on the Conservation of European wildlife and natural habitats, Strasbourg, 26-29 November 2007.
- GENOVESI P., SHINE C. (2004): *European strategy on invasive alien Species*, «Nature and environment», 137, «Council of Europe publishing», Strasbourg, France, pp. 67.
- GRAY G.M., ALLEN J.C., BURMASTER D.E., GAGE S.H., HAMMITT J.K., KAPLAN S., KEENEY R.L., MORSE J.G., NORTH D.W., NYROP J.P., STAHEVITCH A., WILLIAMS R. (1998): *Principles for conduct of pest risk analysis: report of an expert workshop*, «Risk Analysis», 18(6), pp. 773-780.
- GULLINO M.L. (2004): *Agroterrorismo: un rischio reale?*, «Informatore Fitopatologico – La Difesa delle Piante», 54 (1), pp. 19-22.
- HANSKI I. (1999): *Metapopulation ecology*, Oxford, Oxford University Press, 324 pp.
- HARRIS A.R., CORRELL R.L., ADKINS P.G. (1999): A risk assessment method for biological introductions, «Risk Analysis», 19(3), pp. 327-334.
- HOULDING S.W. (2000): *Practical geostatistics: modelling and spatial analysis*, Springer, New York, 159 pp.
- ISIK M., DEVADOSS S. (2006): *An analysis of the impact of climate change on crop yields and yield variability*, «Applied Economics», 38, pp. 835-844.
- JABLONOWSKI M. (1994): *Communicating risk – words or numbers?*, «Risk Management», 41, pp. 47-50.
- JANSE J.D., LAMMERS J.W. (2003): *Pest risk assessment for Xanthomonas axonopodis pv. Dieffenbachiae*, Plant Protection Service, Wageningen, The Netherlands, pp. 1-20.
- KAPLAN S., GARRICK B.J. (1981): *On the quantitative definition of risk*, «Risk Analysis», 1 (1), pp. 11-27.
- KIM C., CHO W., KIM S. (1987): *An empirical model for forecasting Alternaria leaf spot in apple*, «Korean Journal of Plant Protection», 26, pp. 221-228.
- KRANZ J. (1990): *Epidemics of plant diseases: mathematical analysis and modelling*, Springer-Verlag, Berlin & New York, N.Y., U.S.A, 268 pp.
- LEDIG F.T. (1992): *Human Impacts on Genetic Diversity in Forest Ecosystems*, «Oikos», 63, pp. 87-108.
- LEVESQUE C.A., EAVES D.M. (1996): *A decision modelling approach for quantifying risk in pathogen indexing*, «Advances in botanical research», Chapter 9, pp. 1-36.
- LEVINE J.M., D'ANTONIO C.M. (2003): *Forecasting biological invasions with increasing international trade*, «Conservation Biology», 17, pp. 322-326.
- LODGE D.M., WILLIAMS S., MACISAAC H.J., LEUNG K.R., REICHARD B.S., MACK R.N., MOYLE P.B., SMITH P.B., ANDOW D.A. (2006): *Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management*, «Ecological Applications», 16(6), pp. 2035-2054.
- MACK R.N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W.M., EVANS H., CLOUT M., BAZZAZ F.A. (2000): *Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control*, «Ecological Applications», 10, pp. 689-710.
- MACLEOD A., BAKER R.H.A. (2003): *The EPPO pest risk assessment scheme: assigning descriptions to scores for the questions on entry and establishment*, «OEPP/EPPO Bulletin», 33, pp. 313-320.
- MADDEN L.V., WHEELIS M. (2003): *The threat of plant pathogens as weapons against U.S. crops*, «Annual Review of Phytopathology», 41, pp. 155-176.
- MARTINAT P.J. (1987): *The role of climatic variation and weather in forest insect outbreaks*, in *Insect Outbreaks*, P. BARBOSA, J.C. SCHULTZ Eds., Academic Press, London, pp. 241-268.

- MILLER T.E.X. (2007): *Demographic models reveal the shape of density dependence for a specialist insect herbivore on variable host plants*, «Journal of Animal Ecology», 76, pp. 722-729.
- MOONEY H.A., HOBBS R.J. (2001): *Invasive Species in a Changing World*, Island Press, Washington, DC., 480 pp.
- MUNROE E. (1984): *Biogeography and evolutionary history: wide-scale and long-term patterns of insects*, in *Ecological Entomology*, C.B. HUFFAKER, R.L. RABB Eds., John Wiley & Sons, New York, N.Y., U.S.A., pp. 279-304.
- PARMESAN C., YOHE G. (2003): *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*, «Nature», 421, pp. 37-42.
- PERINGS C., WILLIAMSON M., DALMOZZONE S. (2000): *The economics of biological invasions*, Edward Elgar, Cheltenham, United Kingdom.
- PIMENTEL D. (2002): *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*, CRC Press, 384 pp.
- PIMENTEL D., LACH L., ZUNIGA R., MORRISON D. (2000): *Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States*, «Bioscience», 50, pp. 53-65.
- PIMENTEL D., MCNAIR S., JANECKA J., WRIGHTMAN J., SIMMONDS C., O'CONNELL C., WONG E., RUSSEL L., ZERN J., AQUINO T., TSOMONDO T. (2001): *Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions*, «Agriculture, Ecosystems and Environment», 84, pp. 1-20.
- PIMENTEL D.S., ZUNIGA R., MORRISON D. (2005): *Update on the environmental and economic costs associated with alieninvasive species in the United States*, «Ecological Economics», 52, pp. 273-288.
- QUINN G.P., KEOUGH M.J. (2002): *Experimental Design and data analysis for biologists*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 537 pp.
- RAFOSS T. (2003): *Spatial stochastic simulation offers potential as a quantitative method for pest risk analysis*, «Risk Analysis», 23, pp. 651-661.
- RAISIO R., TIILIKKALA K., KURPPA S. (1995): *Pest risk analysis with GIS*, «SP-Report, Danish Institute of Plant and Soil Science», 10, pp. 111-114.
- REJESKI D. (1993): *GIS and risk: a three culture problem*, in *Environmental modelling with GIS*, M.F. GOODCHILD, B.O. PARKS, L.T. STEYEART Eds., Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 318-331.
- RINELLA M.J., SHELEY R.L. (2005): *A model for predicting invasive weed and grass dynamics. I. Model development*, «Weed Science», 53, pp. 586-593.
- ROQUES A., AUGER-ROZEMBERG M.A. (2006): *Tentative analysis of the interceptions of non-indigenous organisms in Europe during 1995-2004*, «EPPO Bulletin», 36, pp. 490-496.
- ROSSI V. (2003): *Ruolo dei modelli epifitologici nella difesa delle piante dalle malattie*, Giornata di studio "Proprietà ottiche e stato sanitario delle piante: potenziali applicazioni nella difesa delle malattie", Firenze 2003, in «Atti Acc. Georgofili», VII, 50, pp. 275-298.
- ROSSI V., GIROMETTA B. (2001): *Dynamic of sunflower phenology in relation to susceptibility towards Diaporthe helianthi*, Atti 8<sup>th</sup> SIPaV Annual Meeting, Potenza, Italy, 2001, in «Journal of Plant Pathology», 83 (3), pp. 242.
- ROSSI V., RACCA P., GIOSUÈ S., BATTILANI P. (1997): *Decision support systems in crop protection: from analysis of the pathosystems to the computerized model*, «Petria», 7 (suppl. 1), pp. 7-26.
- RUNION G.B. (2003): *Climate change and plant pathosystem – future disease prevention starts here*, «New Phytologist», 159, pp. 531-533.

- SALINARI F., GIOSUÈ S., ROSSI V., TUBIELLO F.N., ROSENZWEIG C., GULLINO M.L. (2007): *Downy mildew outbreaks on grapevine under climate change: elaboration and application of an empirical-statistical model*, «Bulletin OEPP/EPPO Bulletin», 37, pp. 317-326.
- SCHAAD N.W., SHAW J.J., VIDAVER A., LEACH J., ERLICK B.J. (1999): *Crop Biosecurity*, «Plant Pathology Online» (available at <http://www.apsnet.org/online/feature/Biosecurity/>).
- SCHRADER G., UNGER J-G. (2003): *Plant quarantine as a measure against invasive alien species: the framework of the International Plant Protection Convention and the plant health regulations in the European Union*, «Biological Invasions», 5, pp. 1-8.
- SEEM R.C. (1993): *Geographic information systems for localized pest prediction*, «Bulletin OEPP/EPPO Bulletin», 23, pp. 647-651.
- SGRILLO R.B. (2006): *Quantitative analysis tools for phytosanitary measures: a perspective from South America*, Cocoa Research Center, Brazil (available at <http://www.sgrillo.net>).
- SHINE C. (2006): *Overview of existing international/regional mechanisms to ban or restrict trade in potentially invasive alien species*, Report presented at Standing Committee of the Bern Convention December 2006, 8, pp. 1-28.
- SKARRATT D.B., SUTHERST R.W., MAYWALD G.F. (1995): *CLIMEX for Windows. User's Guide. Computer Software for Predicting the Effects of Climate on Plants and Animals*. CSIRO and CRC for Tropical Pest Management, Brisbane, AU.
- STEIN A, STARITSKY I, BOUMA J, GROENIGAN J.V. van (1995): *Interactive GIS for environmental risk assessment*, «International Journal of Geographical Information Systems», 9 (5), pp. 509-526.
- SUFFERT F. (2003): *Utilisation volontaire d'agents phytopathogènes contre des cultures*, «Phytoma», 563, pp. 8-12.
- SUTHERST R.W., MAYWALD G.F. (1985): *A computerized system for matching climates in ecology*, «Agriculture, Ecosystems and Environment», 13, pp. 281-299.
- SUTHERST R.W., MAYWALD G.F. (1991): *Climate-matching for quarantine, using CLIMEX*, «Plant Protection Quarterly», 6, pp. 3-7.
- U.S. Department of Interior. (1998): *U.S. Geological Survey 1998, Status and Trends of the Nation's Biological Resources*, Washington, DC.
- UK Central Science Laboratory & Forest Research (2001): *Risk analysis for Phytophthora ramorum*, (available at <http://rapra.csl.gov.uk/links/index.cfm>).
- VENETTE R.C., HUTCHISON W.D. (1999): *Assessing the risk of establishment by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) in the southeastern United States*, «Environmental Entomology», 28, pp. 445-455.
- VITOUSEK P.M., D'ANTONIO C.M., LOOPE L.L., RAJMANEK M., WESTBROOKS R. (1997): *Introduced species: a significant component of human-caused global change*, «New Zealand Journal of Ecology», 21, pp. 1-16.
- VOSE D. (2001): *Risk analysis: a quantitative guide*, II, John Wiley & Sons, United Kingdom, 418 pp.
- WHEELIS M., CASAGRANDE R., MADDEN L. (2002): *Biological attack on agriculture: low-tech, high impact bioterrorism*, «Bioscience», 52, pp. 569-576.
- WILSON D., BECKETT S. (2001): *The guidelines of import risk analysis*, Biosecurity Australia, Canberra, Australia.
- WORNER S.P. (1988): *Ecoclimatic assessment of potential establishment of exotic pests*, «Journal Economic Entomology», 81, pp. 973-983.

- YAMAMURA K., KATSUMATA H. (1999): *Estimation of the probability of insect pest introduction through imported commodities*, «Research Population Ecology», 41, pp. 275-282.
- ZADOKS J.C. (2001): *Plant disease epidemiology in the twentieth century: a picture by means of selected controversies*, «Plant Disease», 85, pp. 808-816.
- ZIMDAHL R.L. (2004): *Weed-crop competition: a review*, Blackwell Publishing, 232 pp.



## Il problema visto da un operatore

Gli scambi commerciali di materiale vivaistico hanno avuto, negli ultimi venti anni, un forte incremento dovuto all'entrata sul mercato di molti paesi non tradizionali sia nel ruolo di fornitori che di acquirenti.

La coltivazione in contenitore ha permesso una grande trasformazione nel settore vivaistico ornamentale che ha portato a un notevole incremento nella commercializzazione dei prodotti.

I vivaisti che vogliono operare sul mercato internazionale devono offrire un assortimento molto ampio e profondo che viene realizzato sia mediante l'ampliamento della gamma floristica delle proprie produzioni, localizzando le coltivazioni in aree vocate sia mediante l'acclimatazione e la ricoltivazione di soggetti maturi provenienti da paesi extraeuropei.

Quindi l'approvvigionamento del materiale verde del settore riguarda sia il materiale di propagazione che quello finito. Il primo proviene da aziende vivaistiche specializzate e quindi è oggetto di controlli fitopatologici e di interventi di difesa per cui raramente diventa veicolo di infezioni, mentre il secondo è costituito spesso da piante raccolte in natura o provenienti da coltivazioni non specializzate o destinate ad altri scopi e quindi diventa più facilmente vettore di patogeni o parassiti. I vivaisti inoltre, si devono confrontare con patogeni e parassiti introdotti accidentalmente con materiale non verde e che hanno trovato le condizioni per moltiplicarsi e diffondersi a danno di piante già coltivate in Italia.

Giova ricordare che le piante ornamentali vengono vendute per il loro valore estetico e che diventa molto importante la loro qualità, a cui contribuisce

\* *Presidente Torsanlorenzo Gruppo Florovivaistico*

\*\* *Dottore Agronomo*

fondamentalmente l'assenza di difetti visibili, tra cui quelli causati da attacchi di fitopatogeni. Quindi la difesa fitopatologica acquisisce, per il vivaista, una particolare importanza non solo come salvaguardia del capitale verde, ma anche come strumento indispensabile per realizzare il livello qualitativo e fitosanitario necessario per competere sul mercato internazionale. Infatti molti paesi extraeuropei hanno introdotto normative fitosanitarie stringenti come apparente protezione contro l'introduzione di nuovi patogeni o parassiti, ma che sono una sostanziale salvaguardia delle produzioni locali o una limitazione delle importazioni.

Dall'osservatorio privilegiato di un gruppo vivaistico che ha scambi commerciali con Europa, Paesi Arabi, Africa, Sud America, Australia, Nuova Zelanda, Thailandia, formato da undici vivai localizzati in ambiente mediterraneo e dediti alla produzione sia in piena terra che in contenitore, le conseguenze della globalizzazione sui problemi fitopatologici si sono palesati nella loro pienezza.

Il problema principale fitopatologico, apparso negli ultimi anni e non ancora risolto, è rappresentato dai due minatori dello stipite delle palme la *Paysandisia archon* e il *Rhynchophorus ferrugineus*. Il primo comparso in conseguenza delle importazioni di materiale naturale di palme sudamericane e diffuso nelle coltivazioni italiane ed europee ben prima della segnalazione. Il secondo arrivato con le palme nord africane è in inarrestabile diffusione nel territorio nazionale. Nonostante interessino piante di notevole valore economico e ambientale, il controllo dei due parassiti è ancora lontano dalla realizzazione.

Un altro problema di notevole gravità per gli impianti a verde pubblico o privato, ma anche per i vivaisti, è costituito dal cerambicide *Anoplophora chinensis*, per ora di diffusione limitata, ma potenzialmente molto pericoloso. Altri parassiti introdotti con il materiale di propagazione sono numerosi psilidi che attaccano *Eucalyptus*, *Elaeagnus*, *Albizia*, *Pistacia*, *Acacia* che si sono aggiunti agli altri già presenti rendendo necessaria una difesa più puntuale.

Un esempio di importazione attraverso materiale non verde sono gli eulofidi dell'eucalipto, che ormai infeudati sulle fasce frangivento rendono vani i tentativi di difesa a causa della forte pressione di infestazione. Il danno a numerose specie di eucalipti è essenzialmente estetico ma costituisce un ostacolo alla esportazione della pianta. Gli esempi di insetti importati che costituiscono un problema più o meno grave nei vivai sono numerosi, basti citare la *Metcalfa*, la *Cameraria*, la *Hyfantria*, le recenti tingide della quercia (*Corythucha arcuata*) e tingide giapponese delle ericacee (*Stephanitis...*) il *Ceroplastes ceriferus*. Le importazioni di piante di *Cornus florida* dagli Stati Uniti

N°	PARASSITI/PATOGENI	ATTACCO INIZIALE	PROVENIENZA
1	Rhynchophorus ferrugineus	Phoenix dactylifera	Egitto
2	Paysandisia archon	Butia yatay /Trithrinax acanthocoma	Argentina/Brasile
3	Eulofidi	Eucalyptus (es. Eucalyptus camaldulensis)	Australia
4	Frankliniella	Talea di crisantemo Piante verdi (Dracaena)	Sud Africa Centro America
5	Anoplophora chinensis	Bonsai cinesi	Continente Asiatico
6	Metcalfa		Stati Uniti
7	Tingide giapponese	Pieris japonica	Germania
8	Phytophthora ramorum	Rhododendron	Germania

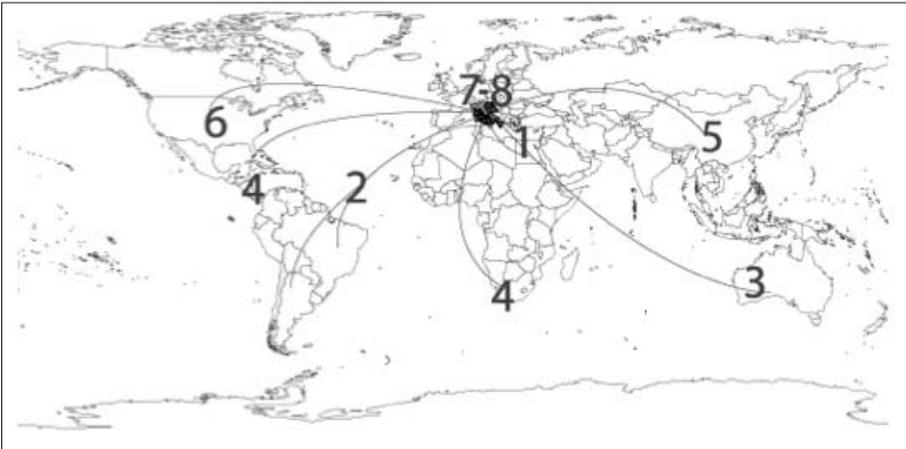


Tabella riassuntiva dei parassiti/patogeni con riferimento all'attacco iniziale e il luogo di provenienza (vedi cartina)

ha introdotto la *Discula destructiva* rivelatasi pericolosa solo in specifiche condizioni di coltura.

L'internazionalizzazione dei mercati impone di ampliare l'assortimento con piante non autoctone, originarie di areali mediterranei dell'emisfero boreale, ma soprattutto di quello australe. Per ragioni di concorrenza è necessario stimolare la vegetazione per anticipare la maturazione commerciale mediante la coltura in contenitore, non rispettando il ciclo di crescita stagionale. Di conseguenza le piante vengono esposte a condizioni conduttive alle infezioni telluriche come *Phytophthora* e *Cylindrocladium*, non sempre facilmente controllabili.

Quanto detto ha notevoli conseguenze sul settore vivaistico e porta alle seguenti considerazioni:

1. l'ingresso sul mercato di nuovi attori che offrono materiale, a costo più basso ma di qualità fitosanitaria non sempre controllata e irrepressibile, aumenta il rischio della diffusione di nuovi agenti fitopatogeni pericolosi che potenzialmente possono danneggiare le nuove colture o quelle già in atto; se si tratta di organismi di quarantena il danno economico può diventare molto elevato. Il certificato fitosanitario di origine non è una sufficiente protezione e i controlli all'arrivo non sono abbastanza approfonditi anche perché i tempi sono serrati e non permettono analisi specifiche. Inoltre molti patogeni o parassiti presentano periodi di latenza prolungati, spesso coincidenti con i momenti stagionali di minore attività vegetativa, quando di norma viene effettuata l'estirpazione e la spedizione, per cui la loro presenza diventa non facilmente accertabile;
2. l'introduzione di un nuovo agente fitopatogeno pone al vivaista seri problemi, perché la sua manifestazione può non essere immediata e in genere la sua pericolosità si palesa solo dopo i primi tentativi di lotta, quando ormai l'agente può essere già stato diffuso a colleghi o clienti;
3. dopo l'accertamento del problema il vivaista si trova ad affrontare la difficoltà di avere una rapida identificazione da parte degli enti pubblici preposti, senza contare il rischio di trovarsi di fronte a un organismo da quarantena con le relative conseguenze;
4. in esportazione le aziende si trovano talora a dover soddisfare normative fitosanitarie che richiedono certificazioni che gli enti pubblici preposti non danno per cui il vivaista deve cercare un laboratorio in grado di farlo con notevole perdita di tempo, aggravio di costi e rallentamento delle operazioni;
5. i vivai sono tenuti al rispetto delle norme di qualità europee. A tutto ciò dobbiamo aggiungere che la richiesta di maggiori garanzie di qualità e di sicurezza fitosanitaria accresce l'attenzione degli acquirenti esteri sul materiale vivaistico. Pertanto, aumentano, sempre più, i vivaisti che utilizzano, solo, materiale di propagazione con adeguate garanzie di sanità e che sono più attenti alla prevenzione. In relazione all'aspetto sanitario, infatti, si registra una maggiore disponibilità dei vivaisti a collaborare con gli Ispettori dei SFR (Servizi Fitosanitari Regionali) e, anche, attraverso l'adozione del sistema di certificazione volontaria regionale si constata una se pur limitata crescita specialmente delle grandi aziende;
6. la burocrazia dei controlli tende ad appesantire le aziende e a generare costi che inducono in alcuni casi a un cattivo operato che vanifica gli sforzi di chi investe nel rispetto delle regole dettate dalla normativa vigente. I controlli del Servizio Fitosanitario potrebbero mirare a certificare non solo i processi e i prodotti, ma le stesse aziende, rendendole più competitive sul mercato internazionale.

## RIASSUNTO

Gli scambi commerciali di materiale vivaistico hanno avuto un forte incremento dovuto alla entrata sul mercato di molti paesi non tradizionali sia nel ruolo di fornitori che di acquirenti.

I vivai che vogliono operare sul mercato internazionale devono necessariamente offrire un assortimento molto ampio attraverso l'ampliamento della gamma florovivaistica delle proprie produzioni.

L'approvvigionamento del materiale verde del settore riguarda sia il materiale di propagazione che quello finito. Il primo proviene da aziende vivaistiche specializzate e quindi è oggetto di controlli fitopatologici e di interventi di difesa per cui raramente diventa veicolo di infezioni, mentre il secondo è costituito spesso da piante raccolte in natura o provenienti da coltivazioni non specializzate o destinate ad altri scopi e quindi diventa più facilmente vettore di patogeni o parassiti.

Gli aspetti diventati determinanti, sono quelli relativi alla qualità del prodotto certificato sia per la sua corrispondenza varietale sia quello fitosanitario, che sono ormai obbligatori, non solo per il mercato ma anche perché sempre più costituiscono un valore aggiunto del prodotto stesso.

Pertanto, aumentano, sempre più, i vivaisti che utilizzano, solo, materiale di propagazione con adeguate garanzie di sanità e che sono più attenti alla prevenzione.

Per raggiungere questi obiettivi c'è bisogno perciò di una maggiore disponibilità dei vivaisti a collaborare con gli Ispettori dei SFR (Servizi Fitosanitari Regionali) e attraverso l'adozione del sistema di certificazione volontaria regionale si è realizzata una crescita sia per i consorzi che aziende private.

Infine c'è bisogno che sul piano internazionale ci siano leggi sempre più condivise dai vari Stati, e i controlli avvengano su disciplinari concordati affinché il giudizio sia il più equo possibile.

## ABSTRACT

The commercial trade of nursery products has recently grown considerably. This growth is due to the entrance into this market of non-traditional countries as well buyers and as suppliers.

Nurseries wishing to operate into the international markets must necessarily offer a wider range of products through the expansion of their productions.

When supplying for themselves, nurseries get to buy liners and finished products.

Specialised nurseries supply the propagating materials. These materials go through severe phytopathological controls and therefore are very rarely carriers of infections.

On the other hand finished products are often grown wildly into nature or they are coming from non-specialised cultivations or even coming from different fields of production than nurseries, becoming dangerous carriers of pathogens and pests.

The key aspects of this market are today the certified quality of the species correspondence and the phytosanitary control.

This aspect is today of vital importance not only for the market but also for the added value they confer to the product itself.

The number of nurseries using only certified propagating materials is growing day by day.

To reach these quality standards however it is needed a great collaboration between the nurseries and the regional inspectors of SFR (Servizi Fitosanitari Regionali) and the adoption of the voluntary 'Regional Certifying System', it's realised an increase in consortium and private companies.

Finally it is necessary to uniform the legislation on an international basis to make sure that the controls are equally carried over in the different countries.

SANTI LONGO\*, STEFANO COLAZZA\*\*, SANTA OLGA CACCIOLA\*\*,  
GAETANO MAGNANO DI SAN LIO\*\*\*

## Il caso delle palme

### INTRODUZIONE

Le specie di palma in tutto il mondo sono circa 2500, di queste, circa 200 sono quelle presenti in Italia. Una sola di esse è autoctona e tipica della macchia mediterranea, la palma nana o palma di San Pietro (*Chamaerops humilis* L.), che si rinviene comunemente nei giardini e nei parchi come pianta ornamentale e in forma spontanea lungo le coste dell'Italia meridionale e delle isole maggiori. Altre due palme mediterranee, la palma delle Isole Canarie (*Phoenix canariensis* Hortorum ex Chabaud) e la palma da datteri (*Phoenix dactylifera* L.), sono state introdotte in tempi più o meno lontani e si sono ben acclimatate nel nostro Paese tanto da costituire un elemento caratterizzante del paesaggio dell'Italia centro-meridionale e di alcune aree costiere dell'Italia settentrionale, quali ad esempio la Riviera Ligure.

La palma da datteri è stata introdotta dal Nord Africa, dove è largamente coltivata per la produzione di datteri, alimento di base per le popolazioni del Maghreb. È una pianta conosciuta sin dall'antichità; infatti, il nome *Phoenix* sembrerebbe derivare da Fenici, il popolo che inizialmente contribuì alla sua diffusione nel bacino del Mediterraneo. La palma delle Canarie, invece, è stata introdotta in Italia dall'areale di origine o da altri paesi del bacino del Mediterraneo alla fine del XIX secolo e ha trovato ampia diffusione per l'ampiezza

\* Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie, Università degli Studi di Catania

\*\* Dipartimento di Chimica Biologica, Chimica Medica e Biologia Molecolare, Università degli Studi di Catania

\*\*\* Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari e Forestali, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

della chioma, la colorazione verde brillante del fogliame, la rapida crescita, la rusticità, l'adattamento a condizioni climatiche estreme e ai venti salsi e per la facilità di coltivazione e di riproduzione.

Negli ultimi anni anche il mercato delle palme si è globalizzato e, soprattutto, si è diffusa la pratica di importare individui adulti per soddisfare le mutate esigenze di un mercato in rapida espansione. Migliaia di esemplari adulti di *P. dactylifera* vengono importati annualmente, direttamente e indirettamente, via nave dal Nord Africa ma soprattutto negli ultimi anni numerose e nuove specie esotiche di palme sono state introdotte da altre parti del mondo: Florida, America centrale e meridionale, India ed Estremo Oriente. I vegetali importati devono essere accompagnati da un passaporto fitosanitario, ma ciò non ne garantisce in maniera assoluta la sanità. Di fatto non è praticamente possibile impedire che, con le piante adulte, vengano introdotti fitofagi e patogeni sfuggiti ai controlli fitosanitari. Questa eventualità è più frequente nel caso di piante in vaso o di esemplari adulti trasportati con il pane di terra per essere successivamente trapiantati. Con piante adulte sono stati recentemente introdotti tre insetti molto dannosi: *Paysandisia archon*, *Phoenicococcus marlatti* e *Rhynchophorus ferrugineus*. Analogamente, la riproduzione per seme ha favorito la diffusione, da un continente all'altro, di alcune malattie trasmissibili per questa via, quali ad esempio la fusariosi della palma delle Canarie, malattia vascolare causata da *Fusarium oxysporum* f. sp. *canariensis*.

All'organizzazione della rete commerciale e al conseguente trasporto di piante da una regione all'altra dell'Italia sono da imputare la rapida diffusione dei suddetti fitofagi e di agenti di malattie infettive e la loro contemporanea comparsa in varie zone del nostro e di altri Paesi del Bacino mediterraneo. Un altro problema emergente è costituito dalle malattie abiotiche, quali ad esempio carenze nutrizionali, stress termici, fitotossicità di prodotti chimici. La crescente importanza di queste malattie è conseguente sia a problemi di adattamento ambientale di specie di palme esotiche non sempre idonee agli ambienti mediterranei sia all'intensificazione delle tecniche colturali.

Questa breve rassegna riguarderà soltanto i principali fitofagi e le malattie infettive con particolare riferimento a quelli da quarantena o che costituiscono una minaccia potenziale per la sanità delle palme in Italia.

#### PRINCIPALI FITOFAGI

Gli organismi animali viventi a spese delle palme afferiscono a raggruppamenti zoologici che vanno dai vertebrati ai nematodi; tuttavia il più importante

*phylum* è quello degli artropodi che include oltre un centinaio di specie di insetti e acari, in grado di infestare i vari organi vegetali causando, di norma, alterazioni di scarso rilievo nei paesi di cui le specie di palma sono indigene, nei quali i fattori di ecoresistenza limitano fortemente il potenziale biotico di tali fitofagi.

Delle oltre 100 specie di insetti nocivi più della metà afferiscono ai Rincoti (49 specie), seguono Coleotteri (34 specie) e Lepidotteri (13 specie); poco rappresentati sono: gli Imenotteri (4 specie), gli Isotteri (2 specie), gli Ortotteri (2 specie), Tisanotteri (1 specie) e Ditteri (1 specie) (tab. 1). Si tratta, quasi esclusivamente, di specie tropicali e subtropicali non tutte in grado di insediarsi stabilmente in Italia dove sono già presenti una trentina di specie entomatiche.

#### PRINCIPALI FITOFAGI PRESENTI IN ITALIA

Alcuni insetti nocivi alle palme (Cocciniglie, Scolitidi) sono state introdotte in epoche remote nel Bacino del Mediterraneo senza, tuttavia, creare problemi rilevanti. Recentemente sono state segnalate tre specie: *P. archon*, *R. ferrugineus* e *P. marlatti*, ma solo le prime due si sono rapidamente insediate anche nel nostro Paese causando gravi danni alle piante attaccate.

#### *Il Castnide delle Palme Paysandisia archon (Burmeister)*

*Paysandisia archon* (Burmeister) (Lepidoptera, Castniidae) è un fitofago delle palme di origine sud americana, presente in Argentina, Paraguay, Uruguay e Brasile (Sarto I Monteys, 2002; Sarto I Monteys e Aguilar, 2005), introdotto accidentalmente in Europa negli anni compresi tra il 1985 e il 1995 (Aguilar et al., 2001). Ad oggi questo fitofago risulta stabilmente insediato in diversi vivai di palme presenti lungo le coste che si affacciano sul bacino del Mediterraneo di Spagna, Francia, Italia e nelle isole Baleari (Aguilar et al., 2001; Drescher e Dufay, 2001; Sarto i Monteys e Aguilar, 2001; Espinosa et al., 2003; Riolo et al., 2004; Colazza et al., 2005). In Spagna i primi ritrovamenti sono stati segnalati nel 2001 in vivai situati nei dintorni di Girona (Costa Brava) e di Valencia, su piante di *Trachycarpus fortunei* (Hooker), *P. canariensis* e *C. humilis*. (Aguilar et al., 2001; Sarto I Monteys e Aguilar, 2005). In Francia la presenza del Castnide delle Palme è stata segnalata nel 2001 in vivai localizzati nei dintorni di Hyères (Provenza), Six Fours e Ollioules (Costa Azzurra)

e nel 2002 nella regione di Hérault (Drescher e Dufay, 2001; Reynaud et al., 2002). In Italia la prima segnalazione è datata novembre 2002, ma riferisce della presenza di soli adulti ritrovati sul lungomare di Salerno (Espinosa et al., 2003), mentre insediamenti stabili di *P. archon* sono stati rinvenuti, nel 2003, nella provincia di Ascoli Piceno (Riolo et al., 2004), nel 2004 nella provincia di Pistoia (ARPAT di Pistoia, 2004) e nel 2005 in provincia di Catania (Colazza et al., 2005), in tutti i casi solo a carico di palme presenti all'interno di vivai. La presenza di *P. archon* in Sicilia sembra essere circoscritta e puntiforme (Colazza et al., 2005); malgrado ciò è opportuno avviare programmi di monitoraggio per prevenire la diffusione di questo fitofago che è di elevata nocività in considerazione della sua capacità distruttiva, delle superfici interessate da vivai specializzati, del pregio delle essenze coltivate e del notevole rischio che possa trovare nuovi habitat fra le numerose specie di piante di palme coltivate e spontanee tipiche del panorama siciliano. Destano al riguardo preoccupazione le infestazioni recentemente rilevate in un complesso residenziale della costa jonica siciliana, dove hanno causato la morte di due palme di San Pietro e le infestazioni su palme delle Canarie (Longo, osservazione personale).

Gli adulti del lepidottero hanno una apertura alare di dimensioni variabili da 70 a 110 mm. Il corpo e le ali anteriori sono di colore marrone olivastro con una sfumatura longitudinale più scura. Le ali posteriori sono di colore rosso con caratteristiche macchie nere e bianche. Le larve mature misurano circa 80 mm, sono di colore bianco crema con il capo di colore marrone, parzialmente immerso nel protorace. Il mesotorace è più largo dei successivi segmenti. Le zampe sono di piccole dimensioni e le pseudozampe sono presenti nel 3°, 4°, 5°, 6° e 10° urite. La crisalide, è lunga circa 50 mm, di colore testaceo con una serie di piccole spine disposte a pettine lungo ciascun urite. È protetta da un bozzolo costruito dalla larva con fibre di palma legate da fili sericei. Il ciclo biologico del Castnide delle Palme nelle aree del Mediterraneo, sulla base dei dati bibliografici disponibili e sulle osservazioni personali, può essere così schematizzato. In breve, gli adulti compaiono agli inizi di giugno e sono presenti fino la fine di settembre. Le uova si possono rinvenire da metà del mese di giugno. Le larve sono attive per tutto il periodo primaverile estivo, per poi trascorrere l'inverno in idonei luoghi di ricovero. Alcune di queste, raggiunta la maturità, si incrisalidano (generazione a ciclo annuale), altre invece rimangono allo stadio di larva per un inverno successivo prima di incrisalidarsi (generazione a ciclo bi-annuale). Le piante infestate manifestano un deperimento generale con ingiallimenti fogliari, e presenza all'esterno dello stipite di rosura e di esuvie crisalidali (tab. 2).

La lotta può essere effettuata con trattamenti insetticidi con prodotti fi-

tosanitari autorizzati per le piante ornamentali in vivaio a base di carbaryl e fluvalinate; mentre in pieno campo oltre ai suddetti formulati possono essere impiegati: clorpirifos, dimetoato, metomil e triclorfon nei periodi di volo degli adulti e di ovideposizione.

*Il Punteruolo rosso delle Palme* *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier)

Il “Punteruolo rosso delle palme”, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera Curculionidae), di origine asiatica, è presente nella penisola Arabica dalla metà degli anni '80 (Abozuhairah et al., 1996) da dove ha raggiunto il bacino del Mediterraneo nei primi anni '90 (Cox, 1993; Kehat, 1999); in Spagna è stato segnalato nel 1993 (Barranco et al., 1996) e, dopo circa un decennio, è stato rinvenuto, quasi contemporaneamente, in Italia, in Turchia e in Grecia, dove si è insediato prevalentemente su piante di *Phoenix canariensis* soprattutto adulte e di sesso maschile. Recentemente nella Sicilia orientale sono state riscontrate infestazioni anche su esemplari adulti di *P. dactylifera* e di *Washingtonia robusta* (Longo, osservazioni personali) e nella Sicilia occidentale su esemplari adulti di *Chamaerops humilis* allevati in giardino (La Pillo, osservazioni personali). In Nord Africa e in Medio Oriente l'insetto è considerato più dannoso alle giovani palme di *Chamaerops humilis* da datteri. Attualmente è presente in tutta l'area mediterranea (EPPO, 2007). L'analisi del DNA mitocondriale ha permesso di accertare l'esistenza di due differenti aplotipi, quello autoctono del sub-continente indiano che si è gradualmente diffuso negli Emirati Arabi, Iran, Oman e Pakistan; mentre l'altro aplotipo “invasivo”, comune alle popolazioni d'Arabia Saudita, Egitto, Turchia, Creta e Spagna (Faure et al. 2006) caratterizzate da minore diversità genetica, è quello accidentalmente diffuso con il commercio delle palme.

Gli adulti del Punteruolo sono di colore rosso-ferrugineo con variazioni cromatiche sulla cui base la specie viene distinta dalla congenera *R. vulneratus* (Panzer) (Hallett et al., 2004). Nei Paesi d'origine la lunghezza e la larghezza del corpo variano, rispettivamente, da 19 a 45 mm e da 11,50 a 15,50 mm (Wattanapongsiri, 1966); misurazioni effettuate su 527 maschi e 829 femmine prelevati in Sicilia, Campania e Sardegna hanno evidenziato che il corpo dei maschi è lungo in media 31,38 mm e largo 9,99 mm mentre quello delle femmine è lungo in media 33,34 mm e largo 10,31 mm (Longo, osservazioni personali). Il capo è caratterizzato dalla presenza del rostro che, nei maschi, è lungo in media 9,9 mm ed è munito di una serie di fitte setole erette men-

tre quello delle femmine ne è privo ed è più lungo (10,31 mm) e arcuato. Il margine ventrale delle tibie anteriori dei maschi presenta una frangia di peli. Generalmente gli adulti sono attratti da piante danneggiate o malate, ma è possibile anche l'infestazione di piante sane (Murphy e Briscoe, 1999).

Individuata una palma idonea, i maschi di *R. ferrugineus* producono un feromone di aggregazione capace di richiamare altri maschi e femmine, il cui componente principale è il (4*S*,5*E*)-2-methyl-5-hepten-4-ol, meglio conosciuto con il nome commerciale di rhynchophorol (Rochart et al., 1991). Le femmine depongono le loro uova alla base delle foglie o dei giovani germogli, sia nelle ferite o nelle cicatrici presenti sulla pianta. Nel caso di attacco delle palme da datteri, le femmine per l'ovideposizione prediligono i polloni basali. Il numero di uova deposte in totale da una femmina può variare da alcune decine a svariate centinaia (Murphy e Briscoe, 1999). Dopo 3-6 giorni le uova schiudono e, quando l'attacco è a carico delle palme delle Canarie, le larve neonate cominciano a nutrirsi dei tessuti più teneri per poi penetrare all'interno della palma, scavando profonde gallerie e cavità all'interno del peduncolo fogliare e dello stipite che riempiono di rosura mescolata ai tessuti marcescenti. Numerose gallerie possono minare la stabilità della foglia e persino della corona di foglie apicali fino a determinarne la caduta. La durata del periodo larvale riportata in letteratura è molto variabile (Murphy & Briscoe, 1999); da recenti studi svolti in Spagna risulta che la larva raggiunge la maturità mediamente in 96 giorni, dopo avere effettuato 3-4 mute (Esteban-Durán et al., 1998a). Martin-Molina et al. (2001) hanno accertato la presenza media di 9 stadi larvali che, per completare lo sviluppo, richiederebbero un accumulo di 1.106 GG (Martin-Molina e Cabello, 2005). A maturità la larva cessa di alimentarsi e costruisce un bozzolo con le fibre della pianta; all'interno tali fibre risultano molto serrate e rivestite da uno strato liscio impermeabile costituito da una secrezione mucosa prodotta dalla eopupa (Wattanapongsiri, 1966). Il bozzolo così formato misura circa 50x22 mm (Longo, Osservazioni personali), è ovale e leggermente allungato. Generalmente il bozzolo viene formato entro cavità scavate alla base dei peduncoli fogliari, oppure tra la sostanza organica all'ascella delle foglie.

Anche la durata della fase pupale indicata da diversi autori è molto variabile, da 13 a 50 giorni (Wattanapongsiri, 1966; Murphy e Briscoe, 1999). Studiando lo sviluppo di *R. ferrugineus* a temperature costanti, Salama et al. (2002) riportano durate di 18 giorni a 21,2°C e di 13,3 giorni a 29,5°C per individui allevati su frutti di banana.

In letteratura è riportato che, nell'area mediterranea, la specie può compiere due o tre generazioni in otto/nove mesi (Porcelli e Pellizzari, 2007).

Salama e Abel-Razed (2002) riportano una durata del ciclo di sviluppo di 164 giorni per i maschi e 194 giorni per le femmine allevati su dieta artificiale; di 192,5 e 186 rispettivamente per maschi e femmine allevati su banana e infine di 172-170 giorni per maschi e femmine allevati su canna da zucchero. In Sicilia in laboratorio a temperatura ambiente, il fitofago, allevato in foglie di *P. canariensis*, ovvero alimentato con mele o con banane, ha completato tre cicli in due anni (Longo, osservazioni personali).

### *Diffusione in Italia*

*R. ferrugineus*, è inserito nelle liste A2 dell'EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) per gli organismi da quarantena considerato che, nei paesi ove si è acclimatato, le sue infestazioni hanno assunto i connotati di una vera e propria emergenza fitosanitaria provocando estese morie di palme. I focolai riscontrati in Italia su palme delle Canarie presentano caratteristiche simili a quelle descritte dagli autori degli altri Paesi del Bacino mediterraneo interessati al problema (Francia, Spagna, Grecia) e confermano la pericolosità del Punteruolo. Allo stato attuale, infatti, *R. ferrugineus* ha già provocato la morte di centinaia di palme in Sicilia, Campania, Lazio, Basilicata e Puglia. Focolai sono inoltre presenti in Sardegna (Floris, comunicazione personale), in Liguria (Pasini, comunicazione personale), in Calabria e nelle Marche (Nardi e Isidoro, comunicazione personale) dove sono stati catturati alcuni adulti nelle trappole, ma non sono state riscontrate ancora delle palme con evidenti sintomi dell'attacco. È concreto il pericolo che il Punteruolo si diffonda rapidamente in tali regioni e in quelle limitrofe, dove sui lungomari di diverse località balneari è presente un'alta concentrazione di palme, che costituiscono un'attrattiva turistica.

Attualmente la presenza del Rincoforo è stata accertata nelle seguenti regioni, province e comuni: Sicilia: Agrigento (Palma di Montechiaro, Sciacca), Catania (Acireale, Acicatena, Acicastello, Aci S. Antonio, Acibonaccorsi, Adrano, Belpasso, Catania, Giarre, Gravina di Catania, Mascalucia, Nicolosi, Paternò, Pedara, Riposto, S. Agata li Battiati, S. Giovanni La Punta, S. Gregorio, Trecastagni, Tremestieri Etneo, Valverde, Zafferana Etnea), Palermo (Palermo), Ragusa (Marina di Ragusa, Pozzallo, S. Croce Camerina), Trapani (Marsala, Mazara del Vallo, Favignana, Pantelleria), Messina (Taormina); Basilicata: Matera (Bernalda); Campania: Napoli (Villaricca), Salerno; Lazio: Roma, Latina (Sabaudia); Puglia: Lecce (Maglie), Brindisi (Mesagne); Sardegna: Ogliastra (Barì Sardo); Liguria: Imperia (Bordighera); Toscana: Pistoia; Marche: Ascoli Piceno; Calabria: (Isola Capo Rizzuto).

*Sintomatologia su Palma delle Canarie, Palma da datteri e Washingtonia*

Nelle palme delle Canarie e nelle Washingtonie adulte l'attacco non si manifesta per mesi, nel corso dei quali centinaia di larve si sviluppano nella parte sommitale dello stipite prima che compaiono i sintomi fogliari che, inizialmente, sono a carico delle foglie apicali: vista in lontananza la palma mostra asimmetrie della cima. Nei casi di gravi infestazioni l'intera cima si piega, afflosciandosi sulle foglie inferiori; a distanza la pianta sembra come capitozzata. Da vicino la cima appare fortemente danneggiata e in uno stato di marcescenza più o meno avanzata.

Nelle giovani palme da datteri il Punteruolo scava gallerie nello stipite e nei polloni basali; dai fori provocati dalle larve fuoriesce un essudato viscoso e brunastro. Nei casi in cui le larve del fitofago danneggiano il meristema principale durante la perforazione dello stipite si ha la morte della pianta. In caso contrario, la palma riesce a sopravvivere all'attacco anche per alcuni anni. Le foglie centrali e il germoglio apicale si abbattono lateralmente, rimanendo quasi penzolanti e appoggiate sulla corona fogliare sottostante.

*Difficoltà connesse con il monitoraggio*

Per accertare la presenza del fitofago nelle palme delle Canarie anche le periodiche accurate osservazioni visuali non danno indicazioni attendibili soprattutto in soggetti di notevole sviluppo. Molto spesso la presenza del fitofago viene notata molto tardivamente, quando le larve hanno già compromesso la pianta. Le tecniche diagnostiche, che vanno ancora adeguatamente sperimentate, si avvalgono di metodi bioacustici e olfattivi, nonché della termografia, della fotografia infrarossa (NIR), e dell'endoscopia. Per il monitoraggio e la cattura massale degli adulti sono state messe a punto trappole innescate con uno specifico feromone di aggregazione sintetico (rhynchophorol) la cui attrattività è amplificata dall'azione sinergica dei prodotti della fermentazione di origine vegetale. Il loro uso è utile per ottenere informazioni sulla presenza del fitofago in una determinata zona.

In Sicilia l'impiego di trappole innescate con il feromone disponibile in commercio non ha dato, nel primo anno d'impiego, (Longo et al., 2007) i risultati riportati per altri areali dove le stesse sono state impiegate anche per le catture massali. (Murphy e Briscoe, 1999). Nel corso del 2007 a seguito delle modifiche apportate alle trappole e dell'elevata densità di popolazione del Punteruolo le catture sono notevolmente aumentate nella parte orientale dell'isola (Longo, dati non pubblicati).

### *Misure di contenimento*

Nonostante le prime misure di profilassi adottate nelle Regioni interessate, il Punteruolo sta diffondendosi rapidamente da sud verso nord. Ormai si tratta di una vera e propria emergenza, perché, una volta attaccate, le piante sono destinate a morire dopo alcuni mesi. I metodi di lotta a disposizione sono insufficienti e palme infestate, o addirittura già morte, non vengono sempre abbattute prontamente, permettendo così al Punteruolo di completare il ciclo biologico, ben protetto all'interno dello stipite. Esistono quindi serie motivazioni per ritenere che quest'insetto esotico possa compromettere il destino del ricco patrimonio di palme che adornano aree a verde pubblico e privato. In tutte le zone in cui è comparso esso ha, infatti, portato a morte le piante infestate, con gravi conseguenze ambientali ed economiche. Il suo contenimento demografico presenta problemi di non facile soluzione, in particolare quando si tratta di intervenire in ambito urbano.

Le più efficaci misure di lotta contro il Punteruolo sono quelle preventive mentre, allo stato attuale, risulta problematico l'intervento curativo su piante già attaccate e ciò a causa del comportamento endofita delle larve e delle notevoli dimensioni delle piante colpite. Un ulteriore elemento di difficoltà deriva dalla scarsa disponibilità di prodotti fitosanitari insetticidi autorizzati per l'impiego in aree a verde urbano pubbliche e private. L'individuazione di piante con sintomi iniziali di infestazioni del Punteruolo (asimmetrie a carico della cima), può essere utile per tentare di isolare il fenomeno e circoscrivere il problema, attraverso l'immediata eliminazione dell'esemplare colpito.

Nei paesi asiatici e in Medio Oriente, per limitare le infestazioni del Punteruolo sulle palme da cocco e da dattero sono stati utilizzati, con risultati non sempre soddisfacenti, insetticidi organofosforici (es. acefate, azinfos metile, diclorvos, dimetoato, fention, pirimifos etile, monocrofos, triclofon) e carbammati (es. carbaril, carbosulfan). In Spagna, nazione europea dove sono più gravi gli attacchi del curculionide, le palme dei parchi pubblici sono state ripetutamente trattate con esteri fosforici (fenitroton, clorpirifos, diazinone, metidation), oppure mediante iniezioni ai tronchi con prodotti a base di carbaril e imidacloprid (Ferry e Gómez, 2002). Malgrado tali interventi sono già state abbattute non meno di 5.000 palme.

Riguardo alla possibilità di utilizzare nemici naturali del curculionide, non sono stati ancora individuati antagonisti che possano essere impiegati efficacemente nella lotta biologica. Sono segnalati il nematode *Praecocilenchus feruginophorus*, il batterio *Pseudomonas aeruginosa* e un virus della poliedrosi citoplasmatica (CPV) che attacca tutti gli stadi (Gopinadham et al., 1990). Da

adulti e pupe del Punteruolo sono stati isolati i funghi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. (Ghazavi e Avand-Faghih, 2002). Va ancora chiarito il ruolo degli acari *Tetranychus rhynchophori* P., *Hypoaspis* sp. e *Centrouropoda almerodai* Wisn. et Hir. che infestano gli adulti e, talvolta, anche le larve (Peter, 1989; Longo e Ragusa, 2006). Occasionale e di scarso rilievo è l'attività di insetti predatori e parassitoidi.

Nessuna delle tecniche di lotta finora utilizzate si è dimostrata risolutiva, pertanto occorre, allo stato attuale delle conoscenze, intervenire attraverso l'integrazione di provvedimenti di natura agronomica e chimica. Le piante infestate in modo grave vanno abbattute e poi smaltite nel modo più adeguato possibile, facendo molta attenzione a non disperdere nell'ambiente circostante bozzoli e adulti. Il privato dovrebbe perciò essere innanzitutto sensibilizzato dalle autorità locali circa i rischi dell'infestazione, e possibilmente aiutato, magari finanziariamente, durante le fasi di monitoraggio e abbattimento. Ai fini del monitoraggio, una volta individuata una palma compromessa, si dovrebbero controllare le piante in un raggio di almeno un chilometro. Nei vivai possono essere utilizzati formulati a base di carbaryl e fluvalinate, mentre in pieno campo, occorre fare riferimento agli insetticidi consentiti sulle piante ornamentali. La gamma è sufficientemente ampia, comprendendo oltre al carbaryl e al fluvalinate anche clorpirifos, dimetoato, metomil, fosalone e triclofon. Per quanto concerne gli interventi di fitoiatrici in parchi e giardini, la scelta è alquanto limitata, in quanto in Italia sono ammessi per legge soltanto prodotti a base di azadiractina, rotenone e piretrine. D'altro canto, le particolari condizioni ambientali in cui si deve operare e le dimensioni delle palme rendono difficile l'intervento mirato sulla chioma e improponibile il ricorso a ripetute irrorazioni. In questo contesto, meritano considerazione speciale gli orientamenti di protezione che utilizzano la tecnica dell'endoterapia, ma anche per questo tipo di applicazione gli insetticidi attualmente disponibili sono ben pochi, e di essi non si dispone di sufficienti dati sperimentali circa la loro reale efficacia nei confronti del Punteruolo. L'endoterapia (iniezioni a pressione e ad assorbimento naturale), sembrerebbe la via più interessante da utilizzare, però rimangono da investigare tutti gli aspetti connessi con questo metodo di applicazione nella palma, il cui stipite è caratterizzato da fasci cribro-legnosi sparsi tra la periferia e il centro, e va comunque meglio esaminata l'attitudine di determinati insetticidi sistemici a contenere validamente le larve di *R. ferrugineus*. In Sicilia, in via sperimentale, nel mese di giugno 2007, sono stati somministrati per via endoterapica formulati a base di Abamectina a 100 palme delle Canarie adulte (Longo, dati non pubblicati). In conclusione, le azioni da intraprendere per limitare la diffusione del Punteruolo sono le seguenti: ispezioni ricorrenti delle palme, eliminazione

rapida di quelle infestate, trattamenti preventivi e curativi, trapianto di giovani palme di produzione locale.

Considerata la gravità delle infestazioni, le Regioni Sicilia e Campania hanno adottato misure fitosanitarie per il controllo del Punteruolo, rispettivamente Decreto del 6 marzo 2007 per la Sicilia e Decreto del 31.01.06 n. 33 per la Campania. Nella Regione Sicilia, in forza di tale Decreto il Servizio Fitosanitario Regionale, accerta e segnala l'ubicazione delle palme infestate all'Azienda Foreste Demaniali che provvede all'abbattimento e alla loro distruzione seguendo adeguate procedure. Le palme infestate in Sicilia, accertate fino al mese di settembre, erano circa 600. Di esse ne sono state abbattute oltre la metà da parte dell'Azienda Foreste Demaniali che prevede di completare gli interventi entro il mese di novembre. Altre 200 palme sono state abbattute da privati e da amministrazioni comunali. Tuttavia il rapido estendersi delle infestazioni rischia di vanificare tale intervento se non saranno adeguatamente potenziati gli operatori.

#### ALTRI FITOFAGI NOCIVI

Numerosi fitomizi sono presenti su palme anche in Italia, in particolare alcune polifaghe cocciniglie, quali la Periceria, *Icerya purchasi* Masch., il Cottonello longiraggiato *Pseudococcus longispinus* L. il Ceroplaste *Ceroplastes rusci* L e la Saissezia *Saissetia oleae* Oliv. (descritta anche come *Coccus palmae* Haword, 1812), sono occasionalmente presenti sulle giovani palme, mentre ben più nociva è l'esotica Cocciniglia rossa della palma *Phoenicococcus marlatti* (Cock.). Tale specie paleartica è presente in Nord Africa, Medio Oriente, USA (Arizona e California), Argentina, Francia, Spagna e Italia. La femmina adulta ha il corpo sferoidale, lungo 1 mm, di colore violaceo ricoperto da cera. In fase di ovideposizione (ovovivipara), il corpo si contrae nella parte centrale e, esaurita la deposizione, assume un colore rosso scuro e perde la sua turgidità. Il maschio adulto è attero, di color viola, molto mobile. La specie può svolgere fino a 7 generazioni annue, di norma 3-4. Le più elevate densità di popolazione vengono raggiunte in aprile-maggio e in luglio-agosto. Infesta numerose palme fra le quali *Phoenix dactilifera*, *P. canariensis*, *P. reclinata*, *Siphonopathus liliaris*, *Dealbatus* sp., *Calamus* sp. e *Monorops* sp. Le colonie si insediano alla base delle foglie e nei germogli e sono avvolte da cera biancastra feltrosa. I tessuti cambiali delle palme, di norma colore avorio, diventano scuri nelle zone infestate dalla cocciniglia. Nei vari stadi di sviluppo sottrae grandi quantità di linfa e, con la saliva tossica iniettata, causa necrosi. Le produzioni subiscono notevoli contrazioni. Fra gli entomofagi predatori è attivo il coleottero scimmino *Pharoscyrnus anchorago* Frm.

Le larve cirtosomatiche di Coleotteri Dinastini del genere *Oryctes* e quelle di alcuni Cetonidi indigeni sviluppano a spese dei monconi fogliari delle palme contribuendo alla loro demolizione, senza attaccare lo stipite. Di esse la specie più frequente in Sicilia orientale è *Potosia cuprea* Fabricius (Longo, 2006), diffusa in Europa con numerose sottospecie. È frequente allo stato larvale nei vecchi ceppi di vari alberi, palme comprese, ove si alimenta dei tessuti alterati da varie cause. La larva, di tipo melolontoide, è di colore bianco con gli ultimi uriti fusi a formare un caratteristico pigidio. La pupa, di colore testaceo, è racchiusa in un bozzolo costruito dalla larva matura con detriti vegetali. L'adulto ha il corpo lungo 18-25 mm di colore verde metallico con riflessi violacei.

#### FITOFAGI POTENZIALMENTE DANNOSI

##### *Nematodi*

Numerose specie di Nematodi sono associati alle Palme; tuttavia il problema nematologico più noto è quello causato dall'associazione del *Bursaphelenchus* (= *Rhadinaphelenchus*) *coccophilus* con *Rhynchophorus palmarum* e altri punteruoli. Il nematode radicoloso *Pratylenchus penetrans* causa danni alle palme da dattero in Nord Africa in associazione a funghi patogeni delle radici. I nematodi galligeni causano i problemi più gravi nei vivai di palme da dattero e di molte palme ornamentali. Le piante adulte sono molto tolleranti alle infezioni di nematodi. Comunque dette infezioni in associazione ad altri fattori agronomici e patologici (funghi e batteri) possono causare gravissimi danni specialmente in vivaio.

*Meloidogyne javanica* e la congenere *M. incognita* sono comuni parassiti galligeni delle palma da datteri e ornamentali nei cui siti di insediamento causano ingrossamenti e fessure sulle superfici delle radici.

*Rhadopholus similis* è comune nelle palme da cocco e ornamentali (*Chamadorea*, *Syagrus*) nelle quali causa il deperimento della chioma, lesioni superficiali delle radici, necrosi e cavità nel parenchima corticale. Le misure di lotta si basano sulla prevenzione fitosanitaria in vivaio.

##### *Cocciniglie*

Varie specie di Cocciniglie possono essere accidentalmente introdotte con ripercussioni gravi per le palme e altre piante coltivate, in relazione alla spiccata polifagia di tali insetti; particolarmente nocivo è lo Pseudococcide *Maconel-*

*licoccus hirsutus* Green, già diffuso nel Bacino Mediterraneo, mentre sono da temere le introduzioni di Asterolecanidi, Fenicococcidi, Coccidi e soprattutto dei Diaspini *Aonidiella orientalis* (Newstead) *Aspidiotus destructor* Sign., *A. spinosus* Comst. e *Parlatoria* spp. che iniettano saliva tossica nei tessuti vegetali, portando a rapido intristimento le piante infestate.

### *Punteruoli*

Oltre al tristemente noto Punteruolo rosso, numerosi Coleotteri Curculionidi afferenti al genere *Rhynchophorus* – *R. palmarum* (L.), *R. phoenicis* Fabr., *R. bilineatus* Montroz. e *R. cruentatus* Fabricius – infestano le palme nelle aree intertropicali del globo (Murphy e Brioscoe, 1999). Esse possono essere facilmente introdotte in Italia con palme esotiche dalle rispettive aree d'origine. La specie sud-americana *Rhynchophorus palmarum* è vettrice del Nematode *Bursaphelenchus cocophilus* che causa una malattia nota come “cuore rosso della palma” (Esser e Meredith, 1987) di tale curculionide Viacava (2001) suppose, erroneamente, la presenza nel Bacino del Mediterraneo, agli inizi dell'800 (Longo, 2007). Attualmente le suddette specie rappresentano solo un potenziale pericolo per le palme in Italia.

### *Altri Coleotteri*

Delle circa 30 specie segnalate su palma, alcune delle quali già presenti nel nostro Paese, temibili appaiono gli esotici Dinastidi: *Augosoma centaurus* Fabr., *Oryctes agamemnon* Burm., *O. boas* (F.), *O. elegans* Prell., *O. gygas* (Cast.), *O. monocerus* (Oliv.), e *Xylotrupes gideon* (L.). Parimenti temibili sono il Cerambicide *Jebusaea hammerschmidtii* Reiche e i Crisomelidi *Hemisphaerota cyanea* (Say) e *Macrocoma* sp. Recentemente è stato intercettato in Europa, il temibile Curculionide *Metasius hemipterus sericeus* (Oliv.) Nelle isole Canarie è diffuso il Piccolo curculionide delle palme (*Diocalandra frumentii* (Fabr.)).

### *Lepidotteri*

Oltre alla citata *P. archon*, da temere è l'introduzione di un altro Castnidae, *Castnia daedalus* (Cramer). Altri castnidi di origine neotropica segnalati come possibili fitofagi delle palme sono: *Telchin licus* (Drury) e *Eupalamides*

*cyparissias* (Hübner) (Sarto I Monteys e Aguilar, 2005), ma il loro possibile insediamento nei nostri ambienti è molto improbabile.

#### PRINCIPALI MALATTIE INFETTIVE DELLE PALME PRESENTI IN ITALIA

Fino a circa un decennio fa si riteneva che in Italia le palme fossero esenti da malattie infettive gravi o distruttive. Nell'ultimo decennio la situazione fitosanitaria sembra essersi evoluta negativamente e una malattia presente da tempo endemicamente, la fusariosi, si sta diffondendo in tutte le regioni italiane in cui viene coltivata la palma delle Canarie (Garibaldi et al., 2004; Migheli, 2005). Inoltre, sono state individuate su nuove specie di palme malattie comuni in altre aree di coltivazione, quali ad esempio il marciume del germoglio apicale che recentemente nei vivai siciliani ha causato gravi danni su piantine di palma delle Canarie allevate in vaso (Pane et al., 2007).

#### *La fusariosi della palma delle Canarie*

La fusariosi della palma delle Canarie (*Fusarium wilt of Canary Island date palm*) causata da *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl: Fr. f. sp. *canariensis* Mercier et Lauvet, a differenza di altre malattie fungine, ha una gamma di ospiti molto ristretta: l'ospite principale in natura è la palma delle Canarie (Simone, 2004). Questo nome è stato dato alla malattia per distinguerla da altre fusariosi vascolari della palma, anch'esse ospiti-specifiche, quali ad esempio la fusariosi vascolare della palma da dattero causata da *F. o. f. sp. albedinis* (Killian e Maire) Malencon (*Fusarium wilt of date palm*), meglio conosciuta con il nome originale di *bayoud*, e la fusariosi delle palme da olio (*Fusarium wilt of oil palm*) causata da *F. o. f. sp. elaeidis* Toovey, che infetta *Elaeis guineensis* e *E. oleifera*, sinora presente soltanto in alcuni paesi dell'America centrale. La fusariosi della palma delle Canarie è stata segnalata in Argentina, Australia, Francia, Giappone, Grecia, Italia, Marocco e Stati Uniti (Plyler et al., 2000; Olmo et al., 2001; Palmucci, 2006). Altre specie di *Phoenix*, quali *P. dactylifera*, *P. reclinata* e *P. sylvestris*, sono suscettibili alle infezioni naturali o artificiali di questa forma speciale di *Fusarium*, mentre *P. roebelenii* è risultata immune. In California e in Australia, la malattia è stata segnalata occasionalmente anche su *Washingtonia filifera* (Elliott, 2006). Dal punto di vista pratico, tuttavia, la malattia è un problema soltanto per la palma delle Canarie. A dispetto del nome inglese, che tradotto letteralmente significa appassimento

causato da *Fusarium*, questa malattia non causa avvizzimenti, ma disseccamento e necrosi delle foglie. I sintomi iniziali si osservano sulle foglie più vecchie, vale a dire quelle esterne. Tutte le foglioline di una foglia composta o soltanto una parte di esse, spesso quelle disposte su un solo lato del rachide, imbruniscono e successivamente disseccano. Le foglioline disposte sull'altro lato del rachide invece rimangono verdi e imbruniscono e disseccano soltanto in un secondo tempo. Questo è considerato un sintomo caratteristico della malattia e in inglese è indicato come *one-sided death* o *one-sided wilt*. Sul picciolo e sul rachide delle foglie infette appaiono striature di colore bruno scuro o bruno rossastro. Sezionando il picciolo o il rachide in corrispondenza delle striature, si osserva un imbrunimento dei tessuti interni conseguente alla colonizzazione dello xilema da parte dell'agente patogeno. I sintomi della malattia inizialmente interessano le foglie più vecchie e progressivamente si estendono a quelle più giovani. La pianta può morire nell'arco di pochi mesi o sopravvivere per alcuni anni. L'attacco di curculionidi può accelerare il decorso della malattia. Su piante adulte, la fusariosi può essere diagnosticata in base ai sintomi. Difficilmente essi possono essere confusi con quelli di altre malattie. Nel caso di sospette infezioni in vivaio, invece, è consigliabile isolare l'agente patogeno dallo xilema delle foglie e successivamente confermare l'identificazione mediante il saggio molecolare. Questo secondo passaggio è necessario perché diverse specie di *Fusarium*, compresi isolati non patogeni di *F. oxysporum*, possono colonizzare i tessuti delle palme. Con saggi molecolari basati sulla PCR, utilizzando *primer* specifici, è possibile identificare *F. o. f. sp. canariensis* e distinguerlo da *F. o. f. sp. albedinis* (Fernandez, 1998; Plyler et al., 1999).

Non vi sono mezzi efficaci per curare la fusariosi. La lotta, pertanto, si basa sulla prevenzione. La diffusione della malattia a distanza avviene con piante infette e probabilmente attraverso il seme. Di conseguenza è fondamentale accertarsi che il seme provenga da piante-madri sane. È stato ipotizzato che alcuni coleotteri che attaccano le palme, tra essi una specie affine al Punteruolo rosso, possano fungere da vettori di *F. o. f. sp. canariensis* (Summerell et al., 2001). La malattia, una volta insediata in un vivaio o in un popolamento si può trasmettere da una pianta all'altra con la potatura, mediante la segatura che aderisce alle catene delle motoseghe. A tal proposito è utile rilevare che anche foglie asintomatiche possono essere infette. Si stima, infatti, che il periodo di incubazione della fusariosi possa variare da 6 a 18 mesi. Per evitare che la malattia possa trasmettersi da una pianta all'altra con la potatura, si consiglia di disinfettare gli attrezzi ogni volta che si pota una palma. Prima di immergere la lama della motosega in una soluzione disinfettante conviene

spazzolarla per eliminare la segatura. Si possono utilizzare come soluzioni disinfettanti miscele di ipoclorito di sodio e acqua (1:3) oppure di alcole isopropilico (70%) o alcole etilico denaturato (95%) e acqua (1:1). La lama della motosega, dopo essere stata immersa nella soluzione per almeno 5 minuti, deve essere risciacquata con acqua. Dopo aver potato una decina di palme e comunque almeno ogni due ore, la soluzione disinfettante deve essere rinnovata. Sarebbe opportuno effettuare una sola potatura l'anno, eliminando soltanto le foglie secche o senescenti. Con potature molto drastiche si indebolisce la pianta e aumenta la probabilità di trasmissione della fusarioisi. In vivaio, le piante che al saggio risultano infette debbono essere eliminate e possibilmente bruciate. Lo stesso vale per le piante adulte. Le clamidospore di *F. o. f. sp. canariensis* sopravvivono a lungo nel terreno e nelle radici delle piante infette. Inoltre, è stato dimostrato sperimentalmente che le palme, soprattutto allo stadio di semenzale, possono infettarsi per via radicale. Sebbene non si conosca con precisione quanto possa sopravvivere nel terreno l'inoculo di *F. o. f. sp. canariensis*, non sarebbe prudente piantare una palma delle Canarie in un sito che in precedenza abbia ospitato palme infette.

### *Le malattie fogliari*

Diverse specie fungine sono agenti di malattie fogliari delle palme, ma i sintomi spesso si assomigliano. Alcuni di questi funghi attaccano soltanto la lamina fogliare; altri, invece, infettano anche il rachide e il picciolo. Spesso, inoltre, si usa distinguere tra agenti di macchie (*spots*) e agenti di disseccamenti (*blights*), ma come avviene spesso in natura le due categorie non sempre sono facilmente separabili. La differenza tra macchia e disseccamento consiste fondamentalmente nella superficie di lamina fogliare interessata dalla necrosi. Se le lesioni fogliari sono discrete vengono indicate con il termine di macchie, se confluiscono si preferisce usare il termine disseccamenti. I più comuni generi fungini che comprendono agenti di malattie fogliari delle palme sono *Annellophora*, *Bipolaris*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Calonectria* (anamorfo, *Cylindrocladium*), *Exserohilum*, *Gliocladium*, *Graphiola*, *Pestalotiopsis*, *Pestalotia*, *Phaeotrichoconis*, *Phyllachora*, *Pseudocercospora* e *Stigmina* (Elliott, 2006). Tra gli agenti di disseccamenti fogliari, inoltre, sono stati segnalati *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. (Garibaldi et al., 2000; Polizzi, 2002; Polizzi e Vitale, 2004) e *Fusarium proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (Abdalla et al., 2000; Polizzi e Vitale, 2003; Armengol et al., 2005). I funghi che causano malattie fogliari producono conidi che possono essere facilmente disseminati dall'ac-

qua o dal vento. Altri agenti di disseminazione sono gli insetti, i roditori e, ovviamente, l'uomo. L'acqua è essenziale non soltanto per la disseminazione dei conidi e per la loro germinazione ma anche per il processo di infezione, nella fase di penetrazione. La gamma completa delle piante ospiti di queste specie fungine non sempre è nota ma in genere comprende un gran numero di specie di palme. Queste malattie sono più frequenti e dannose in vivaio, innanzitutto perché le piante giovani sono più suscettibili. In vivaio, inoltre, l'elevata densità di coltivazione favorisce il contagio e determina condizioni ambientali favorevoli alle infezioni. Sulle piante adulte il danno è nella maggior parte dei casi soltanto di tipo estetico ma su giovani piantine attacchi intensi possono avere effetto debilitante (Polizzi et al., 2007b). La diagnosi di una malattia fogliare si fa in genere mediante l'osservazione al microscopio dei conidi dell'agente patogeno. I conidi possono essere osservati direttamente sulla foglia, magari favorendo la sporulazione con l'incubazione in camera umida, oppure su colture pure accresciutesi su substrato artificiale.

Per quanto riguarda la prevenzione di queste malattie è fondamentale tenere presente che la disseminazione dell'inoculo e le infezioni dipendono dall'acqua di pioggia e di irrigazione. Per questo motivo, sarebbe opportuno non utilizzare impianti di irrigazione soprachioma e riparare le piantine dalla pioggia. In genere, è necessario un periodo continuo di bagnatura della foglia di 10-12 ore perché possano avvenire le infezioni, quindi si può ridurre il rischio diminuendo il periodo di bagnatura. Questo si può ottenere, ad esempio, irrigando nelle prime ore del mattino, possibilmente prima dell'alba, favorendo la ventilazione, distanziando le piante tra loro ed evitando che quelle più sviluppate facciano ombra alle altre. Per quanto possa sembrare strano, è stato osservato che a parità di altre condizioni le macchie fogliari sono più frequenti sulle piante allevate in pieno sole che su quelle allevate all'ombra. In vivaio, dovrebbero essere effettuati controlli periodici per rilevare tempestivamente l'eventuale presenza di malattie fogliari. Le foglie o le piantine sintomatiche, se presenti sporadicamente, dovrebbero essere rimosse dal vivaio e distrutte per eliminare potenziali focolai di inoculo. L'eventuale presenza di malattie fogliari deve essere rilevata anche sulle palme adulte che si trovano nel vivaio perché possono essere fonte accidentale d'inoculo. Potenziali fonti di inoculo per alcune malattie fogliari delle palme, inoltre, possono essere altre specie di piante ornamentali e piante spontanee. Alcuni agenti di malattie fogliari infettano più facilmente piante già debilitate da altre cause; in particolare, è stato osservato che alcune malattie fogliari colpiscono in modo più grave le palme sofferenti per carenze nutrizionali. È questo il caso delle piante di *Wodyetia biforcata* che soffrono per mancanza di ferro. Le necrosi fogliari

causate dalla carenza di potassio sono spesso colonizzate da funghi patogeni secondari che complicano il quadro sintomatologico. Pertanto, una concimazione adeguata e la correzione delle carenze nutrizionali possono essere considerate misure di profilassi per la prevenzione delle malattie fogliari. Sebbene l'uso di fungicidi sia utile per prevenire la diffusione di queste malattie esso da solo non è sufficiente per contenerle. I fungicidi più comunemente utilizzati in vivaio contro le malattie fogliari delle palme sono il chlorothalonil, l'iprodione e il mancozeb. Tutti e tre sono fungicidi di copertura e, pertanto, la loro efficacia dipende in larga misura dall'uniformità di distribuzione.

Una malattia fogliare delle palme piuttosto singolare è quella comunemente chiamata "falso carbone", causata da *Graphiola phoenicis* (Moug.) Poit., fungo ormai presente dovunque si coltivino le specie di palme suscettibili a questa malattia, soprattutto la palma da dattero. La posizione sistematica della *G. phoenicis* è controversa: secondo Cole (1983) questa specie, sebbene affine dal punto di vista ontogenetico e cariologico alle *Ustilaginales*, andrebbe collocata in un ordine a sé stante, quello delle *Graphiolales*. Numerose specie di palme sono state segnalate come ospiti di questo fungo patogeno ma esso infetta prevalentemente le specie di *Phoenix*, quali la palma delle Canarie e la palma da dattero. Un'altra specie molto suscettibile è la palma di S. Pietro, sulla quale la malattia è stata rinvenuta per la prima volta in natura. Altre specie di palma suscettibili sono *Acolorrhaphe wrightii*, *Arenga pinnata*, *Butia capitata*, *Coccothrinax argentea*, *Cocos nucifera*, *Dypsis lutescens*, *Livistona alfredii*, *L. chinensis*, *P. roebelenii*, *P. sylvestris*, *P. theophrasti*, *Prestoea acuminata*, *Roystonea regia*, *Sabal minor*, *S. palmetto*, *Syagrus romanzoffiana*, *Thrinax morrisii* e *W. robusta*. Il primo sintomo di questa malattia è costituito da piccole macchie, delle dimensioni massime di circa 0,8 mm, di colore che varia dal giallo al nero, attraverso varie gradazioni di marrone. Esse compaiono sulle foglie più vecchie. Tuttavia, il sintomo più appariscente è costituito dai sori dell'agente patogeno, corpi fruttiferi di colore nero, di dimensioni massime di poco superiori a 1,5 mm, che erompono dall'epidermide delle foglie in corrispondenza delle macchie fogliari e producono spore di colore giallo, dette clamidospore per omologia con quelle delle *Ustilaginales*. Dal soro maturo, emergono ciuffi di ife sporigene e ife sterili filamentose, quest'ultime probabilmente hanno la funzione di favorire la dispersione delle spore. Dopo aver liberato le spore, il soro appare come un corpicciolo crateriforme, duro e quindi facilmente rilevabile al tatto. I sintomi, molto specifici e visibili anche a occhio nudo, permettono di identificare facilmente la malattia. Pertanto, sebbene sia possibile coltivare *G. phoenicis* su substrato artificiale, non è necessario per la diagnosi far ricorso all'isolamento. Dopo la penetrazione nella foglia, lo sviluppo di questo fungo nei tessuti è molto circoscritto. Il periodo di incubazione della malattia è

piuttosto lungo, circa 10-11 mesi. Le infezioni della *G. phoenicis* inducono una senescenza precoce delle foglie, ma il danno maggiore è quello estetico. Molto spesso esso viene sopravvalutato, anche perché questa malattia è frequentemente associata a carenze nutrizionali o ad altre infezioni fogliari, quali, ad esempio, quelle di *Stigmina palmivora* (Sacc.) S. Hughes, molto comuni su piantine di *P. canariensis* in vivaio. Le infezioni della *G. phoenicis* non sono un problema nei climi aridi o ventilati ma possono manifestarsi con una certa gravità nei climi umidi e piovosi o nelle serre. Tutte le cultivar più diffuse di palma da dattero, quali “Deglet Noor”, “Medjool” e “Zahidi”, sono suscettibili a questa malattia. In Sicilia sono stati osservati gravi attacchi, con un’incidenza superiore a 20 sori per cm<sup>2</sup> di superficie fogliare, su piantine di *C. humilis* allevate sotto serra.

Per la lotta contro questa malattia sono stati sperimentati diversi fungicidi. Ad esempio, ossicarbossina, fenpropimorf e ziram *in vitro* hanno mostrato una notevole attività inibitoria contro *G. phoenicis* (Magnano di San Lio et al., 1991); tuttavia i risultati delle applicazioni su piante non sono apparsi particolarmente incoraggianti. In alcuni paesi in cui si coltiva la palma da dattero, si fanno trattamenti fogliari con metiltiofanate, idrossido e ossicloruro di rame. I risultati non sempre sono soddisfacenti e comunque sono necessari numerosi trattamenti. Probabilmente sarebbe opportuno far coincidere il primo trattamento con la sporulazione dei sori per proteggere le foglie da nuove infezioni, anche se non si hanno sufficienti conoscenze epidemiologiche per prevedere con precisione questo momento.

Una sindrome nota come disseccamento del rachide è associata a infezioni di specie fungine appartenenti prevalentemente ai generi *Pestalotiopsis*, *Coccolicola* e *Serenomyces*, questi ultimi due entrambi infeudati alle palme, *Dothiorella*, *Macrophoma*, *Phoma*, *Phomopsis* e *Diplodia*, che invece comprendono specie patogene sia delle palme sia di piante appartenenti ad altre famiglie botaniche. La gamma completa di piante-ospiti di molte di queste specie fungine non è nota. Il disseccamento del rachide colpisce per lo più le piante adulte ma raramente questa malattia costituisce un serio problema. Su *P. canariensis* i sintomi sono simili a quelli della fusariosi. Per la lotta, valgono le misure di profilassi indicate per le malattie fungine delle foglie.

*Il marciume basale del tronco causato da Ganoderma*  
(*Ganoderma butt rot*) e da *Armillaria* (*Armillaria root rot*)

Il genere *Ganoderma* comprende diverse specie agenti di carie del legno. La specie patogena per le palme è *G. zonatum* Murril (syn. *G. sulcatum* Murril). Il

marciume basale del tronco causato da questa specie fungina è una malattia cronica ma con esito letale, che colpisce le piante adulte. Si ritiene che quasi tutte le specie di palma siano suscettibili a questa malattia anche se in effetti essa è stata segnalata soltanto su poco più di una sessantina delle specie più comuni (Elliott e Broschat, 2006). Fanno eccezione le palme che non hanno un tronco legnoso, quali ad esempio alcune specie di *Chamaedorea* e *S. minor*. *G. zonatum* produce diversi enzimi degradativi del legno e causa un marciume interno della parte basale del tronco. Il primo sintomo visibile della malattia è l'appassimento di tutte le foglie, a eccezione del germoglio centrale. Soltanto in alcuni casi il fungo forma alla base del tronco un caratteristico corpo fruttifero (basidiocarpo) sessile, di consistenza legnosa, a forma di mezzaluna o di mensola, con la parte dorsale di colore rossastro e quella rivolta verso il basso (imenio) di colore bianco. La presenza del basidiocarpo facilita la diagnosi. Ciascun basidiocarpo produce milioni di basidiospore, che vengono liberate sotto forma di una polvere impalpabile di color ruggine. La disseminazione avviene tramite le basidiospore che cadono al suolo e germinano. Il micelio si sviluppa all'esterno della corteccia delle radici senza infettarle. Successivamente, invece, penetra nel tronco e invade i tessuti del legno. L'inoculo viene trasportato con piante infettatesi in vivaio con il terreno. Non si conosce con certezza quanto tempo intercorra tra la penetrazione del fungo e la differenziazione del basidiocarpo e non esiste ancora un metodo non distruttivo per diagnosticare un'infezione latente. La parte interna imbrunita del legno ha una caratteristica forma di cono, è più larga alla base e va progressivamente restringendosi verso l'alto. La penetrazione è attiva e lo sviluppo dell'infezione all'interno del tronco non è influenzato da fattori ambientali. Pertanto, si può escludere un effetto sulla malattia di fattori esterni, quali ad esempio le ferite, la bagnatura o l'ombreggiamento della parte basale del tronco. La malattia si manifesta sia in popolamenti naturali sia su palme trapiantate. Essa non sembra in alcun modo correlata allo stato nutrizionale della pianta e al tipo di terreno; si rinviene, infatti, anche in terreni sciolti e ben drenati.

Da quanto detto si desume che l'infezione non avviene tramite gli attrezzi di potatura; per eliminare una possibile fonte di inoculo sarebbe opportuno distruggere la parte basale del tronco delle piante infette dal momento che nessuno dei fungicidi sistemici attualmente disponibili è in grado di eradicare infezioni così profonde.

Poiché la principale via di disseminazione sono le basidiospore, è consigliabile come misura preventiva la distruzione dei basidiocarpi che si formano alla base di piante ancora vive o sulle ceppaie di piante tagliate di recente. Sarebbe opportuno che il basidiocarpo, una volta asportato, venisse bruciato. Quanto più precocemente avviene la rimozione del basidiocarpo tanto più probabile è

che esso non abbia ancora differenziato le basidiospore. Ecco perché si consiglia di ispezionare la base del tronco periodicamente, con frequenza di 1-6 mesi. Se sul tronco di una palma ancora viva si trova il basidiocarpo di *G. zonatum*, la palma deve essere tagliata, innanzitutto per ragioni di sicurezza. Infatti, la presenza del basidiocarpo indica che i tessuti interni sono stati colonizzati estensivamente e, pertanto, la resistenza meccanica del tronco è seriamente compromessa. Quando la palma viene tagliata, è opportuno non lasciare nel terreno radici o residui della ceppaia che possono costituire un substrato ideale per il fungo. Poiché l'inoculo di *G. zonatum* sopravvive a lungo nel terreno il rischio di reinfezione è molto elevato. Tuttavia, si possono piantare senza alcun problema altre piante arboree, poiché *G. zonatum* infetta esclusivamente le palme.

Un'altra forma di marciume basale del tronco delle palme è causata da *Armillaria mellea* (Vahl.) P. Kumm. La diffusione delle specie di *Armillaria* nell'ambiente e il contagio da una pianta all'altra avviene mediante le rizomorfe. Le rizomorfe sono in grado di muoversi attivamente nel terreno. Si allungano alcune decine di centimetri l'anno e penetrano direttamente. I tessuti della parte basale del tronco invasi dal micelio imbruniscono, diventano di consistenza spugnosa e trasudano acqua. Essi sono pervasi da micelio bianco-crema ed emanano un caratteristico "odore di fungo". Il marciume interessa soltanto la parte basale del tronco e, a differenza di quello causato da *Ganoderma*, procede dall'esterno verso l'interno. Se l'infezione si estende all'intera circonferenza del tronco, la pianta deperisce e alla fine muore. Le infezioni su piante giovani hanno quasi sempre esito letale. Nelle piante adulte il decorso della malattia è cronico e possono trascorrere alcuni anni prima che la palma mostri sintomi sulla corona fogliare. Le palme adulte, infatti, possono tollerare a lungo l'infezione senza mostrare alcun sintomo. Le basidiospore prodotte dai basidiocarpi sono disseminate dall'acqua e dal vento e hanno la funzione di colonizzare nuovi siti. I basidiocarpi si differenziano in gruppi ("famigliole di chiodini") alla base delle piante infette. Il marciume da *Armillaria* causa danni di una certa entità nelle piantagioni di palme da olio dell'America centrale. Recentemente, in Italia la malattia è stata segnalata occasionalmente su *P. canariensis* (Grasso et al., 2007).

*Il marciume dello stipite causato da Thielaviopsis paradoxa*  
(Thielaviopsis trunk rot)

*Thielaviopsis paradoxa* (De Seymes) Höhn è specie fungina presente in tutto il mondo nei climi caldi, infetta soltanto monocotiledoni. Oltre alle palme

attacca il banano, l'ananas e la canna da zucchero. Può infettare diverse parti dell'albero della palma. Produce due tipi di spore asessuate, gli endoconidi e le clamidospore. Quest'ultime possono sopravvivere a lungo nel terreno. La forma sessuata, *Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau, si trova in natura molto raramente. *T. paradoxa* è in grado di infettare le palme soltanto attraverso ferite ancora fresche, è un patogeno opportunisto e colonizza i tessuti del tronco di piante che hanno subito uno stress. L'elevata incidenza del marciume dello stipite riscontrata in partite di palme da dattero di 5-8 metri di altezza importate via nave dall'Egitto (Polizzi et al., 2007a), probabilmente, è da attribuire allo stress da trapianto e alle condizioni non idonee durante il trasporto. In genere, le infezioni di *T. paradoxa* interessano tronchi non lignificati. Pertanto, il marciume causato da questo fungo si trova soprattutto nella parte alta del tronco perché è meno ricca di fibre. I tessuti attorno alla ferita, che costituisce il punto di penetrazione, rammolliscono. Se si taglia trasversalmente il tronco si può osservare che il marciume si estende soltanto su un lato della sezione. In seguito all'infezione il tronco collassa. Dal legno marcio si sviluppano sostanze volatili, soprattutto acetato di etile e alcole etilico, che hanno un caratteristico odore di frutta fermentata. Un sintomo che si osserva frequentemente prima che lo stipite collassi, soprattutto sulla palma da cocco (*C. nucifera*), è la fuoriuscita di un essudato di colore bruno-rossastro dal tronco (Elliott, 2006). *T. paradoxa* può infettare le palme in qualunque stadio di sviluppo. Il marciume dello stipite causato da questo fungo è una malattia endemica da molti anni in Italia sulla palma delle Canarie (Garibaldi et al., 2000) ed è stato segnalato di recente su palma da dattero e su kentia (Polizzi et al., 2006 e 2007a).

#### *Il marciume rosa causato da Gliocladium (Gliocladium blight, pink rot)*

Fungo endofita, *Gliocladium vermoeseni* (Biourge) Thom. si comporta da patogeno opportunisto su palme che hanno subito uno stress. Può essere considerato patogeno primario su piantine erbacee. Le infezioni di marciume rosa della guaina di piantine di *Chamaedorea* allevate in vaso sotto serra sono abbastanza comuni. In condizioni di elevata umidità, *G. vermoeseni* colonizza rapidamente i tessuti danneggiati dal freddo anche di palme adulte e, inoltre, si trova spesso associato alle infezioni di fusariosi sul rachide delle foglie. Su piantine erbacee, i sintomi delle infezioni di *G. vermoeseni* sono necrosi ed essudati gommosi alla base del fusto e sulla guaina fogliare, seguiti dal disseccamento dell'intera piantina. Su piante adulte si osservano striature necroti-

che sul rachide, clorosi delle *pinnae* e disseccamento anticipato delle fronde. Il sintomo più evidente è l'enorme massa di spore di colore arancione che il fungo produce sulla superficie degli organi infetti. Esso è così vistoso da creare un allarme forse superiore al danno effettivo se non fosse per il fatto che questa specie fungina è nel novero dei microrganismi che compromettono la qualità commerciale delle piante. In ogni caso le infezioni di questo fungo sono un indice di condizioni igienico-sanitarie insoddisfacenti. In particolare, deve preoccupare la presenza di esse su palma delle Canarie. Infatti, le infezioni di *G. vermoeseni* e quelle di *F. o. f. sp. canariensis* spesso sono associate tra loro (Garibaldi et al., 2004) tanto da essere considerate un "complesso di malattie". Quali ospiti di *G. vermoeseni* sono state segnalate le seguenti specie di palma: *Archontophoenix cunninghamiana*, *C. elegans*, *C. seifrizzi* e altre specie di *Chamaedorea*, *Ch. humilis*, *Dypsis decaryi*, *D. lutescens* e altre specie di *Dypsis*, *Howea belmoreana*, *H. forsteriana*, *P. canariensis*, *P. dactylifera*, *S. romanzoffiana* e varie specie di *Washingtonia* (Elliott, 2006).

La lotta contro questa malattia si basa soprattutto sulla prevenzione. Occorre evitare ferite, eliminare le piante con sintomi evidenti di infezione e le foglie secche perché costituiscono potenziali fonti di inoculo, non utilizzare sistemi di irrigazione soprachioma e trattare con fungicidi (ad esempio, dithane o metil-tiofanate) dopo la potatura per proteggere i tagli e dopo eventuali gelate. In vivaio, inoltre, è consigliabile irrigare nelle prime ore del mattino per ridurre il periodo di bagnatura, riparare le piante nei periodi eccessivamente piovosi, distanziarle per favorire l'arieggiamento, proteggerle da attacchi di insetti e, in generale, mantenerle in buone condizioni.

### *Il marciume del germoglio apicale* (Bud rot, heart rot)

Il marciume del germoglio apicale ha conseguenze gravi per le palme, qualunque ne sia la causa, perché il fusto della palma ha un solo meristema apicale e se questo marcisce la pianta cessa di accrescersi e muore. I primi sintomi di questa malattia sono l'appassimento, il viraggio di colore e il disseccamento della foglia centrale. Progressivamente i sintomi si estendono alle altre foglie giovani. Inizialmente le foglie appaiono di un colore verde più chiaro del normale, ingialliscono e infine disseccano. La base delle foglie marcisce ed emana un odore penetrante. In una fase avanzata della malattia lo stipite della foglia centrale si distacca facilmente. Le foglie esterne, invece, rimangono asintomatiche e collassano soltanto dopo alcuni mesi. Gli agenti causali del marciume del germoglio apicale sono *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E.J. Butler

*T. paradoxa* e alcune specie batteriche. *T. paradoxa*, noto anche come agente causale di marciume dello stipite, è un fungo ubiquitario che infetta diverse specie di palme. Associate al marciume del germoglio apicale si trovano spesso specie batteriche (per lo più *Erwinia* spp.). Questi batteri sono soltanto invasori secondari che colonizzano i tessuti danneggiati da basse temperature o da patogeni primari, quali *P. palmivora* o *T. paradoxa*. L'agente causale più comune di questa malattia è *P. palmivora*. Questa specie si trova in tutto il mondo ed è polifaga, infatti non attacca soltanto le palme ma centinaia di altre specie vegetali appartenenti a varie famiglie botaniche. Infetta le palme, sia in vivaio che in campo e in tutti gli stadi di sviluppo della pianta (Uchida, 2004). È stata segnalata diversi anni fa in Campania come agente causale di marciume dei frutti di agrumi e del germoglio apicale su kentia (*H. forsteriana*) (Verneau, 1953) e di recente in vivai della Sicilia orientale su piantine di palma delle Canarie allevate in vaso (Pane et al., 2007). Produce diversi tipi di propagali, gli sporangi che sono disseminati dall'acqua e dal vento, le zoospore, propagali infettivi motili in acqua, le clamidospore e le oospore, che hanno funzione di organi di resistenza. L'acqua è un fattore essenziale per il ciclo ontogenetico di questo patogeno e per le infezioni. *P. palmivora* è stata segnalata anche come agente causale di macchie fogliari su specie di *Chamaedorea* (Magnano di San Lio et al., 1986 e 1987). Per identificare gli agenti causali del marciume del germoglio apicale è necessario isolarli in purezza dai tessuti infetti. È possibile, inoltre, diagnosticare le infezioni di *P. palmivora* con metodi molecolari basati sulla *nested*-PCR utilizzando *primer* genere- e specie-specifici. Il marciume del germoglio centrale causato da *P. palmivora* si verifica più frequentemente nei periodi piovosi. Nei paesi tropicali e subtropicali spesso esplose in forma epidemica dopo gli uragani. La comparsa del marciume causato da *T. paradoxa*, invece, non è correlata a eventi meteorici. In vivaio, entrambe le forme di marciume possono verificarsi nel corso di tutto l'anno, indipendentemente dalla pioggia. L'irrigazione soprachiuma e la nebulizzazione creano condizioni favorevoli soprattutto alla diffusione del marciume causato da *P. palmivora*. Gli schizzi d'acqua disseminano l'inoculo da una pianta all'altra, mentre il ruscellamento superficiale contribuisce alla disseminazione di esso nel suolo.

In vivaio o su piante giovani, la prevenzione del marciume del germoglio centrale si basa soprattutto sulla gestione razionale dell'acqua, sia essa di pioggia che d'irrigazione. Una maggiore distanza tra le piante, la ventilazione e l'irrigazione nelle prime ore del mattino per ridurre al minimo il periodo di bagnatura delle foglie sono efficaci misure di profilassi. Sarebbe consigliabile evitare del tutto l'irrigazione sopra chioma. I conidi di *T. paradoxa* e gli spo-

rangi di *P. palmivora* possono essere disseminati anche da insetti, molluschi o roditori, con terreno contaminato e probabilmente con attrezzi di lavoro. Le piante con infezioni gravi dovrebbero essere rimosse e distrutte per eliminare i focolai di infezione. Nel caso di piante allevate in *contenitori* occorre eliminare anche il terreno contaminato. Nel caso di palme adulte, è sufficiente eliminare la corona fogliare, mentre il tronco, non essendo infetto, può essere utilizzato per la produzione di cippato (*chip*). Per l'applicazione della lotta chimica è consigliabile una diagnosi precisa dell'agente patogeno perché i fungicidi che si utilizzano contro *P. palmivora*, che è un oomicete, non sono efficaci contro *T. paradoxa* e viceversa. Se le piante sono giovani, i fungicidi si possono applicare per annaffiatura direttamente sul germoglio centrale. Contro il marciume causato da *P. palmivora* si possono utilizzare prodotti a base di fosetyl-Al, mefenoxam o propamocarb, mentre contro il marciume causato da *T. paradoxa* sono efficaci prodotti a base di metil-tiofanate. Se l'agente patogeno non è stato identificato si può ricorrere a una miscela di fungicidi. Questi fungicidi hanno efficacia preventiva. I trattamenti debbono essere fatti appena si notano le prime piante infette. Nel periodo delle piogge e nei giorni successivi ai temporali estivi o autunnali i vivai debbono essere ispezionati con particolare attenzione. Il trattamento di piante adulte è più difficile e poco efficace.

#### MALATTIE INFETTIVE POTENZIALMENTE PERICOLOSE PER LE PALME IN ITALIA

##### *Il bayoud*

Il *bayoud* della palma da dattero (*P. dactylifera*) è una grave malattia vascolare, causata da una forma speciale di *F. oxysporum*, *F. o. f. sp. albedinis* (Louvè e Toutain, 1981). I sintomi sono simili a quelli causati da *F. o. f. sp. canariensis* sulla palma delle Canarie. Nel Maghreb è in corso un'epidemia che sta causando la morte di milioni di palme. I danni economici per la produzione di datteri, alimento di base per le popolazioni maghrebine, sono gravissimi. Altrettanto importante è l'impatto ecologico di questa malattia, che nelle oasi sta minacciando la sopravvivenza della palma da datteri, specie-chiave nel delicato equilibrio di questi ecosistemi molto vulnerabili. Non si conoscono mezzi di lotta efficaci; tuttavia, sono in corso programmi di miglioramento genetico per l'ottenimento di cultivar di palma da dattero resistenti alla malattia. È stato sviluppato un metodo molecolare di diagnosi basato sulla PCR con *primer* specifici con il quale è possibile distinguere *F. o. f. sp. albedinis*

da *F. o. f. sp. canariensis*. *F. o. f. sp. albedinis* è nella lista A2 dei patogeni da quarantena dell'EPPO (Baayen e Pieters, 2003). La sua introduzione costituirebbe un serio pericolo per la sopravvivenza delle palme mediterranee e, in particolare, per *P. dactylifera* e *P. canariensis*. Peraltro la gamma completa delle palme suscettibili alle infezioni di questa forma speciale di *F. o.* non è ancora del tutto nota ma quasi certamente non si limita a queste due specie. Il rischio che *F. o. f. sp. albedinis* possa essere introdotta accidentalmente nel nostro Paese è notevolmente aumentato in questi ultimi anni in seguito all'importazione per scopi ornamentali di esemplari adulti di palma dal Nord Africa. L'eventuale regolamentazione delle importazioni di palme allo scopo di fronteggiare l'emergenza del Punteruolo Rosso potrà avere, pertanto, ricadute positive anche per quanto riguarda il controllo di questa malattia.

#### *Il cadang-cadang della palma da cocco*

Il *cadang-cadang* è una malattia letale della palma da cocco causata dal viroide indicato con l'acronimo CCCVd (*Coconut Cadang-Cadang Viroid*). È stata scoperta per la prima volta nelle Filippine dove tuttora è in corso un'epidemia (Randles e Rodriguez, 2003). Si è diffusa anche in Oceania, nelle isole Salomone. Una malattia simile denominata *tinangaja disease* (Wall e Randles, 2003), scoperta nell'isola di Guam, è causata dal viroide CTiVd, affine al CCCVd. Gli ospiti naturali del CCCVd sono la palma da cocco (*C. nucifera*), *Corypha elata* e la palma da olio (*E. guineensis*). Altre palme, quali *Chrysalidocarpon lutescens*, le palme da dattero, *Ptychosperma macarthuri*, *Roystonea regia* e *V. merrillii*, sono risultate suscettibili alle infezioni artificiali. A differenza degli altri viroidi, il CCCVd ha diverse forme molecolari che nel corso della malattia si evolvono nella pianta secondo una determinata progressione. Le modalità di trasmissione di questa malattia non sono del tutto note. È probabile che, analogamente ad altre malattie causate da viroidi, possa trasmettersi con gli attrezzi di potatura o attraverso ferite accidentali. La malattia può essere trasmessa per seme o tramite il polline ma la percentuale di trasmissione per seme è molto bassa. Il decorso del *cadang-cadang* è cronico e dura diversi anni. Tra la comparsa dei primi sintomi e la morte della pianta intercorrono da 8 a 16 anni ma anche di più se la pianta è adulta. I sintomi si evolvono secondo una sequenza temporale in cui è possibile distinguere tre fasi. In una prima fase, che dura 2-4 anni, compaiono sulle foglie macchie traslucide che si possono distinguere guardando la foglia controluce, le noci prodotte sono piccole e rotondeggianti, con caratteristiche scarificazioni equatoriali. Nella

fase intermedia, che dura circa 2 anni, le macchie fogliari divengono così numerose da conferire alla corona di foglie un colore giallo, le infiorescenze necrotizzano e rimangono sterili per cui non vengono più prodotte noci. Il numero e le dimensioni delle foglie nuove diminuiscono. Nella fase finale, che dura circa 5 anni, le macchie fogliari confluiscono. La corona fogliare appare di colore giallo-bronzeo, di dimensioni molto ridotte. Le foglioline seccano e la palma muore. La diagnosi sintomatologica di questa malattia non è affidabile. Tuttavia, sono stati sviluppati diversi metodi molecolari di diagnosi. Non si conoscono mezzi di lotta efficaci. Il CCCVd è un patogeno da quarantena (OEPP/CABI, 1997). La sua introduzione nella regione del Mediterraneo potrebbe avere un notevole impatto su diverse specie di palme. L'ideale sarebbe evitare l'importazione di materiale di propagazione, compresi i semi e le colture embrionali, dai paesi in cui la malattia è presente.

### *Il lethal yellowing (LY)*

La malattia nota come *lethal yellowing* (giallume letale) era già conosciuta da oltre un secolo nelle isole dei Caraibi anche se con altre denominazioni (OEPP/CABI, 1997). Tuttavia soltanto negli anni '50 del secolo scorso, allorché cominciò a diffondersi epidemicamente nel sud della Florida e in Giamaica, ci si rese conto della sua gravità. L'agente causale è un fitoplasma appartenente al gruppo 16SrIV Sottogruppo A ed è trasmesso dal Cicadellide *Myndus crudus*. La sua diffusione, quindi, è strettamente correlata alla presenza del vettore. Più di una trentina di specie di palme possono essere infettate da questo fitoplasma. Tuttavia, la specie più colpita è la palma da cocco (*C. nucifera*), seguita da *Veitchia merrillii* e *P. canariensis*. La malattia mostra diversi tipi di sintomi che sulla palma da cocco compaiono secondo una successione cronologica ben definita. Sulle palme in produzione il primo sintomo è la caduta anticipata di tutti i frutti. In corrispondenza dell'estremità stilare, inoltre, i frutti mostrano un'area allessata di colore variabile dal bruno al nero. Anche nelle palme sofferenti per carenza di boro si può osservare la caduta improvvisa dei frutti, ma è assente la tipica necrosi dell'estremità stilare. Il sintomo che compare successivamente è la necrosi delle infiorescenze. Nelle varietà di palma da cocco suscettibili, quasi tutte le varietà con fusto alto, il sintomo che compare per ultimo è il giallume delle foglie, che inizia dalle foglie più esterne e progredisce verso l'interno, interessando anche quelle più giovani. In genere, le foglie ingiallite rimangono turgide, ma in alcuni casi imbruniscono, disseccano e collassano. Con il progredire della malattia, il

germoglio centrale muore e tutta la chioma dissecca e si distacca dal tronco. Le palme “decapitate” si individuano anche a distanza. Le piante infette muoiono nell’arco di 3-5 mesi dalla comparsa dei primi sintomi. I sintomi fogliari sono diversi a seconda della specie di palma e della cultivar. Nella maggior parte delle cultivar di palma da cocco con fusto alto le foglie prima di disseccare diventano di colore giallo oro. Viceversa, nelle cultivar “nane”, le foglie diventano di un colore che può variare dal rossastro al grigio bruno. Oltre che sulle cultivar di palma da cocco con fusto alto, il sintomo del primo tipo (giallume) si osserva sulle seguenti specie di palma: *Caryota mitis*, *Corypha rumphiana*, *Chelyocarpus chuco*, *C. elata*, *Dictyospermum album*, *Hyophorbe verschaffeltii*, *L. chinensis*, *Pritchardia* spp. e *Trachycarpus fortunei*. Viceversa altre specie, quali *V. merrilli*, *Borassus flabellifer*, *Dypsis decaryi*, *Phoenix* spp. e *Veitchia arecina* sulle foglie giovani mostrano sintomi del secondo tipo, analoghi a quelli delle cultivar nane di palma da cocco (Harrison e Elliott, 2007). Altre differenze sintomatiche riguardano il momento in cui la foglia centrale muore. Su *P. dactylifera* e *B. flabellifer* la morte della foglia centrale (apicale) spesso precede le alterazioni cromatiche delle foglie. Su *Veitchia*, invece, la foglia apicale rimane viva fino a che non muoiono tutte le altre foglie; su *V. merrilli* le foglie più vecchie si ripiegano sul tronco. La diagnosi della malattia in piante adulte può essere fatta in base ai sintomi. Sono stati sviluppati, inoltre, metodi di diagnosi molecolari basati sulla PCR con *primer* specifici per questo fitoplasma (Myrie et al., 2006). Per quanto riguarda la lotta, negli Stati Uniti, dove la malattia è presente da parecchi decenni, sono stati utilizzati diversi mezzi, anche chimici. Trattamenti con ossitetraciclina, sia a scopo preventivo che terapeutico, hanno mostrato una discreta efficacia ma soltanto su piante con sintomi iniziali. L’antibiotico è stato iniettato nel tronco. Uno dei limiti dell’ossitetraciclina è che l’effetto cessa quando il trattamento viene sospeso. Peraltro in Italia l’uso degli antibiotici in agricoltura è vietato. L’ipotesi di controllare la diffusione della malattia mediante la lotta chimica contro l’insetto vettore è stata accantonata perché questo mezzo sarebbe troppo costoso e verosimilmente poco efficace, considerato il numero elevato di trattamenti necessari e il fatto che il vettore può essere trasportato dal vento. In alternativa, è stata presa in considerazione la possibilità di controllare le popolazioni dell’insetto vettore con la lotta biologica. Tuttavia, il mezzo di lotta più pratico ed efficace è l’impiego della resistenza genetica dell’ospite. Negli anni passati sia in Florida che in Giamaica sono state diffuse cultivar di palma da cocco apparentemente tolleranti, quali ad esempio “Malayan Dwarf” e “Maypan” (ibrido ottenuto dall’incrocio di “Malayan Dwarf” e “Panama Tall”). Tuttavia, recentemente sono stati osservati danni rilevanti

anche negli impianti in cui sono state utilizzate queste cultivar. Si hanno scarse informazioni sulla suscettibilità di altre specie di palma al *lethal yellowing*, fatta eccezione per *V. merrilli*, *P. canariensis* e *Pritchardia* spp. che sono risultate molto suscettibili. Sembrerebbe, invece, che molte specie di palma, quali ad esempio *S. palmetto*, *R. regia*, *Acelloraphe wrightii*, *D. cabadae* e *Thrinax* spp., non siano ospiti del fitoplasma agente del *lethal yellowing*. Nel sud della Florida, dove l'epidemia di *lethal yellowing* ha causato la morte di numerose palme, l'aspetto esotico del paesaggio è stato ripristinato utilizzando per i reimpianti specie di palma resistenti. Attualmente la malattia è presente in alcuni paesi dell'Africa settentrionale e pertanto non è affatto remoto il rischio che possa essere introdotta nell'area del Mediterraneo.

#### *L'al-wijami della palma da dattero*

Questa malattia della palma da dattero è stata notata per la prima volta negli anni Cinquanta in Arabia Saudita. I sintomi principali sono uno sviluppo stentato delle foglie, striature gialle della nervatura fogliare e una forte riduzione della pezzatura dei frutti. In una fase avanzata della malattia le piante non producono frutti e muoiono. Recentemente, è stato dimostrato che alla malattia è associato un fitoplasma che presenta un'omologia di sequenza molto elevata con *Candidatus Phytoplasma asteris*, appartenente al gruppo 16SrI. L'insetto vettore di questo fitoplasma sulla palma da dattero sarebbe *Cicadulina bipunctata*.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La globalizzazione, l'intensificazione e la liberalizzazione degli scambi commerciali hanno implicazioni anche di carattere fitosanitario che non debbono essere sottovalutate. Gli esempi citati relativamente alle palme dimostrano che l'introduzione di parassiti e patogeni esotici può avere conseguenze non solo economiche ma anche ecologiche e paesaggistiche. Tali conseguenze non sono facilmente prevedibili, sia perché in seguito ai mutamenti climatici i parassiti e i patogeni provenienti dalle aree tropicali e subtropicali del pianeta potrebbero trovare nell'area Mediterranea condizioni favorevoli per insediarsi e diffondersi epidemicamente sia perché un patogeno o un parassita che nell'area di origine non causa danni rilevanti in un ambiente nuovo potrebbe adattarsi a una specie-ospite non tollerante con un impatto devastante. È il

caso, ad esempio, del Punteruolo rosso delle palme. Inoltre, l'introduzione di parassiti o patogeni da quarantena in un'area vivaistica ha conseguenze anche di carattere commerciale perché costituisce un impedimento all'esportazione e alla movimentazione delle piante verso aree protette. Per affrontare questo problema sono necessarie alcune scelte di fondo che debbono essere tradotte in interventi normativi che tengano conto sia delle esigenze di un mercato dinamico e globale sia della necessità di salvaguardare l'ambiente e il paesaggio. In una visione globale, tali scelte dovrebbero essere fatte sulla base del principio della sostenibilità e prevedere gli effetti di un'azione o di una norma anche nel lungo termine e su scala mondiale. A questo proposito ci si chiede se sia conveniente importare una palma adulta sradicandola dal suo paese d'origine con il risultato da un lato di depauperare le risorse economiche e ambientali di paesi già poveri e dall'altro di introdurre parassiti o malattie che in un ambiente nuovo possono avere effetti distruttivi sia sulla specie d'importazione sia su specie vegetali autoctone o ambientate da tempo. Sarebbe, forse, preferibile piantare palme giovani prodotte da vivai locali che ne garantiscono la sanità perché soggetti ai controlli dei Servizi Fitosanitari. Una normativa più severa e restrittiva mirante a limitare o a vietare l'importazione e la commercializzazione di esemplari adulti di palme provenienti da altri continenti non dovrebbe essere vista soltanto come una misura protezionistica, ma come uno strumento per la salvaguardia dell'ambiente e l'implementazione dell'attività vivaistica. Questa, a sua volta, dovrebbe essere considerata un fattore essenziale per la salvaguardia del paesaggio e per lo sviluppo sostenibile dell'agricoltura, delle aree urbane e dell'attività turistica.

#### RIASSUNTO

Questa rassegna riguarda i principali fitofagi e le malattie infettive introdotti di recente o da quarantena che minacciano la sanità delle palme in Italia. Fra gli organismi animali, gli insetti sono attualmente rappresentati da circa 30 specie fitofaghe nocive. Di esse il lepidottero *Paysandisia archon* e soprattutto il coleottero *Rhynchophorus ferrugineus*, entrambi di recente introduzione, sono i più dannosi. Analogamente a quanto verificatosi in altri Paesi mediterranei, *R. ferrugineus* ha causato nell'ultimo triennio la repentina morte di centinaia di palme, soprattutto *Phoenix canariensis*, nelle regioni meridionali e sta progressivamente diffondendosi in tutte le zone in cui vegetano le palme. Scarsamente efficaci si sono rivelati i metodi di monitoraggio e i mezzi di lotta attualmente disponibili per contenere le infestazioni.

Tra le malattie infettive delle palme presenti in Italia, la più dannosa è la fusariosi della palma delle Canarie causata da *Fusarium oxysporum* f. sp. *canariensis* ormai diffusa in tutte le regioni in cui è presente questa specie di palma. Malattie che sono comparse sporadicamente in forma epidemica sono il marciume del germoglio apicale (*Phytophthora*

*palmivora*), il falso carbone (*Graphiola phoenicis*), il marciume rosa (*Gliocladium voermeseni*) e alcune malattie fogliari di rilevanza economica limitata. La presenza di altre malattie, quali il marciume basale del tronco (*Ganoderma zonatum* e *Armillaria mellea*) e il marciume dello stipite (*Thielaviopsis paradoxa*), può considerarsi occasionale. Un pericolo potenziale è rappresentato dal bayoud (*F. o. f. sp. albedinis*) che ha causato la morte di milioni di palme da dattero nelle oasi del Maghreb e il cui agente causale è inserito nella lista A2 dei patogeni da quarantena dell'EPPO. Più remoto appare, almeno per il momento, il rischio di introduzione di due malattie distruttive presenti nei paesi tropicali, il *cadang-cadang* (CCCVd) e il *lethal yellowing* (*Candidatus Phytoplasma asteris*), entrambe nella lista A1 dell'EPPO.

#### ABSTRACT

In this paper the major quarantine or recently introduced insect pests and plant pathogens of palm trees in Italy are reviewed. Palm pest, insects are represented by about 30 phytophagous species. In particular, the two species recently introduced in the Mediterranean area, *Paysandisia archon* and, mainly, *Rhynchophorus ferrugineus*, are the most dangerous. Like in other Mediterranean countries, infestations of *R. ferrugineus* in southern Italy caused the death of hundred palm trees, mostly *Phoenix canariensis*. The pest is progressively spreading in all regions where palms are grown. At present, control methods have proved to be scarcely effective. In Italy, the most serious infectious disease of palms is the Fusarium wilt of Canary Island date palm caused by *Fusarium oxysporum* F. sp. *canariensis* that is widespread in all regions where this palm is grown. Sporadic epidemic outbreaks of bud rot (*Phytophthora palmivora*), false smut (*Graphiola phoenicis*) and pink rot (*Gliocladium voermeseni*) and some minor foliar diseases have been reported. Other diseases, including basal trunk rot (*Ganoderma zonatum* and *Armillaria mellea*) and trunk rot (*Thielaviopsis paradoxa*), occur very sporadically. A potential threat is the bayoud disease (*F. o. f. sp. albedinis*) whose epidemics has killed millions of date palms in the oases of the Maghreb region. The causal agent of bayoud is included in the A2 quarantine pathogen EPPO list. The risk of introduction of *cadang-cadang* (CCCVd) and lethal yellowing (*Candidatus Phytoplasma asteris*), two very severe diseases included in the A1 EPPO list occurring in the Tropics, appears to be more remote.

#### BIBLIOGRAFIA

- ABDALLA M. Y., AL-ROKIBAH A., MORETTI A., MULÈ G. (2000): *Pathogenicity of toxigenic Fusarium proliferatum from date palm in Saudi Arabia*, «Plant Disease», 84, pp. 321-324.
- ABOZUHAIRAH, R. A., VIDYASAGAR P. S., ABRAHAM V. A. (1996): *Integrated management of a red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus in date palm plantations of the Kingdom of Saudi Arabia*. Proceedings of the XX International Congress of Entomology, Firenze, Italy, August 1996, p. 541.
- ALONSO E., DUPLICATO G., MAUGERI A., PLATANIA F., CONTI F., TAMBURINO V., LONGO S., POLIZZI G. (2006): *La gestione in network dell'emergenza Punteruolo rosso della palma*, (in stampa).

- ARMENGOL J., MORETTI A., PERRONE G., VICENT A., BENGOCHEA J. A., GARCÍA-JIMÉNEZ J. (2005): *Identification, incidence and characterisation of Fusarium proliferatum on ornamental palms in Spain*, «European Journal of Plant Pathology», 112, pp. 123-131.
- AVAND-FAGHIH A. (1996): *The biology of red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus Oliv. In Savaran region (Sistan & Balouchestan province, Iran)*, «Applied Entomology and Phytopathology» 63, 1-2 Feb.1996, pp. 61-89.
- BAAYEN R. P., PIETERS R. (2003): *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*, «Bulletin OEPP/EPP Bulletin», 33, pp. 265-269.
- BARRANCO P., J. DE LA PEÑA, T CABELLO. (1996): *El picudo de las palmeras, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier), neva plaga en Europa*, «Phytoma- Espana», 67, pp. 36-40.
- BARRANCO P., J. DE LA PEÑA, MARTIN M., CABELLO T. (2000): *Rango de hospedantes de Rhynchophorus ferrugineus (Olivier, 1790) y diametro de la palmera hospidante, (Coleoptera Curculionidae)*, «Boletín de Sanidad Vegetal Plagas», 26, pp. 73-78.
- COLAZZA S., PRIVITERA S., CAMPO G., PERI E., RIOLO P. (2005): *Ritrovamento di Paysandisia archon (Lepidoptera, Castniidae) in Sicilia*, «Informatore Fitopatologico». 5, pp. 56-57.
- COLE G. T. (1983): *Graphiola phoenicis: a taxonomic enigma*, «Mycologia», 75, pp. 93-116.
- CONTI F., RACITI E., PRIVITERA S., LONGO S. (2006): *Indagini preliminari sulla presenza di Rhynchophorus ferrugineus (Oliv.) (Coleoptera curculionidae), punteruolo rosso della palma, di recente introduzione in Sicilia*, Incontri Fitoiatrici 2006 Torino, pp. 57-58.
- COX M.L. (1993): *Red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus in Egypt*. FAO, Plant Protection Bulletin 41 (1), pp. 30-31.
- EL EZABY, F.A., KHALIFA O., EL ASSAL A. (1998): *Integrated pest management for the control of red palm weevil Rhynchophorus ferrugineus Oliv. in the United Arab Emirates, Eastern Region, Al Ain*. In Rahaman-Al Afifi, M. A. & Al-Sherif Al-Badaawy, A. (Eds) Proceedings of the First International Conference on Date Palms. Al-Ain, UAE, 8-10 March 1998. Faculty of Agricultural Sciences, UAE University, pp. 269-281.
- ELLIOTT M. L. (2006): *Palm diseases* (<http://edis.ifas.ufl.edu>).
- ELLIOTT M. L., BROCHAT T. K. (2006): *Palm diseases* (<http://edis.ifas.ufl.edu>).
- ESSER R., MEREDITH J. (1987): *Red ring nematode*, Nematology Circular Florida Department of Agriculture 141 Gainesville (USA).
- FAURE N., EL-MERGAWY R., AVAND-FAGHIH A., BRUN L.-O., ROCHAT D., SILVAIN J.-F., (2006): *From where are the the RPW coming that are invading the Middle-East and Spain?—Third int. Date Palm Conf II*, p. 104.
- FERNANDEZ D., QUINTEN M., TANTAOUI A., GEIGER J. P., DABOUSSI M. J., LANGIN T. (1998): *Fot 1 insertions in the Fusarium oxysporum f. sp. albedinis genome provide diagnostic PCR targets for detection of the date palm pathogen*, «Applied and Environmental Microbiology», 64, pp. 633-636.
- GARIBALDI A., GULLINO M. L., LISA V. (2000): *Malattie delle piante ornamentali*. Calderini Edagricole.
- GARIBALDI A., MAGNANO DI SAN LIO G., GULLINO M. L. (2004): *Alcune considerazioni sui problemi fitopatologici emergenti delle colture ornamentali*, «Informatore Fitopatologico», 54 (7/8), pp. 19-32.
- GHAZAVI M., AVAND-FAGHIH A. (2002): *Isolation of two entomopathogenic fungi on red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) (Col. Curculionidae) in Iran*, «Appl. Entomol. Phytopathol», 9, pp. 44-45.

- GOPINADHAN P.B., MOHANDAS C.H.T., VAN EMDEN F. (1997): *Cytoplasmatic polyhedrosis virus infecting redpalm weevil of coconut*, «Current Science», 59, pp. 577-580.
- GRASSO F. M., PANE A., CACCIOLA S. O. (2007): *First report of Armillaria butt rot of Phoenix canariensis in Italy*, «Plant Disease», 91 (11), p. 1517.
- HALLETT R.H., CRESPI B.J., BORDEN J.H. (2004): *Synonymy of Rhynchophorus ferrugineus (Olivier), 1790 and R. vulneratus (Panzer), 1798 (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae)*, «Journal of Natural History», 38 (22), pp. 2863-2882.
- HARRISON N. A., ELLIOTT M. L. (2007): *Palm diseases* (<http://edis.ifas.ufl.edu>).
- KEHAT, M. (1999): *Threat to Date Palms in Israel, Jordan and Paestian Authority by the Red Palm Weevil, Rhynchophorus ferrugineus*, «Phytoparasitica», 27 (3), pp. 241-242.
- KRANZ, J., SCHMUTTERER, H., KOCH, W. (1983): *Enfermedades, Plagas y Malzas de los Cultivos Tropicales*. Blackwell Wissenschaft.
- LEFROY, H. M. (1906): *The more important insects injurious to Indian agriculture*. Govt. Press, Calcutta.
- LEPESME P. (1947): *Les insectes des palmiers*. Paris Lechevalier.
- LONGO S., V. TAMBURINO, (2005): *Gravi infestazioni di punteruolo rosso della palma. Segnalazione in Sicilia*, «L'Informatore Agrario», 50/2005, pp. 73-74.
- LONGO S. (2006): *Ulteriori notizie sul Punteruolo rosso asiatico dannoso alla Palma delle Canarie in Sicilia*, «Informatore agrario», 10/2006, pp. 40-44.
- LONGO S. (2006): *A brief report on Red Palm Weevil Research in Sicily*. <http://redpalmweevil.com/RPWReport/Newsicily.htm>
- LONGO S. (2006): *Report from Sicily – Diffusion of Rhynchophorus ferrugineus in Sicily*. <http://redpalmweevil.com/RPWReport/sicily.asp>
- LONGO S. (2007): *Dimorfismo sessuale degli adulti di Rhynchophorus ferrugineus e Scyphophorus acupunctatus (Coleoptera Curculionidae) in Sicilia*, «Boll. Zool. agr. Bachic.», Ser.II, 39 (1), pp. 45-50.
- LONGO S., RAGUSA S. (2006): *Presenza e diffusione in Italia dell'acaro Centrouropoda almerodai (Uroactininae, Uropodina)*, «Boll. Zool. agr. Bachic.» Ser.II, 38 (3), pp. 265-269.
- LONGO S. (2006): *Insetti su palme in Sicilia*, «L'Informatore Agrario» LXII (40) pp. 72-73.
- LONGO S. (2007): *Note sul Punteruolo rosso delle palme pericoloso fitofago delle palme di recente introduzione in Sicilia*. «Memorie e Rendiconti» dell'Accademia di Scienze Lettere e Belle Arti degli Zelanti e dei Dafnici di Acireale. Dicembre 2005, pp. 351-365
- LONGO S., P. SUMA, F. CONTI & F. SESTO. (2007): *Impiego di trappole a feromoni per il monitoraggio di Rhynchophorus ferrugineus in Sicilia* Atti XXI Congr. Naz. it. Ent. Campobasso 11-16 giugno, pp. 2007: 228.
- LOUVET J., TOUTAIN G. (1981): *Bayoud, Fusarium wilt of date palm*, pp. 13-20 in *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*, a cura di P. E. Nelson, T. A. Tousson, R. J. Cook. Pennsylvania State University Press.
- MAGNANO DI SAN LIO G., CACCIOLA S. O., PERROTTA G. (1986): *Note critiche su alcuni isolati di Phytophthora palmivora rinvenuti in Italia*, «Phytopathologia Mediterranea», 25, pp. 92-100.
- MAGNANO DI SAN LIO G., POLIZZI G., PENNISI A. M. (1991): *Attività in vitro di alcuni fungicidi nei confronti della Graphiola phoenicis (Moug) Poit.*, «Micologia italiana», 20 (3), pp. 27-33.
- MAGNANO DI SAN LIO G., TUTTOBENE R., CACCIOLA S. O. (1987): *Il bud rot della Chamaedorea osservato in Sicilia*, «Colture protette», 16 (2), pp. 51-55.
- MARTIN-MOLINA, M., BARRANCO, P., CABELLO, T. (2001): *Biometria del estrado de larva*

- de Rhynchophorus ferrugineus (Olivier, 1790), (Col.: Curculionidae). XIX Jornadas de la Asociación Española de Entomología, Badajoz (España): 78.
- MARTIN-MOLINA, M., CABELLO, T., (2005): *Relaciones térmicas en la biología de Rhynchophorus ferrugineus (Olivier): (Coleoptera: Dryophoridae)*. IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Braganca, (Portugal), pp. 80-84
- MIGHELI Q., BALMAS V., MURESU M., ORTIANU L., FRESU B. (2005): *First report of Fusarium oxysporum f. sp. canariensis causing Fusarium wilt of Phoenix canariensis in Sardinia, Italy*, «Plant Disease», 89, p. 773.
- MURPHY S.T., BRIOSCOE, B.R., (1999): *The red palm weevil a san alien invasive: biology and prospects for biological control as a component of IPM*, «Biocontrol New and information», vol 20 (1), pp. 35-46.
- MYRIE W. A., POULRAY L., DOLLET V., WRAY D., BEEN B. O., MC LAUGHLIN W. (2006): *First report of lethal yellowing disease of coconut palms caused by Phytoplasma on Nevis island*, «Plant Disease», 90, p. 834.
- OEPPI/CABI (1997): *Quarantine Pests for Europe*. Second Edition. CABI International.
- OLMO D., ABAD P., ARMENGOL J., GARCÍA-JIMÉNEZ J. (2001): *Molecular identification of Fusarium oxysporum f. sp. canariensis in Phoenix canariensis in Spain*. pp. 168-169 in Proc. 11<sup>th</sup> Congress of the Mediterranean Phytopathological Union and 3<sup>rd</sup> Congress of the Sociedade Portuguesa de Fitopatologia, University of Évora, Évora (Portugal), 17-20 September, 2001.
- PALMUCCI H. E. (2006): *Fusarium oxysporum causal agent of wilt on crops fields of Phoenix canariensis in Buenos Aires Province, Argentina*, «Plant Pathology», 56, p. 304.
- PANE A., ALLATTA C., SAMMARCO G., CACCIOLA S. O. (2007): *First report of bud rot of Canary island date palm caused by Phytophthora palmivora in Italy*, «Plant Disease», 91, p. 1059.
- PETER C. (1989): *A note on the mites associated with the red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus Oliv. in Tamil Nadu*, «Journal of Insect Science», 2; pp. 160-161.
- PLYLER T. R., SIMONE G. W., FERNANDEZ D., KISTLER H. C. (1999): *Rapid detection of the Fusarium oxysporum lineage containing the Canary island date palm wilt pathogen*, «Phytopathology», 89, pp. 407-413.
- PLYLER T. R., SIMONE G. W., FERNANDEZ D., KISTLER H. C. (2000): *Genetic diversity among isolates of Fusarium oxysporum f. sp. canariensis*, «Plant Pathology», 49, pp. 155-164.
- POLIZZI G. (2002): *Severe outbreak of leaf spot and blight caused by Botrytis cinerea in majesty palm in southern Italy*, «Plant Disease», 86, p. 815.
- POLIZZI G., CASTELLO I., AIELLO D., VITALE A. (2007a): *First report of stem bleeding and trunk rot of Kentia palm caused by Thielaviopsis paradoxa*, «Plant Disease», 91, p. 1057.
- POLIZZI G., CASTELLO I., VITALE A., CATARA V., TAMBURINO V. (2006): *First report of Thielaviopsis Trunk Rot of Date Palm in Italy*, «Plant Disease», 90, p. 972.
- POLIZZI G., CASTELLO I., VITALE A., FRUSCIONE C. (2007a): *Diffusion of Thielaviopsis trunk rot on foreign date palm and detection of heart rot by resistograph and tomography instruments*. P. 79 in Atti XIV Congresso Nazionale della Società Italiana di Patologia Vegetale, Perugia 18-21 Settembre 2007.
- POLIZZI G., GRASSO F. M., CASTELLO I., AIELLO D., VITALE A. (2007b): *First occurrence of Calonectria leaf spot on Mexican blue palm in Italy*, «Plant Disease», 91, p. 1052.
- POLIZZI G., VITALE A. (2004): *First report of Fusarium blight on majesty palm caused by Fusarium proliferatum in Italy*, «Plant Disease», 87, p. 1149.
- POLIZZI G., VITALE A. (2004): *First report of leaf spot and blight caused by Botrytis cinerea on pigmy date palm in Italy*, «Plant Disease», 88, p. 1398.

- PORCELLI F., PELLIZZARI G. (2007): *Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) in Italia: Biologia, stato della specie e prospettive di diagnosi* Atti XXI Congr. Naz. it. Ent. Campobasso 11-16 giugno pp. 2007: 213.
- RANDLES J. W., RODRIGUEZ M. J. B. (2003): *Coconut cadang-cadang viroid*, pp. 233-241 in *Viroids*, a cura di A. Hadidi, R. Flores, J. W. Randles e J. S., Semancik. CSIRO Publishing.
- RIOLO P., ISIDORO N., NARDI S. (2005): *Indagini biologiche su un lepidottero minatore delle palme di recente introduzione in Italia*. Proceedings XX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia Perugia – Assisi 13-18 giugno 2005.p. 262.
- SALAMA.H.S., ABEL-RAZEK, A.S. (2002): *Development of the red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier), (Coleoptera, Curculionidae) on natural and synthetic diets*, «Anzeiger für Schandlingskunde», 75, pp. 137-139.
- SIMONE G. W. (2004): *Fusarium wilt*, pp. 17-25 in *Compendium of Ornamental Palm Disease and Disorders*, a cura di M. L. Elliott, T. K. Broschat, J. Y. Uchida, G. W. Simone. American Phytopathological Society.
- SUMMERELL B. A., KISTLER H. C., GUNN L. V. (2001): *Fusarium wilt of Phoenix canariensis caused by Fusarium oxysporum f. sp. Canariensis*, pp. 263-270 in *Fusarium. Paul E. Nelson Memorial Symposium*, a cura di B. A. Summerell, J. F. Leslie, D. Backhouse, W. L. Bryden, L. W. Burgess. APS Press.
- TAMBURINO V., SESTO F., RACITI E., LONGO S., (2006): *Diffusione del Punteruolo rosso delle palme (Rhynchophorus ferrugineus) nella Sicilia orientale*. Atti del Convegno “Il florovivaismo in Sicilia problematiche e prospettive. Catania 11-12-novembre 2005 Tecnostampa S. Giovanni La Punta Catania, pp. 103-108.
- UCHIDA J. Y. (2004): *Phytophthora diseases*, pp. 29-32 in *Compendium of Ornamental Palm Diseases and Disorders*, a cura di M. E. Elliott, T. K. Broschat, J. Y. Uchida, G. W. Simone. American Phytopathological Society.
- VERNEAU R. (1953): *Marciume della corona fogliare di Howea forsteriana*, « Annali Sper. Agr., N.S.», 7, pp. 525-538.
- VIACAVA L. (2001): *Le palme negli scritti di Giorgio Gallesio*. Accademia dei Georgofili. Firenze.
- WALL G. C., RANDLES J. W. (2003): *Coconut tinangaja viroid*, pp. 242-245 in *Viroids*, a cura di A. Hadidi, R. Flores, J. W. Randles e J. S., Semancik. CSIRO Publishing.
- WATTANAPONGSIRI A. L. (1966): *Revision of the genera Rhynchophorus and Dynamis (Coleoptera: Curculionidae)*. Bangkok, Thailand. Department of Agriculture Science. Bulletin 1, 328 pp.

Nematoda	
Aphelenchoididae	<i>Bursaphelenchus</i> (= <i>Rhadinaphelenchus coccophilus</i> )
Pratylenchidae	<i>Pratylenchus penetrans</i> ; <i>Rhadopholus similis</i>
Heteroderidae	<i>Meloidogyne javanica</i> <i>M. incognita</i>
Arachnida	
Tetranychidae	<i>Oligonychus afrasiaticus</i> (McG); <i>O. pratensis</i> (Banks); <i>Eutetranychus orientalis</i> (Klein)
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijsk); <i>Raoiella indica</i> Hirst
Eriophyidae	<i>Aceria guerreronis</i> Keifer
Insecta	
Isoptera	
Rhinotermitidae	<i>Coptotermes curvignathus</i> Holmgren
Termitidae	<i>Odontotermes</i> sp.
Orthoptera	
Acrididae	<i>Locusta migratoria</i> L.
Cantopidae	<i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk.)
Thysanoptera	
Thripidae	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouché)
Rhyncota	
Flatidae	<i>Oormenaria ruffasciata</i> (Walker)
Fulgoridae	<i>Asarcopus palmarum</i> How
Thaumastocoridae	<i>Xylastodoris luteolus</i> Barber
Tropiduchidae	<i>Ommatissus binotatus</i> Fieber; <i>O. lybicus</i> Bergevin
Hormaphididae	<i>Cerataphis brasiliensis</i> (Hempel), <i>C. lataniae</i> Bois
Margarodidae	<i>Pseudaspidopectus hypheniacus</i> (Hall.) <i>Icerya purchasi</i> Mask., <i>Icerya genistae</i> Hempel
Pseudococcidae	<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Ckll.), <i>Maconellicoccus hirsutus</i> Green, <i>Nipaeococcus nipae</i> (Masch.), <i>Pseudococcus longispinus</i> Targ. Tozz.
Kerriidae	<i>Paratachardina lobata</i> (Chamberlin).
Asterolecaniidae	<i>Russelaspis pustulans</i> ; (Cockerell), <i>Palmaspis phoenicis</i> (Ram. Rao)
Phoenicococcidae	<i>Phoenicococcus marlatti</i> Cockerell
Coccidae	<i>Ceroplastes floridensis</i> Comstock., <i>C. rusci</i> (L.), <i>Chloropulvinaria psidii</i> (Maskell.) <i>Coccus elongatus</i> (Douglas), <i>C. hesperidum</i> (Linn.), <i>C. viridis</i> (Green) <i>Eucalymnatus tessellatus</i> (Signoret), <i>Saissetia oleae</i> (Olivier)
Diaspididae	<i>Abgrallaspis cyanophylli</i> (Sign.), <i>Aonidiella aurantii</i> Masch, <i>A. orientalis</i> (Newstead), <i>Aspidiotus destructor</i> Sign., <i>A. spinosus</i> Comst., <i>A. nerii</i> (Bouché), <i>Aulacaspis yasumatsui</i> Takagi, <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan), <i>C. aonidium</i> (L.) <i>Comstockiella sabalis</i> Comstock, <i>Diaspis boisduvalii</i> Sign., <i>Fiorinia floriniae</i> (Targ. Tozz.), <i>F. phoenicis</i> Balac., <i>Ischnaspis longirostris</i> (Sign.), <i>Hemiberlisia lataniae</i> (Signoret), <i>Lindingaspis floridana</i> Ferris, <i>Parlatoria blanchardi</i> (Targ. Tozz.), <i>P. proteus</i> (Curtis), <i>Pinnaspis strachani</i> (Cooley), <i>P. aspidistrae</i> Sign., <i>Pseudaulacaspis cockerelli</i> (Cooley), <i>Pseudonidia trilobitiformis</i> (Green), <i>Pseudoparlatoria parlatoroides</i> (Comst.), <i>Selenaspis articulatus</i> (Morg.)
Coleoptera	
Bostrichidae	<i>Apate monachus</i> Fabr.

Tab. 1 *Elenco dei fitofagi segnalati sulle palme nel mondo.* (Segue)

Dinastidae	<i>Augosoma centaurus</i> Fabr., <i>Oryctes agamemnon</i> Burm., <i>O. boas</i> (F.), <i>O. elegans</i> Prell., <i>O. gygas</i> (Cast.), <i>O. monocerus</i> (Oliv.), <i>O. nasicornis</i> (L.), <i>O. rhinoceros</i> (L.), <i>Xylotrupes gideon</i> (L.)
Cetoniidae	<i>Cetonia aurata</i> (L.), <i>Cotinis texana</i> Casey, <i>Potosia cuprea</i> Fabricius
Cerambycidae	<i>Jebusaea hammerschmidti</i> Reiche.
Crysolimidae	<i>Hemisphaerota cyanea</i> (Say) <i>Macrocoma</i> sp.
Curculionidae	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Oliv.), <i>R. palmarum</i> (L.), <i>R. phoenicis</i> Fabr., <i>R. bilineatus</i> Montroz., <i>R. cruentatus</i> Fabricius <i>Rhabdoscelus obscurus</i> (Boisd), <i>Rhinostomus barbirostris</i> Fabr. <i>Metasius hemipterus sericeus</i> (Oliv.), <i>Diocalandra frumentii</i> (Fabr.)
Hispidae	<i>Coelaenomenodera elaeidis</i> Mlk.
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i> Fabr., <i>C. hemipterus</i> (L.), <i>C. humeralis</i> Fabr., <i>Haptocherus luteolus</i> (Eric)
Silvanidae	<i>Oryzaephilus mercator</i> Fauvel., <i>O. surinamensis</i> L
Scolytidae	<i>Coccotripes dactyliperda</i> (Fabr.), <i>Dactylotripes longicollis</i> Eggers, <i>Xyleborus ferrugineus</i> (F.)
Lepidoptera	
Castniidae	<i>Castnia daedalus</i> Cr., <i>Paysandisia archon</i> Burmeister
Cosmopterygidae	<i>Batrachedra amydraula</i> Merytych
Limacodidae	<i>Parasa lepida</i> (Cramer)
Noctuidae	<i>Litoprosopus futilis</i> (G & R), <i>Sesamia nonagrioides</i> Lefèvre
Nymphalidae	<i>Brassolis sophorea</i> (L.)
Pyrilidae	<i>Arenipes</i> (Aphomia) <i>sabella</i> (Hampson), <i>Mussidia nigrinivella</i> (Rag.)
Psychidae	<i>Metisa plana</i> Walker
Pycitidae	<i>Ectomyelais ceratoniae</i> (Zell), <i>Ephestia cautella</i> (Walker), <i>Plodia interpunctella</i> (Hb.)
Diptera	
Tephritidae	<i>Bactrocera cucurbitae</i> (Coquillet)
Hymenoptera	
Vespidae	<i>Polistes</i> , <i>Vespa orientalis</i>
Formicidae	

Tab. 1 Elenco dei fitofagi segnalati sulle palme nel mondo

Nome scientifico	Nome comune	Diffusione	Piante ospiti	Sintomatologia
<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Punteruolo rosso delle palme; Punteruolo indiano delle palme	Asia sud orientale Iran, Egitto, Giordania, Israele Bacino del mediterraneo	<i>Phoenix canariensis</i> , <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Phoenix sylvestris</i> , <i>Washingtonia sp.</i> , <i>Livistonia decipiens</i> , <i>Areca catechu</i> , <i>Arenga pinnata</i> , <i>Borassus flabellifer</i> , <i>Caryota maxima</i> , <i>Caryota cumingii</i> , <i>Corypha elata</i> , <i>Corypha gebanga</i> , <i>Elaeis guineensis</i> , <i>Metroxylon sagu</i> , <i>Roystonea regia</i> , <i>Sabal umbraculifera</i> , <i>Trachycarpus fortunei</i> , <i>Cocos nucifera</i> .	<i>Phoenix canariensis</i> , <i>P. dactylifera</i> , <i>Washingtonia sp.</i> -chioma con molte le foglie ripiegate verso il basso a forma ad ombrello -apice vegetativo con marcata asimmetria - morte della pianta in breve tempo <i>Phoenix dactylifera</i> (dattereti) Gallerie nello stipite e nei polloni basali -morte della palma in tempi lunghi
<i>Paysandisia archon</i>	Castnide delle palme	Centro America Europa	<i>Chamaerops humilis</i> ; <i>Trachycarpus fortunei</i> ; <i>Phoenix canariensis</i> ; <i>P. reclinata</i> ; <i>P. roebelenii</i> ; <i>Washingtonia filifera</i> ; <i>W. Robusta</i> ; <i>Livistonia sp.</i> ; <i>Tritbrinax camopestrus</i> ; <i>Sabal sp.</i>	-Deperimento generale con ingiallimenti della chioma -abbondante rosura all'esterno dello stipite -perforazione del lembo fogliare

Tab. 2 Quadro sintetico dei principali dati biologici dei due fitofagi delle Palme di recente introduzione in Italia

SPECIE	MALATTIE						
	FUSARIOSI ( <i>Fusarium oxysporum</i> )			FALSO CARBONE ( <i>Graphiola phoenicis</i> )	MARCUME ROSA ( <i>Gliocadium vermoeseni</i> )	CADANG-CADANG (CCCVD)	L. Y. ( <i>Candidatus Phytoplasma palmae</i> )
	f. sp. <i>canariensis</i>	f. sp. <i>albedinis</i>	f. sp. <i>elaeidis</i>				
<i>Acoelorrhapha wrightii</i> (Grisch et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.			+				
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H. Wendl. et Drude			+	+			+
<i>Arenga pinnata</i> (Wümb) Merr.			+				+
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.							
<i>Borassus flabellifer</i> L.							
<i>Calamus rotang</i> L.							
<i>Caryota mitis</i> Loureiro							
<i>Chamaedorea elegans</i> (Mart.) Liebm. ex Oersted					+		+
<i>Chamaedorea seffrizii</i> Burret					+		+
<i>Chamaerops humilis</i> L.					+		+
<i>Chelyocarpus chuco</i> (Mart.) H. E. Moore							
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (Bory) H. Wendl.							
<i>Coccothrinax argentea</i> (Lodd. ex Schult.) Sarg. ex Becc.			+				
<i>Cocos nucifera</i> L.			+				+
<i>Corypha elata</i> Roxb.							+
<i>Corypha rumphiana</i> Becc.							+
<i>Dicoryspermum album</i> (Bory) H. Wendl et Drude							+
<i>Dypsis cabadae</i> (H.E. Moore) J/ Beetke et J. Dransfield							+
<i>Dypsis decaryi</i> (Jumelle) H. Beentje et J. Dransfield							+
<i>Dypsis lutescens</i> H. Been. et J. Dransfield					+		+
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.							+
<i>Elaeis oleifera</i> (H.B.Kunth) Corrés.							+

Tab. 3 Suscettibilità delle specie di palma citate nel testo ad alcune malattie infettive<sup>a</sup> (segue)



EMANUELE MAZZONI\*, ALBERTO ALMA\*\*, GIACOMO MICHELATTI\*\*\*,  
MAURIZIO CONTI\*\*\*\*, PIERO CRAVEDI\*

## Il caso della diabrotica del mais

### INTRODUZIONE

La globalizzazione è stata un lungo processo iniziato con le grandi scoperte geografiche che solo grazie alle accresciute capacità di movimento fornite dalla tecnologia si è potuta sviluppare completamente.

Il mais rappresenta una fortunata eredità di questo fenomeno. La notevole plasticità della pianta ha consentito una sua rapida e notevole diffusione, aiutata anche dal fatto che la sua introduzione dal nuovo al vecchio mondo è avvenuta senza la presenza dei parassiti delle sue aree di origine. Per anni le tecniche colturali di un'agricoltura non particolarmente intensiva hanno evitato che i fitofagi presenti in Europa e adattatisi a questo nuovo ospite potessero avere un impatto particolarmente grave sulle produzioni. In verità, fino all'avvento dei mais ibridi e all'introduzione della monosuccessione, i principali fattori limitanti le produzioni non erano certamente i parassiti, animali e/o vegetali. Il mais era destinato in molti casi all'autoconsumo e comunque principalmente all'alimentazione umana.

Le più recenti modifiche delle tecniche colturali hanno invece evidenziato quanto la presenza di fitofagi, non necessariamente molto specializzati, possa influenzare negativamente i livelli produttivi, portando, almeno potenzialmen-

\* *Istituto di Entomologia e Patologia Vegetale, Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Piacenza*

\*\* *Di.Va.P.R.A., Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente "C. Vidano", Università degli Studi di Torino*

\*\*\* *Settore Fitosanitario regionale – Piemonte, Torino*

\*\*\*\* *CNR, Torino*

te, a radicali cambiamenti nelle produzioni agricole. L'uso di ibridi altamente produttivi e della monosuccessione spinta, legata sia alle possibilità di reddito offerte fino a non molto tempo fa dalla coltura sia, in molti casi, all'enorme potenziale di generazione di unità foraggiere, ha cambiato radicalmente l'aspetto paesaggistico di molte aree della pianura padana. La destinazione della produzione del mais è cambiata radicalmente: non più prodotto da convertire direttamente in farina per produrre polenta ma soprattutto cibo per bestiame o materia prima per usi più nobili quali l'estrazione di olio, la produzione di fiocchi, ecc. Infine l'interesse per la coltura si è spostato anche verso la produzione di energia o come materiale di base per la sintesi di materie plastiche. L'incremento delle superfici coltivate e dei traffici ha favorito la dispersione a livello mondiale di vari fitofagi: all'inizio del secolo scorso *Ostrinia nubilalis* (Hübner), fitofago piuttosto polifago ma che ha trovato nel mais un ospite eccellente, ha iniziato l'invasione delle aree maidicole dell'America settentrionale.

Negli Stati Uniti d'America l'introduzione della monosuccessione su superfici molto ampie ha consentito a *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, una specie relativamente polifaga e non particolarmente diffusa, di assumere una notevolissima importanza economica e fitosanitaria. I traffici internazionali e le oggettive difficoltà di controllo in aree di conflitto hanno permesso a quest'ultima specie di arrivare in Europa e di iniziare anche qui la sua diffusione.

#### LA DIABROTICA DEL MAIS

##### *Il ciclo biologico*

Si tratta di una specie monovoltina che sviluppa attraverso 3 stadi larvali e sverna allo stato di uovo a pochi cm di profondità nel terreno. Le uova sono deposte dalle femmine, di preferenza nei campi coltivati a mais, durante il periodo estivo (Ball, 1957). In alcuni campi sperimentali in Lombardia, nel 2003-4, la presenza delle larve è stata rilevata dopo la seconda decade di maggio fino alla prima di luglio. Valutando l'età larvale con le misure di ampiezza della capsula cefalica (George e Hintz, 1966) è stato possibile osservare che la nascita delle larve si completa in gran parte entro la metà di giugno. Le larve di II età si ritrovano invece in percentuali rilevanti solo all'inizio del mese di giugno e successivamente il loro numero decresce rapidamente ma rimane relativamente costante per un paio di settimane. Infine le larve di III età si ritrovano anch'esse già all'inizio di giugno ma percentualmente assumono

valori significativi solo a partire dalla prima decade di giugno ed è possibile raccogliere fino alla prima decade di luglio. Dopo questo periodo per circa 2 settimane si raccolgono solo pupe.

Campionamenti dell'emergenza degli adulti effettuati mediante gabbie di sfarfallamento hanno indicato che la maggior parte delle emergenze avviene da fine giugno a fine luglio – inizio agosto. Nelle gabbie collocate in appezzamenti seminati a mais e coltivati con soia l'anno precedente, non sono stati trovati adulti.

### *Importanza economica*

*D. v. virgifera* condiziona fortemente la maiscoltura americana, tanto da essere considerata la maggior causa di danno parassitario alla coltivazione di mais in USA e Canada. Circa un terzo dei terreni destinati alla coltivazione di mais in tutti gli Stati Uniti sono infestati da questa specie e stime ormai non più recenti (Pierce e Gray, 2006), valutavano che le perdite economiche provocate da *Diabrotica* spp. ammontassero a oltre 1 miliardo di dollari l'anno. L'impatto in Europa è ancora da valutare completamente: la specie è ancora in fase di espansione, le aree maidicole più importanti sono state solo marginalmente interessate al fenomeno e le aree dove si sono registrati danni economicamente rilevanti sono ancora relativamente limitate. Manca tuttavia una completa valutazione degli effetti indiretti prodotti dall'adozione di varie pratiche fitosanitarie più o meno drastiche.

### *Aree interessate*

Con il progressivo ampliamento dell'areale di coltivazione del cereale sul continente americano anche *D. virgifera* ha potuto diffondersi seguendo gli spostamenti della pianta ospite. La prima segnalazione e descrizione entomologica della specie in USA risale al 1868 nello Stato del Kansas, quando venne classificata come *Diabrotica virgifera* da LeConte, che aveva descritto soggetti poi riconosciuti come femmine, e anni dopo come *Diabrotica filicornis* da Horn nel 1893, che aveva descritto insetti poi riconosciuti come maschi. Non rappresentava allora nessun pericolo per il mais e queste segnalazioni avevano un semplice valore scientifico.

Quando negli Stati Uniti iniziò su larga scala la coltivazione di *Zea mays* in monosuccessione, verso la fine del XIX secolo, la specie ebbe la possibilità di

accrescersi in modo numericamente illimitato perché le femmine deponevano le loro uova in un luogo dove le larve trovavano cibo in quantità sufficiente a completare lo sviluppo e a diventare adulte; queste potevano deporre nello stesso appezzamento altre uova, dando il via a una serie continua di generazioni sempre più cospicue.

I primi danni furono segnalati nell'estate del 1909 in Colorado da C. P. Gillette (Gillette, 1912), ma i primi casi di ingenti perdite economiche furono segnalati solo a partire dal 1945 in Kansas (Bryson et al., 1953). Per molti decenni *D. v. virgifera* rimase un problema limitato a pochi Stati dell'Unione. Ancora nel 1955 l'insetto era presente solo in tutto il Nebraska, nell'est del Colorado, nel nord del Kansas e in piccole porzioni di Iowa e South Dakota. Da quel momento la sua presenza, anno dopo anno, crebbe in tutti gli Stati centrali, colonizzando ad esempio in soli 15 anni tutto l'Iowa e il South Dakota e gran parte di Illinois, Ohio e Wisconsin (Chiang, 1973).

Oggi *D. v. virgifera* è diffusa dall'Utah al New Jersey. La zona più colpita è il Corn Belt, la cosiddetta fascia del mais che comprende Ohio, Indiana, Illinois, Missouri, Iowa e Kansas. Molto colpiti sono pure gli Stati della regione dei Grandi Laghi (Michigan, Wisconsin, Minnesota) dove l'insetto è giunto solo da pochi decenni, e quelli prossimi al confine con il Messico (New Mexico, Texas e Arizona) che sono stati colonizzati da individui provenienti da Sud e appartenenti alla sottospecie *D. virgifera zea* (Krysan & Smith), nota come Mexican Corn Rootworm (MCR). L'areale tipico di questa sottospecie è l'America Centrale (Panama), il Messico e gli Stati Uniti sud-occidentali. Morfologicamente si differenzia per la colorazione pallida e verdastra delle elitre degli adulti, mentre *D. v. virgifera* presenta una tipica colorazione gialla con bande nere.

Attualmente l'areale di diffusione di *D. v. virgifera* è in costante aumento ed è oggi ampiamente presente anche in Canada (Ontario).

La presenza in Europa è stata accertata a partire dal 1992 nella ex-Yugoslavia. Secondo stime dell'EPPO la diffusione sarebbe iniziata nel 1990 e sarebbero stati necessari almeno due anni di presenza per permettere alle popolazioni di crescere abbastanza da essere rilevate, con l'impiego di trappole, nel 1992. L'origine di questa introduzione rimane sconosciuta, anche se non è inverosimile che abbia semplicemente utilizzato uno degli aerei da trasporto provenienti da Chicago e diretti a Belgrado. È infatti vicino all'aeroporto internazionale di Belgrado (Serbia) che *D. v. virgifera* è stata catturata per la prima volta. Da allora è stato un susseguirsi di segnalazioni e di incremento dei danni in alcune aree attorno al punto iniziale di introduzione (Serbia, Ungheria). La prima segnalazione italiana risale al 1998 (Furlan et al., 1998;

Boriani e Gervasini, 2000), ma i primi danni sono limitati a pochi appezzamenti a nord di Milano nel 2002 (Boriani et al., 2002). Da allora l'areale si è ampliato senza che tuttavia venissero riscontrati ulteriori danni economicamente rilevanti. L'analisi della variabilità genetica di alcune popolazioni raccolte in Europa e nel Nord America indica, che l'invasione dell'Europa e dell'Italia da parte di questa specie si è originata non da reiterate espansioni dall'area di colonizzazione iniziale ma anche e soprattutto da ripetute introduzioni dal Nord America (Miller et al., 2005).

### *Origine*

*D. v. virgifera* è oggi diffusa in tutto il continente Nordamericano, ma sembra essere originaria del Messico centrale (Branson, 1986) dove probabilmente si è evoluta come fitofago dei generi *Tripsacum*, *Euchlaena* e *Zea* (mais primitivo). Grazie anche alla coltivazione del mais praticata dalle popolazioni Maya si è slegata progressivamente dalle altre graminacee per quanto attiene allo sviluppo larvale, mentre ha mantenuto la capacità di nutrirsi anche di altre piante allo stato di adulto. Sono attualmente note almeno 21 le specie di graminacee della tribù delle Maydeae sulle cui radici le larve riescono a sopravvivere in natura, ma il loro sviluppo è stentato e gli adulti che ne derivano sono più piccoli di quelli che si alimentano di mais (Branson, 1971).

Gli adulti di *D. v. virgifera* si cibano delle setole, del polline e delle foglie di *Z. mays*, ma possono alimentarsi anche di polline e parti verdi di numerose altre piante fra cui molte Graminacee, Cucurbitacee, Composite e Leguminose. Sono inoltre particolarmente attratti dalla polpa dei frutti maturi di Cucurbitacee, per cui si ritiene che originariamente fossero proprio alcune specie appartenenti a questa famiglia gli ospiti dello stato adulto dell'insetto (Tallamy et al., 2005).

### *Danni*

In natura la dannosità della specie verso i suoi ospiti è trascurabile. La popolazione dell'insetto allo stato larvale non riesce mai infatti a raggiungere densità sufficientemente elevate da provocare danni gravi alle radici delle piante di cui si nutre, perché la mobilità della larva è limitata (alcune decine di centimetri) e l'ovideposizione degli adulti, fatta molti mesi prima che compaiano le piante ospiti, non garantisce un nutrimento sicuro alle future larve: *Z. mays*

potrebbe non crescere in quel punto l'anno successivo. Ospiti alternativi, nonostante siano documentati, non garantiscono un nutrimento sufficiente alle larve.

### Le larve

La specie colpisce il mais sia a livello radicale che sulla porzione epigea. Allo stato larvale l'attacco riguarda le radici mentre gli adulti si cibano dei tessuti verdi, di polline ma anche delle sete (pistilli) e delle cariossidi a maturazione lattea. Il danno certamente più importante è quello prodotto dalle larve: la distruzione dell'apparato radicale che consegue alla loro attività riduce la possibilità della pianta di acquisire acqua e nutrienti dal suolo ma indebolisce anche in modo sostanziale la robustezza della pianta stessa rendendola più suscettibile all'allettamento.

Durante le diverse fasi del suo sviluppo larvale *D. v. virgifera* colpisce sia le radici primarie che le radici secondarie (avventizie). Le larve di prima età, una volta raggiunto l'apparato radicale delle giovani piantine di mais, si nutrono dei peli radicali e degli apici delle radici più fini. La pianta risponde a questo danno emettendo altre piccole radici al posto di quelle colpite; in questa fase il danno è evidenziato dalla deformazione delle radici più lontane dal fusto.

Le larve di seconda età si spostano sulle radici avventizie del mais e cominciano a eroderle. Le erosioni, in funzione dell'estensione, possono causare la morte dell'intera radice colpita. Anche in questo caso la pianta reagisce emettendo nuove radici al posto di quelle colpite e il danno si limita a una riduzione delle capacità assimilative di acqua ed elementi.

Il danno principale è provocato però dalle larve di seconda e soprattutto di terza età che si spostano a livello del colletto e cominciano a nutrirsi delle radici avventizie emesse dagli internodi superiori. Esse scavano gallerie nel parenchima delle radici di maggior dimensione e nel midollo del fusto, dove danneggiano il sistema vascolare centrale; si nutrono infine anche dei meristemi radicali delle radici non ancora emesse a livello degli internodi del colletto. La pianta cerca di sviluppare nuove radici avventizie, ma queste sono subito attaccate dalle larve che ne ostacolano la crescita alimentandosi degli apici. Il mais perde parzialmente o totalmente le radici degli internodi superiori e il suo apparato radicale risulta alla fine solo una frazione rispetto a quello delle piante sane. La pianta perde così gran parte della potenziale capacità di assorbire acqua ed elementi nutritivi; questo si ripercuote negativamente sulla produzione (Branson, 1986).

Spesso, anche nel caso in cui l'apparato radicale avventizio venga distrutto o seriamente compromesso, il mais sviluppa ugualmente la spiga, ma, quando questa comincia a riempirsi, il suo peso è tale che l'intera pianta non è più in grado di sorreggersi e si piega. Se l'allettamento avviene quando la pianta è ancora giovane questa può emettere delle radici dai nodi basali del fusto, che a sua volta si raddrizza parzialmente.

Se, al contrario, avviene quando la pianta è ormai in una fase fenologica avanzata (riempimento delle cariossidi) il fusto non può più raddrizzarsi e si può persino spezzare (Chiang, 1973).

Occorre precisare che l'allettamento è un fenomeno generico, che può colpire il mais anche per motivi diversi dall'attacco di *D. v. virgifera* fra cui:

- caratteristiche genetiche: alcune vecchie varietà sono più sensibili di altre, perché dotate di un apparato radicale avventizio non molto sviluppato;
- condizioni meteorologiche: dopo un periodo di piogge abbondanti che saturano il terreno è sufficiente un forte vento per piegare le piante;
- pratiche colturali: l'irrigazione a scorrimento ripropone le stesse condizioni del terreno delle piogge abbondanti, e il mais si può piegare per effetto di un forte vento;
- attacchi parassitari: erosioni da nottue al colletto.

In un appezzamento di mais allettato diminuisce la resa di granella a et-taro, perché le piante si ombreggiano fra loro diminuendo così la quantità di fotosintetati prodotti; inoltre la raccolta meccanica diventa molto più difficoltosa e in alcuni casi praticamente impossibile, se non lasciando a terra gran parte del prodotto. Se vi è stato un contemporaneo attacco di piralide, molte piante si stroncano lasciando che la spiga tocchi il terreno: in questa condizione aumentano gli attacchi fungini e peggiora di conseguenza anche la qualità del mais raccolto.

In generale si può affermare che è l'allettamento delle piante la maggiore causa di perdita di prodotto e quindi di danno economico in caso di forte attacco di *D. v. virgifera*.

L'entità dell'impatto economico è però fortemente condizionato dal numero di larve presenti: le larve di *D. v. virgifera* sono lunghe, al massimo dello sviluppo, meno di 2 cm. Una singola larva non può quindi provocare un danno rilevante a una pianta di mais, come invece può fare una larva di nottua. Si stima che, mediamente, siano necessarie almeno 30 larve per pianta per provocare un danno che porti a perdite economiche. Però questa soglia non è facile da stabilire perché dipende molto anche da altri fattori quali l'ibrido coltivato e la disponibilità di acqua ed elementi nutritivi nel terreno (O'Neal et al., 2001).

## Gli adulti

Anche i danni prodotti dagli adulti dipendono notevolmente dall'abbondanza delle loro popolazioni. Il danno principale provocato dagli adulti è causato dalla loro attività trofica a carico delle sete fiorali (pistilli). Gli adulti tendono ad ammassarsi sulla punta delle spighe in attesa che le sete fuoriescano dalle brattee, per poi nutrirsene. In questo modo può essere seriamente compromessa la fecondazione con la conseguenza di una ridotta allegazione. L'entità del danno economico dipende però anche in questo caso dalla numerosità delle popolazioni: solo una completa distruzione delle sete può bloccare completamente la fecondazione. La perdita parziale di cariossidi per mancata fecondazione è in genere, almeno in parte, compensata da uno sviluppo maggiore delle altre. Anche la destinazione del prodotto influenza l'entità del danno: molto più grave è un attacco a mais da seme rispetto a un mais da granella e, soprattutto, da foraggio. Un danno del tutto secondario e praticamente impossibile da quantificare, anche a livelli elevati di popolazione, è dato dalle erosioni fogliari più o meno estese prodotte dagli adulti quando erodono la superficie delle foglie nutrendosi delle cellule dell'epidermide e degli strati sottostanti. Occasionalmente si possono osservare anche adulti intenti a cibarsi a spese delle cariossidi a maturazione latteata.

## Trasmissione di virus

Oltreché per i danni diretti, *D. v. virgifera* è dannosa al mais anche come vettore del virus della maculatura clorotica del mais (MCMV, "maize chlorotic mottle virus"). Si tratta di un Sobemovirus, caratterizzato da particelle isometriche di circa 30 nm di diametro con genoma a ssRNA, trasmesso da Crisomelidi e precisamente, oltre a *D. v. virgifera*, *D. barberi* (= *D. longicornis*), *D. undecimpunctata howardi*, *Chaetocnema pulicaria*, *Systema frontalis* e *Oulema melanopus* (Louie, 2000). Tra questi soltanto le specie del genere *Diabrotica* sono vettori naturali, sia come adulti che allo stato larvale. L'acquisizione e l'inoculazione del virus hanno luogo con periodi di alimentazione su piante infette e virus-esenti, rispettivamente, di circa 24 ore e gli insetti sono infettivi appena conclusa l'acquisizione, senza interposto periodo di latenza. L'infettività del vettore può persistere fino a 6 giorni dal termine dell'acquisizione ma viene perduta dopo una muta se questa è avvenuta in stadio preimmaginale: il virus non si replica nell'insetto vettore ma è acquisito e trattenuto in modo extra-cellulare. Il processo di trasmissione è pertanto equiparabile, per la tempistica, al modello 'semipersistente' (Conti, 1997) ma le interazioni

molecolari virus/insetto vettore, che lo caratterizzano, sono tuttora poco o nulla conosciute.

Il mais è l'unico ospite naturale di MCMV che vi induce sintomi di maculatura clorotica, ingiallimento, striatura necrotica e riduzione di sviluppo, più o meno gravi in funzione soprattutto della cultivar e dell'età della pianta al momento dell'infezione. Le piante colpite possono anche presentare nanismo e spighe accorciate, malformate e povere di granella, oltre a infiorescenze maschili alterate in forma e dimensioni. Nei casi più gravi, l'infezione può causare la morte della pianta. MCMV infetta sperimentalmente più di settanta altre specie della famiglia Poaceae di 35 generi diversi, tra le quali sono di rilevante importanza economica frumento, orzo, segale, sorgo, avena, festuca, loglio, *Bromus* spp., ecc. (Scheets, 2004).

MCMV è presente negli Usa (Nebraska, Kansas, Hawaii), in Messico e nell'America meridionale, con particolare riferimento ad Argentina e Perù, dove venne segnalato per la prima volta nel 1973. Esso causa danni gravi soprattutto nelle aree maidicole delle coste centrali del Perù, in Nebraska e nel Kansas. MCMV non è mai stato rinvenuto al di fuori del Continente Americano, e quindi neppure in Europa e in Italia dove però la recente introduzione di *D. v. virgifera* ha creato i presupposti per la sua diffusione, in caso di fortuita contaminazione del territorio. È opportuno pertanto che siano adottate tutte le precauzioni atte a prevenire l'introduzione del virus nel nostro Paese e, nel caso malaugurato che questa si verificasse, a eradicarlo o, quanto meno, a contenerne la diffusione. Fortunatamente, MCMV non risulta trasmesso per seme nel mais né in altre piante ospiti coltivate, cosa che esclude la via di introduzione più frequente e pericolosa per i virus dei vegetali.

### *Diagnostica*

L'individuazione della presenza di *D. v. virgifera* può essere condotta a vari livelli. Si tratta di un insetto da quarantena la cui gestione ricade sotto la responsabilità dei servizi fitosanitari. Questo pone problematiche molto particolari per quanto attiene la diagnosi della presenza del coleottero e degli strumenti più opportuni ed efficaci per attuarla. La diagnosi può essere sviluppata attraverso l'identificazione della presenza in campo dei vari stadi di sviluppo dell'insetto o dei loro danni. Poiché, se non per particolari scopi di ricerca, non è praticamente possibile controllare la presenza delle uova, la diagnosi della presenza della specie deve basarsi sul monitoraggio degli adulti e sulla presenza e valutazione del danno larvale.

## Monitoraggio degli adulti

Come appena citato, *D. v. virgifera* è una specie “da quarantena” e pertanto la tempestività e la sensibilità della diagnosi della sua presenza sono fondamentali. Ne consegue che, conoscendo il comportamento dell’insetto nelle sue aree di origine e dove esso è ormai ampiamente insediato con popolazioni economicamente rilevanti, lo stadio che si presta maggiormente alla diagnosi della presenza è quello adulto. Nel tempo sono state sviluppate varie trappole molte delle quali sono disponibili commercialmente. Tuttavia non tutte le trappole hanno la stessa funzionalità ed efficienza soprattutto nell’ottica di una diagnosi tempestiva della presenza della specie. Le trappole disponibili sono raggruppabili in due grandi categorie: attrattive mediante un innesco di tipo feromonale e/o alimentare e cromotattiche. Le trappole basate sul feromone sessuale emesso dalle femmine hanno una notevole sensibilità e rappresentano lo strumento migliore per avvistamenti tempestivi. Nell’esperienza degli autori tuttavia non tutti gli inneschi hanno la stessa efficacia. Nel tempo sono stati introdotti nuovi erogatori che hanno progressivamente migliorato l’efficienza di cattura. È tuttavia indubbio, alla luce dei risultati ottenuti con prove comparative di differenti modelli ed erogatori, che in molti casi l’uso di trappole a feromoni meno efficienti ha portato a sottostimare l’effettiva presenza dell’insetto. In situazioni di avvenuto insediamento invece le trappole a feromoni risultano eccessivamente sensibili e il loro uso, nonostante sia indubbiamente d’“effetto” è eccessivo e inutilmente dispendioso in termini di risorse necessarie al controllo di tali trappole. Viceversa in queste situazioni l’uso di trappole cromotattiche si dimostra molto più interessante come evidenziato da numerose esperienze statunitensi. Attualmente le trappole più utilizzate negli USA a questo scopo sono quelle a esche alimentari, generalmente estratti di cucurbitacee (Levine e Gray, 1994), e quelle cromotattiche. Al primo gruppo appartengono vari modelli, il più diffuso dei quali è in plastica trasparente e raccoglie le catture senza l’utilizzo di colla; al secondo gruppo appartengono la trappola Pherocon AM (Hein e Tollefson, 1985; O’Neal et al., 2001), la più utilizzata nel Corn Belt, e altri tipi fra cui la Multigard sticky trap (Whitworth et al., 2002). Non è però possibile una trasposizione diretta alla realtà italiana delle soglie elaborate per queste trappole: sarà perlomeno necessario effettuare le opportune validazioni in condizioni di popolazioni sufficientemente elevate per poter tenere conto del differente comportamento dell’insetto e delle diverse condizioni della pianta ospite. Al momento però sembrerebbe che la soglia stabilita negli USA di 5 catture/trappola/giorno nel periodo luglio-agosto sia probabilmente abbastanza prudenziale per la realtà italiana.

## Valutazione della presenza e del danno larvale

Per la valutazione del danno larvale sono state sviluppate alcune scale di danno basate su classi che descrivono l'entità della perdita subita dall'apparato radicale del mais. La più nota è certamente la cosiddetta "scala Iowa", elaborata alla Iowa State University (Hills e Peters, 1971) e attribuisce 6 possibili livelli di danno alle radici di mais. I 6 livelli sono di seguito elencati:

1. non si rileva alcun danno, ma si possono ritrovare solo delle piccole erosioni superficiali;
2. erosioni scarse ma evidenti; inoltre nessuna radice è completamente distrutta nei primi centimetri;
3. varie radici sono state distrutte nei primi 4 cm dalla pianta senza che però sia stato perso l'equivalente di un intero nodo di radici;
4. un intero nodo di radici o una porzione equivalente di apparato radicale è stato completamente distrutto;
5. due nodi o una porzione equivalente di apparato radicale sono stati completamente distrutti;
6. tre o più nodi o una porzione equivalente di apparato radicale sono stati completamente distrutti.

Recentemente è stata proposta una nuova versione di questa scala nella quale sono stati ridotti a 3 i livelli di danno ed è stata introdotta la possibilità di attribuire frazioni di punto (Oleson et al., 2005). Il nuovo metodo è stato denominato Iowa State University Root Rating System ed è esemplificato con un modello di simulazione nel sito web del dipartimento di entomologia della "Iowa State University of Science and Technology" (<http://www.ent.iastate.edu/pest/rootworm/nodeinjury/nodeinjury.html>; 2004). I livelli principali della nuova scala vanno da:

- 0.00 - non ci sono danni da alimentazione (minor valore attribuibile);
- 1.00 - un nodo o una porzione equivalente di apparato radicale completamente distrutto nei primi 5 cm dello stocco;
- 2.00 - due nodi o una porzione equivalente di apparato radicale completamente distrutto
- 3.00 - tre o più nodi o una porzione equivalente di apparato radicale completamente distrutto (sarebbe comunque possibile attribuire livelli di danno maggiori).

Il danno compreso tra due valori è indicato con la percentuale del nodo distrutto; ad esempio se vengono distrutti 1½ nodi si indica con 1.50.

In questo modo, rispetto alla scala originale 1-6 che era una scala in gran

parte qualitativa poiché nella parte bassa della scala gli incrementi di classe non riflettevano linearmente incrementi di danno, la nuova scala quantifica in modo più accurato e lineare la percentuale di apparato radicale che è stata compromessa (Oleson et al., 2005).

Non è ancora sicuro se questo sistema di valutazione sostituirà in futuro la scala Iowa; appare però evidente come il suo utilizzo sia adatto per ricognizioni veloci, in cui è necessario controllare molti apparati radicali in poco tempo.

Tuttavia una critica generale che può essere rivolta a qualsiasi scala di valutazione del danno si possa impiegare, è che è difficile trovare sempre una correlazione diretta fra danno radicale e perdita economica, perché questa varia sia in funzione delle caratteristiche dell'ibrido che delle condizioni ambientali nel corso della stagione vegetativa (temperatura, piogge, tipo di terreno) e soprattutto delle tecniche di gestione agronomica (apporto di nutrienti, irrigazioni, difesa fitosanitaria, ecc.). Si ritiene che nella scala Iowa originale si verificano perdite economiche a un'entità di danno compresa fra le classi 3 e 4 (corrispondenti, nella nuova scala, a un livello compreso all'incirca tra 0.25 e 1). Però, per ibridi sensibili e in condizioni di crescita stentate le perdite si potrebbero già verificare a livelli compresi fra 2 e 3 (corrispondenti a 0.05 e 0.25) (O'Neal et al., 2001).

### *Contenimento*

La sospensione della monosuccessione di mais permette di controllare la popolazione di *D. v. virgifera*.

Poiché l'insetto compie una sola generazione all'anno, ovidepone nei campi di mais e trascorre l'inverno come uovo, è sufficiente eliminare per un anno la coltura da un appezzamento per interrompere il ciclo vitale della specie, impedendo alle larve, che nascono in primavera successiva, di trovare un ospite adatto. Inoltre si impedisce che altre uova siano deposte durante l'estate e vadano ad arrecare danni alla semina dell'anno successivo.

La semina ritardata, permette di controllare parzialmente i danni che *D. v. virgifera* può arrecare in un appezzamento. Poiché la maggior parte delle uova schiude fra maggio e l'inizio di giugno, se il mais è seminato dopo la metà di giugno, gran parte delle larve è ormai morta, e quelle rimanenti non sono abbastanza numerose da provocare un danno grave. In questo modo però non si evita che degli adulti, provenienti da appezzamenti vicini, depongano le loro uova alla base delle piante di mais. È stato dimostrato che proprio il mais seminato tardivamente è la meta preferita per le femmine gravide che devono ancora

deporre le uova, perché in questi appezzamenti riescono a nutrirsi di sete floreali e polline che invece non trovano più nei campi di mais seminati in primo raccolto (O'Neal et al., 2002; O'Neal et al., 2003; Pierce e Gray, 2006).

Nonostante la rotazione appaia come un metodo di controllo risolutivo, una sua anomala applicazione unita a una particolare plasticità della specie ha portato alla selezione di popolazioni “resistenti alla rotazione”. Negli USA, nello stato dell'Illinois, era pratica consolidata effettuare una rotazione stretta “mais – soia”. A partire dalla fine degli anni 80 del secolo scorso, sono state osservate con sempre maggiore frequenza danni in campi di mais successivi alla soia (Levine e Oloumi-Sadeghi, 1996; Levine et al., 2002). Le femmine attratte dalla soia deponevano sempre più in questa coltura e inoltre non è forse neppure da escludere il contributo di popolazioni di *D. v. virgifera* con una diapausa biennale allo stato di uovo che risultano quindi favorite da una rotazione biennale costante (Levine et al., 1992).

Negli USA la lotta chimica contro le larve è, in tantissime situazioni, la norma. Sono possibili interventi impiegando sia concianti, che proteggono il seme per via sistemica con un impiego di insetticida fortemente localizzato e ridotto, sia geodisinfestanti granulari che nelle applicazioni più evolute vengono distribuiti e localizzati accanto al seme. Sono possibili anche interventi con prodotti liquidi da distribuire durante la sarchiatura. Il successo della lotta alle larve dipende molto dalle condizioni ambientali in cui si opera, e in particolare dall'umidità del terreno: troppe piogge riducono l'efficacia dei prodotti distribuiti, ma le condizioni di aridità sono altrettanto dannose perché alcuni formulati richiedono un corretto grado di umidità per essere attivati. L'indubbio vantaggio è che questo tipo di controllo può essere attuato senza nessuna variazione alle normali attrezzature aziendali anche in aree di maiscoltura marginale, essendo attuabile con le normali seminatrici.

Esperienze condotte dagli autori indicano che i mezzi di lotta disponibili contro le larve (geodisinfestanti e concianti) hanno una diversa capacità di contenere i danni ma il risultato complessivo dipende dal grado di infestazione: con infestazioni molto gravi nessun prodotto riesce a limitare l'attacco larvale mantenendo i danni al di sotto della soglia economica (classe Iowa = 3) (Mazzoni et al., 2005).

Risultati particolarmente interessanti sono stati conseguiti con la lotta contro gli adulti anche in Italia. Gli interventi adulticidi sono stati adottati sia come misura fitosanitaria per consentire in particolari condizioni il ristoppio e per tentativi di eradicazione. Ma esperienze dirette indicano che i trattamenti adulticidi sono effettivamente in grado di ridurre le popolazioni e soprattutto

di ridurre in modo significativo il livello di attacco da parte delle larve l'anno successivo (Mazzoni et al., 2006). Questo tipo di intervento richiede tuttavia attrezzature speciali che sono diffuse solo dove la maiscoltura è particolarmente sviluppata. Il trattamento è piuttosto oneroso. Attualmente però la necessità di contenere le popolazioni della piralide hanno reso l'esecuzione di un intervento insetticida normale nelle zone maidicole più specializzate (Mazzoni e Battilani, 2007; Mazzoni et al., 2007). L'applicazione di piretroidi o di esteri fosforici contro la seconda generazione della piralide, eseguiti in genere per esigenze organizzative e logistiche in un periodo di tempo piuttosto lungo tra la metà di luglio e gli inizi di agosto, è però assolutamente efficace contro gli adulti di *D. v. virgifera* ed è in grado di limitare l'abbondanza delle loro popolazioni e di conseguenza anche la loro possibilità di ovideporre.

Non va comunque sottovalutato il fatto che sono ampiamente dimostrati fenomeni di resistenza da parte della diabrotica a varie classi di insetticidi (Wright et al., 2000; Zhu et al., 2005). Tali forme di resistenza sono ormai piuttosto diffuse e si mantengono stabili anche in assenza di pressione di selezione (Parimi et al., 2006).

La recente introduzione commerciale negli USA di mais geneticamente modificati apre nuove promettenti strade per il controllo della specie (Ward et al., 2005).

Anche il controllo biologico o il tradizionale miglioramento genetico del mais potrebbero garantire alcuni successi. Attualmente il miglior candidato per effettuare il classico controllo biologico sarebbe il Dittero Tachinide *Ce-latoria compressa* Wulp. Tuttavia, a seconda delle condizioni e degli ambienti, potrebbe non essere affatto risolutivo e sufficiente (Kuhlmann et al., 2005).

È stato anche recentemente dimostrato che gli ibridi di mais impiegati in Europa, a differenza della gran parte delle linee coltivate in Nord America, sarebbero in grado di emettere beta-caryophyllene in risposta agli attacchi larvali di *D. v. virgifera*. Questa sostanza sarebbe attrattiva nei confronti di nematodi entomopatogeni (Rasmann et al., 2005). Prove preliminari indicherebbero la possibilità di ottenere interessanti percentuali di mortalità tra le larve con diverse specie di nematodi già presenti in Europa (Toepfer et al., 2005).

## CONCLUSIONI

Complessivamente *D. v. virgifera* appare in grado di adattarsi piuttosto bene alle strategie messe in atto per contenerla riducendone l'efficacia. Per questo

motivo le alternative basate su mais geneticamente modificato, recentemente introdotto negli USA, nonostante i successi ottenuti, non possono essere considerate completamente risolutive.

La globalizzazione delle colture sta portando anche a una globalizzazione delle avversità e sarà per forza necessario prendere atto che anche le strategie di difesa andranno verso una globalizzazione.

#### RIASSUNTO

La coltivazione del mais è uno dei più fortunati esempi degli effetti della globalizzazione. La accresciuta rapidità degli spostamenti ha favorito però anche lo scambio di insetti fitofagi molto dannosi quale la piralide del mais e, più recentemente, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.

Quest'ultima è un chiaro esempio di come alcune scelte colturali, come ad esempio l'adozione della monosuccessione, possano rapidamente favorire un fitofago normalmente non dannoso, rendendolo una specie chiave per la coltura. Gli autori, attraverso una analisi della letteratura e di esperienze dirette, descrivono la biologia, il comportamento, la dannosità e l'importanza economica, le tecniche e i messi per il monitoraggio e, infine, le strategie difesa e/o eradicazione attuabili contro questo insetto che non si è ancora diffuso in tutte le aree maidicole europee e che è considerato anche in Italia specie da quarantena.

#### ABSTRACT

Maize cultivation is a lucky example of the effects of globalization. Nevertheless the increased speed in transports has also allowed the exchange of pests like European Corn Borer and more recently the western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. The latter is an important example of the effect that cultural practices, like the monosuccession, can quickly favor a usually not dangerous phytophagous, making it a key pest for the crop. The authors, making a review of literature and using original data, describe the biology, the behaviour, the economic importance, the monitoring techniques and the control and/or eradication strategies that can be applied against this pest that it is not yet distributed in every European corn growing area and it is still considered a quarantine pest also in Italy.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALL H.J. (1957): *On the biology and egg-laying habits of the Western Corn Rootworm*. «J. Econ. Entomol.», 50, pp. 126-128.
- BORIANI M., GERVASINI E. (2000): *La diabrotica del mais è arrivata in Lombardia*, L'Informatore Agrario: 39, p. 75.

- BORIANI M., BETTONI D., NOTARANGELO N. (2002): *Primi danni da diabrotica su mais in Italia*, *L'Informatore Agrario*, 31, pp. 61-62.
- BRANSON T. F. (1986): *Larval feeding behavior and host-plant resistance in maize*, in Krysan J.L., Miller T.A. (eds.), *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, USA, pp. xx + 260pp. (cfr. pp. 159-182).
- BRANSON T.F. (1971): *Resistance in the Grass Tribe Maydeae to Larvae of the Western Corn Rootworm*. «Ann. Entomol. Soc. Am.», 64, pp. 861-63.
- BRYSON H.R., WILBUR D.A., BURKHARDT C.C. (1953): *The Western Corn Rootworm, Diabrotica virgifera Lec. in Kansas*, «J. Econ. Entomol.», 46, pp. 995-999.
- CHIANG H. C. (1973): *Bionomics of Northern and Western Corn Rootworms*, «Annual Review of Entomology», 18, pp. 47-72.
- CONTI M., GALLITELLI D., LISA V., LOVISOLO O., MARTELLI G.P., RAGOZZINO A., RANA G.L., VOVLAS C. (1996): *I principali virus delle piante ortive*, M. CONTI e G.P. MARTELLI ED., Bayer S.p.A., Milano, 206 pp.
- FURLAN L., VETTORAZZO M., ORTEZ A., FRAUSIN C. (1998): *Diabrotica virgifera virgifera è già arrivata in Italia*, «Informatore Fitopatologico», 12, pp. 43-44.
- GEORGE B.W., HINTZ A.M. (1966): *Immature stages of western corn rootworm*, «J. Econ. Entomol.», 59, pp. 1139-1142.
- GILLETTE C.P. (1912): *Diabrotica virgifera LeC. as a corn root-worm*, «J. Econ. Entomol.», 5, pp. 364-366.
- HEIN G., TOLLEFSON J.J. (1985): *Use of the Pherocon AM trap as a scouting tool for predicting damage by corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae*, «J. Econ. Entomol.», 78, pp. 200-203.
- HILL T.M., PETERS D.C. (1971): *A Method of Evaluating Postplanting Insecticide Treatments for Control of Western Corn Rootworm larvae*, «J. Econ. Entomol.», 64, pp. 764-765.
- LEVINE E., GRAY M.E. (1994): *Use of cucurbitacin vial trap to predict corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval injury in a subsequent crop of corn*, «J. Entomol. Sci.», 29, pp. 590-600.
- LEVINE E., OLOUMI-SADEGHI H. (1996): *Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval injury to corn grow for seed production following soybeans grown for seeding production*, «J. Econ. Entomol.», 89, pp. 1010-1016.
- LEVINE E., OLOUMI-SADEGHI H., ELLIS C.R. (1992): *Thermal requirements, hatching patterns, and prolonged diapause in western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs and incidence of prolonged diapause trait in Illinois*, «J. Econ. Entomol.», 85, pp. 262-267.
- LEVINE E., SPENCER J.L., ISARD S.A., ONSTAD D.W., GRAY M. E. (2002): *Adaptation of the western corn rootworm to crop rotation: evolution of a new strain in response to a management practice*. «Am. Entomol.», 48, pp. 94-107.
- LOUIE R. (2000): *Diseases caused by viruses*. In: "Compendium of corn diseases", 3rd Ed., D.G. White Ed., APS Press, pp. 49-55.
- MAZZONI E., CERUTI E., CRAVEDI P. (2005): *Esperienze di controllo e monitoraggio della diabrotica del mais in Lombardia*, in "Atti del XX Congresso nazionale italiano di entomologia", Perugia-Assisi 13-18 giugno 2005, p. 245.
- MAZZONI E., CRAVEDI P., SAPORITI M., FERRARI G. (2006): *Contributo della lotta agli adulti nelle strategie di controllo di Diabrotica virgifera virgifera*, in "Atti delle Giornate Fitopatologiche" Riccione (RN), 27-29 marzo 2006, pp. 167-172.
- MAZZONI E., BATTILANI P. (2007): *La piralide favorisce i funghi che producono micotossine*, «L'informatore agrario», 8, pp. 51-54.

- MAZZONI E., SCANDOLARA A., BATTILANI P., PIETRI A., SIDOTI P., CRAVEDI P. (2007): *Influenza della presenza di Ostrinia nubilalis (Hübner) sul contenuto di fumonisina in mais da granella*. In "Atti del XXI Congresso nazionale italiano di entomologia", Campobasso 11-16 giugno 2007, p. 206.
- MILLER N., ESTOUP A., TOEPFER S., BOURGUET D., LAPCHIN L., DERRIDJ S., KIM S.K., REYNAUD P., FURLAN L., GUILLEMAUD T. (2005): *Multiple Transatlantic Introductions of the Western Corn Rootworm*, «Science», 310, p. 992.
- O'NEAL M.E., GRAY M.E., RATCLIFFE S., STEFFEY K.L. (2001): *Predicting Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Larval Injury to Rotated Corn with Pherocon AM traps in Soybean*, «J. Econ. Entomol.», 94, pp. 98-105.
- O'NEAL M.E., DIFONZO C.D., LANDIS D.A. (2002): *Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) feeding on corn and soybean leaves affected by corn phenology*, «Environ. Entomol.», 31, pp. 285-292.
- O'NEAL M.E., LANDIS D.A., MILLER J.R., DIFONZO C.D. (2003): *Corn phenology influences Diabrotica virgifera virgifera emigration and visitation to soybean in laboratory assays*, «Environ. Entomol.», 33, pp. 35-44.
- OLESON J.D., PARK Y., NOWATZKI T.M., TOLLEFSON J.J. (2005): *Node-injury scale to evaluate root injury by corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae)*, «J. Econ. Entomol.» 98, pp. 1-8
- PARIMI S., MEINKE L.J., FRENCH B.W., CHANDLER L.D., SIEGFRIED B.D. (2006): *Stability and persistence of aldrin and methyl-parathion resistance in western corn rootworm populations (Coleoptera: Chrysomelidae)*, «Crop protection», 25, pp. 269-274.
- PIERCE C.M.F., GRAY M.E. (2006): *Western corn rootworm, Diabrotica virgifera virgifera LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), oviposition: a variant's response to maize phenology*, «Environ. Entomol.», 35, pp. 423-434.
- Rasmann S., Kollner T.G., Degenhardt J., Hiltbold I., Toepfer S., Kuhlmann U., Gershenson J., Turlings T.C.J. (2005): *Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots*, «Nature», 434(7034), pp. 732-737.
- SCHETS K. (2004): *Maize chlorotic mottle*, in: "Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae)", H. Lapierre & P. A. Signoret Eds, INRA, Paris, pp. 642-644.
- TALLAMY D.W., HIBBARD B.E., CLARK T.L., GILLESPIE J.J. (2005): *Western corn rootworm, cucurbits and cucurbitacins*, in *Western corn rootworm. Ecology and management*, Vidal S, Kulmann U, Edwards C.R. (eds.), Cabi publishing, Wallingford, UK, pp. xiv + 310 pp. (cfr. pp. 67-94).
- TOEPFER S., GUELDEZOPH C., EHLERS R.U., KUHLMANN U. (2005): *Screening of entomopathogenic nematodes for virulence against the invasive western corn rootworm, Diabrotica virgifera virgifera (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe*, «Bull. Entomol. Res.», 95, pp. 473-482.
- WARD D.P., DEGOOYER T.A., VAUGHN T.T., HEAD G.P., MCKEE M.J., ASTWOOD J.D., PERSHING J.C. (2005): *Genetically enhanced maize as a potential management option for corn rootworm: YieldGardReg. rootworm maize case study*, in: *Western corn rootworm. Ecology and management*, Vidal S, Kulmann U, Edwards C.R. (eds.), Cabi publishing, Wallingford, UK, xiv + 310 pp. (cfr. pp. 239-262).
- WHITWORTH R.J., WILDE G.E., SHUFRAN R.A., MILLIKEN G.A. (2002): *Comparison of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) sampling methods*, «J. Econ. Entomol.», 95, pp. 96-105.
- WRIGHT R.J., SCHARF M.E., MEINKE L.J., ZHOU X.G., SIEGFRIED B.D., CHANDLER L.D. (2000): *Larval susceptibility of an insecticide-resistant western corn rootworm (Cole-*

- optera: Chrysomelidae) population to soil insecticides: laboratory bioassays, assays of detoxification enzymes, and field performance*, «J. Econ. Entomol.», 93, pp. 7-13.
- ZHU K.Y., WILDE G.E., SLODERBECK P.E., BUSCHMAN L.L., HIGGINS R.A., WHITWORTH R.J., BOWLING R.A., STARKEY S.R., HE F. (2005): *Comparative susceptibility of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults to selected insecticides in Kansas*, «J. Econ. Entomol.», 98, pp. 2181-2187.

Vedi inoltre:

EPPO, 2007 ([http://www.eppo.org/QUARANTINE/Diabrotica\\_virgifera/diabrotica\\_virgifera.htm](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.htm)).

## Il caso “tristeza” degli agrumi

### PREMESSA

Nota sin dalla fine dell’800, studiata successivamente a Giava (1920), in Argentina (1931) e in Brasile (1937), 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), ormai segnalato in tutti i Paesi agrumicoli.

La capacità del virus di diffondersi a livello locale in maniera molto efficace attraverso gli afidi, dando luogo a epidemie, e la gravità dei sintomi indotti in alcune condizioni ha da sempre stimolato in diversi Paesi intense attività di ricerca mirate soprattutto alla messa a punto di strumenti in grado di supportare e coadiuvare programmi di lotta (sistemi rapidi ed efficaci di diagnosi, sistemi efficaci di monitoraggio e campionamento, tecniche di differenziazione dei ceppi, etc.). Non sorprende, pertanto, se i contributi scientifici sulla malattia e sul virus responsabile occupano oltre il 40% dei Proceedings della XVI Conferenza dell’International Organization of Citrus Virologists tenutasi a Monterrey (Messico) dal 7 al 12 novembre 2004.

In Italia la malattia è stata segnalata per la prima volta oltre 50 anni fa, e poi numerose altre volte, sempre su piante o materiale di propagazione introdotto da altri paesi (Catara e Davino, 2006). Questa circostanza aveva fatto sperare di riuscire a prevenire la diffusione del virus attraverso un programma

\* DISTEF - Patologia vegetale, Università degli Studi di Catania

\*\* DISTEF - Entomologia agraria, Università degli Studi di Catania

\*\*\* Istituto di Virologia Vegetale, CNR sede di Bari e Dipartimento di Protezione delle Piante e Microbiologia Applicata, Università degli Studi di Bari

di lotta obbligatoria regolamentato con apposito Decreto Ministeriale (DM 22/11/1996). Ma le misure preventive messe in atto sono risultate intempestive, inadeguate e non coordinate. La prevalente diffusione di infezioni allo stato asintomatico ha, probabilmente, per anni mascherato la presenza del virus. Ciò ha favorito la propagazione di materiale infetto, come dimostra un recente monitoraggio effettuato in Sicilia, dal quale emerge che l'incidenza delle infezioni è significativamente più elevata nei cloni di arancio di maggiore interesse commerciale. La multiforme variabilità del virus responsabile della malattia ha fatto il resto. Sono già diverse migliaia le piante con sintomi della malattia in agrumeti e alcune decine di migliaia quelle verosimilmente infette in modo asintomatico. La presenza delle infezioni anche nei vivai desta molta preoccupazione, poiché, in alcuni casi, tali contaminazioni sono dovute a trasmissione da parte delle popolazioni afidiche locali.

#### SINTOMATOLOGIA

Le sindromi mostrate dalle piante infette possono variare notevolmente per l'influenza di diversi fattori, quali la virulenza del ceppo, la suscettibilità dell'ospite, la combinazione necto/portinnesto, le condizioni climatiche, ecc. Sintomatologie diffuse in alcune aree possono essere rare o non presenti in altre aree; un esempio che si può citare è la diffusa presenza di sintomi di butteratura del legno (stem pitting) su pompelmo in Sud Africa, sintomatologia raramente osservata in Florida (Garnsey et al., 2005).

La suscettibilità del portinnesto e della specie/varietà riveste un ruolo altrettanto importante nell'espressione sintomatologica delle infezioni. Molti isolati possono causare sintomi severi di butteratura del legno su arancio dolce, lima, pompelmo, pummelo e deperimento delle piante innestate su arancio amaro, ma non causare alcuna sintomatologia su mandarino. È evidente che il mascheramento dei sintomi negli ospiti non suscettibili rappresenta un fattore di rischio nell'efficacia dell'intercettazione delle infezioni e nella lotta al virus.

La definizione della virulenza di un ceppo si basa essenzialmente sulla sintomatologia indotta su piante indicatrici standard (arancio amaro, arancio dolce cv Madame vinous, pompelmo Duncan e arancio dolce innestato su arancio amaro - Garnsey et al., 2005). Pertanto, gli isolati vengono definiti come: "stem-pitting" se in grado di indurre sintomi di butteratura o altre alterazioni del legno, su arancio dolce e pompelmo Duncan; "seedling yellows" se inducono accentuati giallumi su arancio amaro e di conseguenza nanismo nelle piante di arancio dolce innestate su arancio amaro; "decline" se causano

sintomi di deperimento fulminante nelle piante di arancio dolce innestato su arancio amaro. Blandi vengono, invece, definiti i ceppi che danno luogo a infezioni asintomatiche.

La poliannualità degli agrumi e, pertanto, l'esposizione delle piante a ripetuti attacchi afidici, può determinare la compresenza di ceppi biologicamente diversi in una stessa pianta infetta.

#### EPIDEMIOLOGIA

La trasmissione attraverso i materiali di propagazione riveste, sicuramente, un ruolo fondamentale nella diffusione del virus, anche a lunga distanza. Spesso l'introduzione e la diffusione del virus in aree indenni è stata determinata dall'incontrollata introduzione di materiali di propagazione infetti. La caratterizzazione di ceppi geograficamente distinti non ha evidenziato nessuna differenza significativa, tanto da far pensare a una origine comune e a una successiva diffusione del virus nei diversi Paesi a seguito di un intenso scambio di materiali di propagazione infetti (Roistacher, 1982; Roistacher e Moreno, 1991; Rubio et al., 2001).

La trasmissione, in modo semipersistente, da parte degli afidi riveste, invece, un ruolo cruciale nella diffusione del virus in una determinata area. Diverse specie di afidi sono capaci di acquisire e trasmettere il virus, ma *Toxoptera citricidus* e *Aphis gossypii* sono quelle che assumono un ruolo rilevante nell'epidemiologia della malattia.

Il diverso comportamento biologico di queste due specie vettrici determina un diverso grado di sviluppo delle infezioni in campo che risultano più rapide e uniformi nel caso di *T. citricidus* (Gottwald et al., 2000). La compresenza del virus e di *T. citricidus* desta allarme oltre che per la elevata efficienza di trasmissione associata a questa specie afidica, anche per la capacità attribuita a questa specie di trasmettere in modo efficiente i ceppi severi di CTV (Rocha-Peña et al., 1995), poco o nulla trasmessi dalle altre specie afidiche. In realtà dati recenti sembrano non supportare appieno queste due ipotesi: i) in Florida, infatti, dove *T. citricidus* è presente dal 1995, non si è assistito a un aumento sensibile della incidenza dei ceppi severi locali come ci si aspettava (Halbert e Brown, 1996); ii) l'incremento delle infestazioni da *A. gossypii*, osservato negli ultimi anni in California, ha portato a un incremento vertiginoso delle infezioni di CTV, dimostrando che anche *A. gossypii* può risultare in determinate condizioni climatiche e colturali altamente efficiente nella trasmissione del virus (Yokomi et al., 2007).

## IL RUOLO DEGLI AFIDI NELLA TRASMISSIONE DI CTV

Le prime dimostrazioni sperimentali della trasmissibilità del virus a opera degli afidi sono antecedenti agli anni cinquanta del secolo scorso e si propongono sino a tempi recenti. In tale contesto gli elementi essenziali che si possono cogliere riguardano fondamentalmente la modalità di trasmissione “semipersistente” del virus e la notevole variabilità nell’efficienza di trasmissione soprattutto in relazione alla specie afidica e al ceppo virale inoculato.

Con riferimento al primo aspetto, l’assunzione del virus da parte dell’afide comporta una effettiva attività alimentare (di solito floematica) di almeno 1-6 ore. Con ciò si ha il conseguente trasferimento delle particelle virali nelle parti anteriori del canale alimentare dell’afide e il loro possibile inoculo in piante sane, anche qui nel corso di qualche ora (optimum in 6-24 ore) di alimentazione (Costa e Grant, 1951; Raccach et al., 1976; Raccach et al., 1989; Katis et al., 2007).

Con riferimento al secondo aspetto, inconfutabile appare la responsabilità dell’afide tropicale degli agrumi (*T. citricidus*), evidenziata sin dalle prime esplosioni epidemiologiche di CTV in Sud America (Meneghini, 1948) e successivamente ribadita in modo circostanziato da Costa e Grant (1951). Le prove sperimentali attribuiscono paritetica capacità vettrice sia alle forme immature (neanidi e ninfe) che a quelle adulte (attere e alate), le quali risultano efficienti persino come singoli esemplari; tuttavia le percentuali più elevate di trasmissione (con valori fino al 75-88% di infezioni positive sulle piante saggiate) sono state ottenute con densità pari o superiori a 25 esemplari/pianta.

L’afide *T. citricidus* si è reso ovunque responsabile del rapido dilagare della virosi, come evidenziano le recenti ondate epidemiologiche di CTV nella regione caraibica e in Florida (Yokomi et al., 1994; Rocha-Peña et al., 1995; Halbert et al., 2004).

Fra gli altri afidi degli agrumi, in regioni dove non risulta presente *T. citricidus*, il ruolo di vettore principale viene assunto da *A. gossypii* (afide del cotone e delle cucurbitacee), come è stato messo in luce in California (Dickson et al., 1951), Florida (Norman e Grant, 1957), regioni asiatiche (India e Filippine) e nell’area del Mediterraneo (Bar-Joseph e Loebenstein, 1973; Davino et al., 1989). Prove di trasmissione effettuate in Israele con alcuni isolati di CTV (Raccach et al., 1976), hanno evidenziato per *A. gossypii* modalità di trasmissione del virus analoghe a quelle già conosciute per *T. citricidus*, benché la sua efficienza risulti manifestamente più contenuta.

Un interessante raffronto comparativo sull’efficacia di trasmissione della malattia a opera dei due afidi prima richiamati è stato evidenziato da Got-

twald et al. (1996), sulla base di dati epidemiologici di vari paesi e relativi alla velocità di incremento della malattia in presenza dell'uno o dell'altro vettore. I dati riportati evidenziano che nel caso di esclusiva presenza di *A. gossypii* i livelli di incremento della malattia risultano variabili dal 5 al 95% nell'arco di 8-15 anni, mentre, allorché il vettore presente è *T. citricidus*, analoghi incrementi sono raggiunti soltanto in 2-4 anni. In altri termini, *T. citricidus* evidenzia una capacità di trasmissione di CTV di circa 6-25 volte superiore a quella manifestata da *A. gossypii* (Yokomi et al., 1994). Inoltre, a motivo della maggiore vagilità evidenziata dalle forme alate di *A. gossypii* a confronto di quelle di *T. citricidus* (fenomeno ben rilevabile anche attraverso catture alle trappole tra i due afidi), la progressione epidemiologica delle piante infette da CTV, rispetto a un punto iniziale di inoculo, evidenzia una distribuzione sparsa nel caso di *A. gossypii* e di tipo aggregato nel caso di presenza di *T. citricidus* (Gottwald et al., 1996).

È ben noto che gli indici di trasmissibilità di CTV per mezzo degli afidi variano anche con i diversi isolati del virus, alcuni dei quali risultano più facilmente trasmissibili comparativamente ad altri (Bar-Joseph e Loebenstein, 1973; Lee et al., 2005). Ulteriori influenze sembrano connesse alle temperature (optimum intorno a 22°C) (Bar-Joseph e Loebenstein, 1973), nonché talvolta al diverso biotipo dell'afide (Yokomi et al., 2005).

Si evidenzia infine che, in aggiunta alle due specie precedenti, è stata occasionalmente provata la responsabilità di altri afidi vettori nella trasmissione di qualche isolato di CTV; fra questi figurano l'afide verde degli agrumi, *A. spiraeicola* (Norman e Grant, 1957; Davino et al., 1989) e l'afide bruno degli agrumi, *T. aurantii* (Norman e Grant, 1957); in India sono stati indicati come vettori anche *Myzus persicae*, *A. craccivora* e *Uroleucon* (= *Dactynotus*) *jaceae* (Varma et al., 1965).

In ultimo sembra opportuno evidenziare che, indipendentemente dalla specie afidica, le responsabilità della trasmissione sono dovute essenzialmente alle forme alate, in quanto attere e immature, benché parimenti efficienti, hanno marginali possibilità di spostamento effettivo da una pianta ammalata a una sana.

Sugli agrumi sono segnalate nel mondo una ventina di specie afidiche complessive, delle quali soltanto una mezza dozzina riveste significato pratico (Stroyan, 1961; Blackman e Eastop, 2000; Barbagallo et al., 2007). In Italia, analogamente a quanto avviene negli altri paesi agrumicoli del Mediterraneo, sono soprattutto frequenti e dannose tre specie soltanto, tutte polifaghe e a distribuzione cosmopolita. Esse sono l'afide del cotone o delle cucurbitacee (*A. gossypii*), l'afide verde degli agrumi (*A. spiraeicola*) e l'afide nero degli

agrumi (*T. aurantii*); i primi due sono particolarmente infestanti su arancio, mandarino, pompelmo, clementine e forme affini, mentre la terza specie afidica, pur non rara sui medesimi agrumi appena menzionati, rappresenta delle tre l'unica entità che infesta significativamente il limone. Altre specie presenti nello stesso territorio (*Myzus persicae*, *Aphis craccivora*, *Macrosiphum euphorbiae* etc.), rivestono interesse del tutto marginale.

La dannosità complessiva di tali specie e in particolare delle prime tre, è stata principalmente commisurata all'entità dei danni diretti apportati alle piante infestate. Oggi, alla luce di quanto prima richiamato, c'è da aspettarsi nel nostro territorio un significativo incremento di CTV, trasmesso da tali specie indigene e in particolare da *A. gossypii*.

Ma il rischio maggiore per tutta l'area del Mediterraneo è rappresentato dalla possibile diffusione nel territorio del temibile afide tropicale degli agrumi. L'insetto si trova già insediato nella penisola iberica, benché confinato sinora in limitate aree della parte nord-occidentale, non interessate da agrumicoltura estensiva (Ilharco et al., 2005; Cambra, 2007). L'afide ha una tipica distribuzione intertropicale, ma da poco più di un decennio ha rapidamente esteso la sua presenza in tutta la Regione Caraibica dell'America Centrale, raggiungendo la Florida e il Messico (Yokomi et al., 1994; CABI, 1998); quasi contemporaneamente, dall'altro versante dell'Atlantico, l'insetto ha fatto la sua comparsa nell'isola di Madeira, dalla quale con tutta probabilità gli è stato facile raggiungere i siti di attuale insediamento nella penisola iberica. Purtroppo le circostanze ambientali e climatiche del Mediterraneo – dove negli ultimi anni, come è ben noto, è stata registrata la tendenza a un aumento delle temperature medie stagionali – ben si conciliano con le esigenze termiche dell'insetto, che in Estremo Oriente (Giappone, Corea) vive regolarmente a latitudini fino a 40°N, ben coincidenti con quelle centrali del Mediterraneo stesso. Da ciò ne consegue l'esigenza di prepararsi a un simile indesiderato evento con opportuni interventi programmatici idonei a contrastare le nefaste conseguenze che inevitabilmente ne deriveranno per l'agrumicoltura nazionale e dell'intero Mediterraneo.

#### IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL VIRUS

La diagnosi di CTV, basata sino a qualche decennio fa sul saggio biologico su limetta messicana, ha beneficiato negli ultimi 20 anni della messa a punto di strumenti sierologici e molecolari. Antisieri policlonali e 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 (Mathews et al., 1997; Hilf e Garnsey, 2000; Hung et al., 2000; Cambra et al., 2000; Huang et al., 2004; Roy et al., 2005) e ibridazione molecolare (Barbarossa e Savino, 2006a). Protocolli di real-time RT-PCR sono stati recentemente messi a punto per rilevare il virus sia nei tessuti vegetali sia nei vettori (Ruiz-Ruiz et al., 2007; Rosa et al., 2007; Saponari et al., 2007).

Da decenni diverse attività di ricerca sono state mirate alla messa a punto di sistemi diagnostici (sierologici o molecolari) in grado di differenziare ceppi severi da ceppi blandi, senza dover ricorrere al saggio biologico che, come è noto, richiede un periodo di tempo di almeno un anno. I sistemi più efficaci e più utilizzati per la caratterizzazione dei ceppi sono:

- Test sierologici con anticorpo monoclonale MCA13 (Permar et al., 1990) che rimane ancora, uno dei primi approcci per identificare la presenza/assenza di ceppi severi. Tuttavia reazioni ceppo-aspecifiche sono state riportate al di fuori della Florida, ove l'anticorpo era stato prodotto;
- Amplificazione genica mediante RT-PCR seguita da: (i) analisi RFLP (Gillings et al., 1993); (ii) ibridazione molecolare con oligonucleotidi marcati, specifici per gruppi di isolati con attività biologica differente (Cevik et al., 1996 b); (iii) analisi SSCP (Rubio et al., 1996; Febres, 1995; Gago-Zachert et al., 1999; D'Urso et al., 2000; Rubio et al., 2000; Davino et al., 2005); (iv) analisi con marker molecolari multipli (Hilf et al., 2005). Con quest'ultimo metodo i ceppi vengono classificati in T30-like (ceppi blandi); VT- e T3-like (ceppi responsabili di stem-pitting e seedling yellows); T36-like (ceppi che causano deperimento).

Sieburth et al. (2005) hanno confrontato alcuni dei predetti sistemi, utilizzando gli isolati della collezione internazionale di CTV dell'USDA di Beltsville (MD, USA). I risultati evidenziano che: (i) nessun sistema disponibile è in grado, applicato singolarmente, di definire univocamente la potenziale virulenza del ceppo; il profilo dell'isolato può essere definito mediante l'utilizzo di più sistemi; (ii) in alcune situazioni al risultato molecolare non corrisponde il comportamento biologico del ceppo, probabilmente a causa della presenza di più ceppi in una stessa fonte infetta, dalla cui interazione può risultare un quadro sintomatologico diverso da quello atteso (es. “mascheramento” dei ceppi severi); (iii) il saggio biologico resta fondamentale nella determinazione della virulenza del ceppo; (iv) è auspicabile l'identificazione di un singolo marker associato alla severità dei ceppi.

Un risultato in tale direzione è riportato da Saponari et al. (2007), con la messa a punto di un protocollo di real-time RT-PCR basato sull'utilizzo di una sonda TaqMan in grado di reagire solamente con i ceppi severi che causano stem-pitting e seedling yellows.

L'uso di moderni strumenti bioinformatici, supportati da reti computazionali ad alta intensità, potrà contribuire a favorire lo studio dei fattori che intervengono nel determinare i caratteri biologici del virus, i motivi genomici strutturali e gli eventi che determinano il grado di virulenza e la disseminazione (Lombardo et al., 2007).

#### LA SITUAZIONE IN ITALIA

Negli anni '90 la saltuaria segnalazione in Italia della presenza del CTV, indusse il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, di concerto con i Servizi Fitosanitari Regionali, a emanare il decreto ministeriale del 22/11/1996 che prevede la lotta obbligatoria contro il virus. L'Italia, infatti, nell'ambito della normativa dell'UE per le misure di protezione contro gli organismi da quarantena è stata per anni zona protetta. Obiettivo prioritario del decreto è stata l'adozione di una serie integrata di interventi che impedissero l'introduzione e la diffusione del virus.

Le indagini di questo ultimo quinquennio mostrano, purtroppo, in modo chiaro che CTV è ormai diffuso in tutte le aree agrumicole, con incidenza variabile e con esiti esiziali allorché le piante sono innestate su arancio amaro. A quanto risulta le infezioni raggiungono 0,005% in alcune aree e il 64% in altre, spesso derivano da monitoraggi effettuati da gruppi di lavoro diversi, che hanno utilizzato tanto il metodo DTBIA quanto il metodo DAS-ELISA in periodi dell'anno non sempre del tutto idonei.

Poco o nulla si sa ancora, tuttavia, sulle caratteristiche biologiche e molecolari dei ceppi presenti, sulla base delle quali poter fare delle previsioni sulla loro virulenza, sulla trasmissibilità mediante i vettori attualmente presenti e sulle strategie da seguire. I pochi test biologici eseguiti hanno interessato esclusivamente la lima messicana, mentre sarebbe utile una caratterizzazione biologica completa secondo criteri internazionalmente seguiti per l'identificazione dei biotipi di CTV (Garnsey et al., 2005).

La variabilità genetica delle popolazioni di CTV in tre diverse aree agrumicole è stata studiata da Davino et al. (2005) che hanno esaminato 150 campioni per area mediante analisi SSCP e sequenza nucleotidica del gene p20 di CTV. I risultati mostrano che l'isolato presente in Puglia è differente da quel-

lo siciliano e che la popolazione del virus è omogenea, il che lascia ritenere che la diffusione è avvenuta mediante popolazioni afidiche locali. Gli isolati siciliani analizzati, responsabili di sintomi gravi su arancio Tarocco innestato su arancio amaro, hanno presentato una sequenza nucleotidica strettamente correlata agli isolati californiani SY568 and SY107 (similarità superiore al 99%). Gli isolati provenienti dalle due aree, distanti 650 km, rinvenuti su due cultivar di agrumi introdotte dalla Spagna sono risultati geneticamente correlati. Non essendo stati eseguiti test biologici su piante ospiti convenzionali, la valutazione dell'espressione sintomatica non è certamente conclusiva sui caratteri patogenetici degli isolati.

Recentemente, nel corso di un'indagine effettuata nella provincia di Catania (2005) sono stati rinvenuti per la prima volta sintomi di alveolatura inversa in piante di arancio Sanguinello di circa 30 anni di età innestate su arancio amaro. Saggi biologici e analisi di sequenza mostrano che l'isolato è differente da quelli precedentemente descritti (Davino et al., 2005). Oltre ai tipici sintomi osservati su semenzali di lima messicana (schiarimento delle nervature e macchie d'acqua sulla corrispondente pagina inferiore, associati a curvatura a coppa della foglia), sono stati anche accertati sintomi di giallume e suberificazione delle nervature su arancio amaro e su pompelmo, decolorazione delle nervature su arancio dolce. L'analisi BLAST delle sequenze dei geni codificanti per la proteina p23 ha messo in evidenza una similarità del 99% con alcuni ceppi brasiliani di seedling yellows BaraoB, Val-CB e C271-2 (Rizza et al., 2007).

Poiché entrambi i tipi di isolati, tipo californiano e tipo brasiliano, provengono da agrumeti relativamente vicini in linea d'aria, sono ospitati da due diverse cultivar e solo in un caso presentano sintomi su arancio amaro, si deve concludere che le infezioni traggano origine da fonti diverse. Sulla base di tali risultati, ancora preliminari, è verosimile che le introduzioni abbiano origine remota e che la malattia abbia cominciato a manifestarsi negli agrumeti italiani 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 alveolatura inversa sul portinnesto arancio amaro nel caso di cultivar locali.

Le indagini effettuate in Puglia, dove i primi gravi focolai sono stati segnalati a partire dal 2002, hanno rivelato la diffusa presenza di uno stesso ceppo, verosimilmente identico al ceppo blando T30 della Florida. Tuttavia, un isolato con genotipo non assimilabile a nessun isolato standard di riferimento è stato individuato in uno dei focolai ed è attualmente oggetto di approfondimenti (Barbarossa e Savino, 2006b). L'analisi dei risultati dei

monitoraggi effettuati nelle aree circostanti i focolai, dimostrano che vi è trasmissione e diffusione del virus da parte delle popolazioni afidiche locali. Le stesse sembrano essere responsabili della contaminazione delle produzioni di alcuni vivai ubicati in aree limitrofe a focolai.

Sintomatologie assimilabili a deperimenti, ritardi nella ripresa vegetativa e sofferenze delle piante sono riscontrabili in diversi impianti ove l'infezione è presente. Non sono stati tuttavia riscontrati casi di stem pitting, a conferma che si tratterebbe di ceppi blandi. Studi sono in corso per verificare l'efficienza di trasmissione da parte delle popolazioni locali di *A. spiraeicola* e *A. gossypii*, per accertare la trasmissibilità dei ceppi, per verificare il ruolo del clementine, molto diffuso e molto suscettibile alle infestazioni afidiche, nell'evoluzione delle infezioni.

I primi dati riguardanti le infezioni riscontrate in Basilicata e Calabria, confermano quanto riscontrato in Puglia, ossia presenza di ceppi blandi e progressivo aumento dell'incidenza di casi di deperimento associato alla presenza di arancio amaro, evidenti soprattutto a seguito dei periodi di caldo estivo.

#### INTERVENTI PER IL CONTENIMENTO

In considerazione di questa situazione, nel 2003 si è costituito un Coordinamento Interregionale per la lotta obbligatoria contro il virus della tristezza degli agrumi, con l'obiettivo di aggiornare il succitato DM 22/11/1996 ed elaborare una norma in grado di offrire gli strumenti idonei per intervenire tempestivamente nella situazione di emergenza fitosanitaria creatasi.

Purtroppo la complessità della problematica, l'indisponibilità di adeguate risorse finanziarie per incentivare l'applicazione del decreto di lotta obbligatoria e soprattutto l'eradicazione dei focolai d'infezione del virus e della malattia, l'esiguità e talvolta la mancanza presso i Servizi fitosanitari delle competenze e delle risorse necessarie ad attuare un efficace e capillare controllo, l'inesistenza di un programma coordinato di divulgazione presso gli operatori del settore, la scarsa collaborazione di molte figure della filiera, hanno reso difficili e intempestivi gli interventi, sino ad arrivare all'attuale situazione di emergenza, che, almeno in Puglia, non interessa solo gli agrumeti ma ha interessato buona parte dei vivai agrumicoli.

Al di là dei necessari interventi di tipo politico nel destinare le risorse idonee e necessarie a supportare la filiera in questa situazione critica, dal punto di vista tecnico-scientifico si rende necessario attivare urgentemente alcune

misure relative alle attività di monitoraggio, inclusa la metodologia di campionamento, di saggio, la caratterizzazione biologica e molecolare dei ceppi, la caratterizzazione dei biotipi del vettore/i e della loro efficienza nella trasmissione del virus, la vigilanza sulla presenza/introduzione di *T. citricidus*. Indilazionabile appare l'organizzazione di una rete nazionale di monitoraggio coordinato e pianificato.

Contemporaneamente occorrerà definire i criteri e le misure per il contenimento a breve e lungo termine dei danni causati dalla malattia nei nuovi impianti e nei reimpianti.

Come dimostrato in altri Paesi l'eradicazione ha la sua efficacia come misura preventiva e di contenimento nel breve periodo. Recenti studi epidemiologici in California dimostrano che le infezioni, in aree dove è in atto un programma di eradicazione, sono contenute (0,09-0,7%) rispetto ad aree dove non è in atto un programma di eradicazione, e l'incremento annuale delle infezioni può raggiungere il 3,6% (Yokomi et al., 2005). L'efficacia del programma di eradicazione ha i suoi punti deboli nella cooperazione degli agricoltori, nella disponibilità di risorse finanziarie in grado di supportare un monitoraggio capillare e di integrare il reddito degli agrumicoltori, nonché nella capacità di contenere le infestazioni afidiche.

Strategie di contenimento a lungo termine devono essere, pertanto, pianificate al fine di poter far fronte a situazioni, alcune già attuali, in cui l'eradicazione non è più una via perseguibile.

La sperimentazione di portinnesti tolleranti alternativi, adatti alle diverse condizioni pedoclimatiche delle aree agrumicole del nostro Paese, rappresenta sicuramente una via da intraprendere tenendo anche conto della loro suscettibilità ad altri patogeni (Catara e Tessitori, 2006).

L'impiego di ceppi blandi ai fini della cross-protection è un'ulteriore possibilità di contenimento, applicata finora con discreto successo nel caso di *tristeza-stem pitting*, che 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 dei geni di *Poncirus trifoliata* (immune a CTV) coinvolti in ospiti sperimentali e varietà coltivate del genere *Citrus* è stato ottenuto con successo mediante metodi convenzionali e non convenzionali. Questo approccio ha i suoi limiti sia per quanto riguarda l'utilizzo di materiale geneticamente modificato, sia perché il vasto panorama varietale che caratterizza l'agrumicoltura, renderebbe necessario intervenire su un ampio numero di cultivar e/o cloni.

La lotta diretta contro *T. citricidus* – al di là di teorici ma improbabili successi di eradicazione, ove si dovesse diffondere da noi – può essere ovviamente posta in essere attraverso le varie metodologie di solito utilizzate contro gli altri afidi agrumicoli e delle quali vari ricercatori hanno puntualmente richiamato le principali linee operative, focalizzandone specifiche azioni di ordine colturale, di lotta biologica, nonché di lotta chimica guidata e integrata (Rocha-Peña et al., 1995; Halbert e Brown, 1996).

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le infezioni causate da CTV, come accennato nell'introduzione, hanno determinato, dall'inizio del secolo scorso, gravi ripercussioni sull'agrumicoltura di molti Paesi. Nonostante i tanti sforzi messi in atto e i progressi dal punto di vista scientifico che hanno permesso di chiarire i meccanismi di diffusione, definire la potenziale virulenza e migliorare le tecniche diagnostiche, il virus rappresenta ancora oggi una minaccia, soprattutto per le aree ove l'arancio amaro è utilizzato come portainnesto prevalente. Programmi di certificazione fitosanitaria dei materiali di propagazione, e il monitoraggio delle aree indenni, sono in corso in diversi Paesi, ma l'intensificarsi degli scambi commerciali mina costantemente lo stato sanitario della coltura.

L'impiego di materiali di propagazione esenti da CTV, attraverso specifici programmi di certificazione, abbinato alla sostituzione dell'arancio amaro con portainnesti tolleranti ha rappresentato la via più efficace di contenimento degli effetti della malattia. Ciò va tuttavia integrato da un sistema efficace di monitoraggio e intercettazione dei ceppi severi, che potrebbero pregiudicare l'asintomaticità e l'equilibrio del binomio ceppo blando/portainnesto tollerante.

Sarà in ogni caso necessario valutare criticamente gli effetti bioagronomici e fitopatologici che una riconversione indiscriminata potrebbe comportare, se non accompagnata da misure fitosanitarie restrittive, rivolte a limitare la diffusione di materiale di propagazione infetto e l'introduzione di altri patogeni di rilevante importanza economica. Sono noti, infatti, gli effetti devastanti che diverse specie di *Candidatus Liberibacter*, responsabili del "greening", stanno provocando in Florida e Brasile. Non sono, peraltro, da sottovalutare i rischi connessi ad altri patogeni virali, ancora non presenti nell'area del Mediterraneo, quale il *Citrus tatter leaf virus*, o recentemente accertati su combinazioni d'innesto di minore interesse commerciale, quale il virus responsabile del "citrus leaf blotch". Infine, una riflessione attenta va fatta sulla suscettibilità di alcuni portainnesti a miceti tel-

lurici, quale *Fusarium* spp., i cui effetti negativi su citrange e altri ibridi di arancio trifogliato sono sotto gli occhi di tutti (Catara e Polizzi, 1999). Sarà, pertanto, opportuno monitorare l'evoluzione del quadro fitosanitario globale dell'agrumicoltura nell'area del Mediterraneo, al fine di essere attrezzati a fronteggiare eventuali nuove emergenze fitosanitarie (Catara et al., 2007).

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Prof. V. Savino, il Prof. G.P. Martelli, il Prof. R.K. Yokomi, la Dott.ssa S.E. Halbert, la Prof.ssa M.A. Hoy e il Dott. F.A. Ilharco per i suggerimenti e i contributi forniti.

#### BIBLIOGRAFIA

- BARBAGALLO S., COCUZZA G., CRAVEDI P., KOMAZAKI S. (2007): *IPM Case Studies: Tropical and subtropical fruit tree*, in: Aphids as crop pests, van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), CAB Int., Wallingford-UK, Cap. 30, pp. 663-676.
- 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, pp. 329-335.
- BARBAROSSA L., SAVINO V. (2006b): *Comparative sequence analysis of coat protein gene of Apulian Citrus tristeza virus isolates*, XIII Congresso Nazionale S.I.Pa.V., Foggia, 12-15 settembre 2006.
- BAR-JOSEPH M., LOEBENSTEIN G. (1973): *Effects of strain, source-plant, and temperature on the transmissibility of citrus tristeza virus by the melon aphid*, «Phytopathology», 63, pp. 716-720.
- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F. (2000): *Aphids on the world's crop. An identification and information guide*, 2nd ed. Wiley, Chichester-UK, 466 pp.
- CAB INTERNATIONAL (1998): *Distribution maps of plant pests: Toxoptera citricidus (Kirkaldy)*, Map No. 132, 5 pp.
- 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 Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 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, pp. 7-8.
- CATARA A., DAVINO M.. (2006): *Il virus della tristezza degli agrumi in Sicilia*, Rivista di Frutticoltura e di Ortoflorocoltura, 68 (1), pp. 18-23
- CATARA A., POLIZZI G. (1999): *Il “marciume secco delle radici” degli agrumi: sintomi, cause e suscettibilità dei portinnesti*, Frutticoltura, 61 (1), pp. 38-41.
- CATARA A., TESSITORI M., (2006): *Problematiche fitosanitarie dell'agrumicoltura italiana dopo la diffusione del virus della “tristezza”*, «Italus Hortus», 13 (1), pp. 49-60.

- CATARA A., RIZZA S., TESSITORI M. (2007): *New scenarios for the Mediterranean citriculture as a result of citrus tristeza virus diffusion ?*, IOBC IPM WG Meeting, Catania 5-7 novembre 2007.
- 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 Conference, 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.
- COSTA A.S., GRANT T.J. (1951): *Studies on transmission of the tristeza virus by the vector, Aphis citricidus*, «Phytopathology», 41, pp. 105-113.
- DAVINO M., AREDDIA R., POLIZZI G., PATTI I. (1989): *Aphid transmissibility of some isolates of citrus tristeza virus (CTV) under restrict environment in Sicily*. Proc. "Euraphid" network: Trapping and aphid prognosis. CEC, Joint Res. Centre, Ispra (Italy), pp. 237-244.
- 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. Journal of Plant Pathol.», 111, pp. 289-293.
- DICKSON R.C., FLOCK R.A., JOHNSON M. McD. (1951): *Insect transmission of Citrus quick-decline virus*, «J. Econ. Entomol.», 44, pp. 172-176.
- 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.
- FEBRES V.J. (1995): *Molecular characterization of citrus tristeza virus genes and their use in plant transformation*, Ph. D. Thesis. University of Florida, Gainesville, FL, 1995.
- GAGO-ZACHERT S., COSTA N., SEMORILE L., GRAU O. (1999): *Sequence variability in p27 gene of citrus tristeza virus (CTV) revealed by SSCP analysis*. «ECE Electronic J. Biotechnol.», 2, 1: <http://ejb.ucv.cl/content/vol27issue1>.
- 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 Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 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, pp. 305-317.
- 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 IOCV Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 88-93.
- 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 Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 120-129.
- HALBERT S.E., BROWN L. (1996): *Toxoptera citricida (Kirkaldy), Brown citrus aphid-identification, biology and management strategies*, FL Dept. Agric. & Consumer Serv., Entomology Circ. N. 374, 6 pp.
- HALBERT S.E., GENC H., CEVIK B., BROWN L.G., ROSALES I. M., MANJUNATH K.L., POMERINCKE M., DAVISON D.A., LEE R.F., NIBLETT C. (2004): *Distribution and cha-*

- racterization of *Citrus tristeza virus* in South Florida following establishment of *Toxoptera citricida*, «Plant Disease», 88, pp. 935-941.
- 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 Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 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, pp. 909-917.
- HUANG Z., RUNDELL A.P., GUAN X., POWELL A.C. (2004): *Detection and isolate differentiation of Citrus tristeza virus in infected field trees based on reverse transcription-polymerase chain reaction*, «Plant Disease», 88, pp. 625-629.
- HUNG T.H., WU M.L., SU H.J. (2000): *A rapid method based on the one-step reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) technique for detection of different strains of Citrus tristeza virus*, «J. Phytopathol.», 148, 469-475.
- ILHARCO F.A., SOUSA-SILVA C.A., ALVAREZ A. (2005): *First report on Toxoptera citricidus (Kirkaldy) in Spain and continental Portugal*, «Agronomia Lusit.», 51(1), pp. 19-21.
- KATIS N.I., TSITSIPIS J.A., STEVENS M., POWELL G. (2007): *Transmission of plant virus*, in *Aphids as crop pests*, van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), CAB Int., Wallingford-UK, Cap. 14, pp. 353-390.
- LEE L., HUNTER W., DAWSON W.O., HILF M. E. (2005): *Variability in transmission of Citrus tristeza virus isolates from Florida by Toxoptera citricida*, Am. Phytopath. Soc., Ju. 30-Aug. 3, 2005, Austin, Tx. Paper no. P-494.
- 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.
- MATHEWS D.M., RILEY K., DODDS J.A. (1997): *Comparison of detection methods for citrus tristeza virus in field trees during months of non optimal titer*, «Plant Disease», 81, pp. 525-529.
- MENEGHINI M. (1948): *Experiências de transmissão da doença "tristeza" dos citrus pelo pulgão preto da laranja*, «Biologico»14, pp. 115-118.
- NORMAN P.A., GRANT T.J. (1957): *Transmission of tristeza virus by aphids in Florida*, «Proc. Fla. Hort. Soc.», 69, pp. 38-42.
- PERMAR T.A., GARNSEY S.M., GUMPF D.J., LEE R.L. (1990): *A monoclonal antibody that discriminate strains of citrus tristeza virus*, «Phytopathology» 80, pp. 224-228.
- RACCAH B., LOEBENSTEIN G., BAR-JOSEPH M.. (1976): *Transmission of citrus tristeza virus by the melon aphid*, «Phytopathology», 66, pp. 1102-1104.
- RACCAH B., ROISTACHER C.N., BARBAGALLO S. (1989): *Semipersistent transmission of viruses by vectors with special emphasis on citrus tristeza virus*, in: *Advances in Disease Vector Research*, 6, Springer-Verlag, New York, pp. 301-340.
- 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-PEÑA 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, pp. 437-445.

- ROISTACHER C. N. (1982): *A blueprint for disaster-seedling yellows tristeza in California*, «Citograph», 67, pp. 48-53.
- ROISTACHER C.N., MORENO P. (1991): *The worldwide threat from destructive isolates of citrus tristeza virus: A review*, in: Proc. 11th IOCV Conference, IOCV, Riverside, CA.
- 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 Disease», doi:10.1094/PDIS-91-9-1089.
- ROY A., FAYAD A., BARTHE G., BRLANSKY R.H. (2005): *A multiplex polymerase chain reaction method for reliable, sensitive and simultaneous detection of multiple viruses in citrus trees*, «J. Virol. Methods», 129, pp. 47-55.
- RUBIO L., AYLON M.A., GUERRI J., PAPPU H.R., NIBLETT C.L. (1996): *Differentiation of citrus tristeza virus (CTV) isolates by single-strand conformation polymorphism analysis of the coat protein gene*, «Ann. App. Biol.» 129, pp. 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 Conference, IOCV, Riverside, CA, pp. 12-17.
- RUBIO L., AYLON 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, pp. 8054-8062.
- RUIZ-RUIZ S., MORENO P., GUERRI J., AMBROS S. (2007): *A real-time RT-PCR assay for detection and absolute quantification of Citrus tristeza virus in different plant tissues*, «J. Virol. Methods »(2007), doi: 10.1016/j.jviromet.2007.05.011.
- 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.
- SIEBURTH P.J., NOLAN K.G., HILF M.E., LEE R.F., MORENO P., GARNSEY S.M. (2005): *Discrimination of stem-pitting from other isolates of Citrus tristeza virus*, in Proc. 16th IOCV Conference, IOCV, Riverside, CA, 1-10.
- STROYAN H. L. G. (1961): *Identification of aphids living on Citrus*, «FAO Plant Protection Bull.», 9, pp. 45-65.
- VARMA P.M., RAO D.G., CAPOOR S.P. (1965): *Transmission of tristeza virus by Aphis cracivora (Koch) and Dactynotus jaceae (L.)*, «Indian J. Ent.», 27, pp. 67-71.
- YOKOMI R.K., LASTRA R., STOETZEL M.B., DAMSTEEGT V.D., LEE R.F., GARNSEY S.M., GOTTWALD R.T., ROCHA-PEÑA M.A., NIBLETT C.L. (1994): *Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Central America and the Caribbean Basin and transmission of citrus tristeza virus*, «J. Econ. Entomol.», 87, pp. 1078-1085.
- YOKOMI R.K., JOOST P., BACKUS E. (2005): *Preliminary evaluation of two biotypes of Aphis gossypii on the transmission of citrus tristeza virus*, Proc. 16th IOCV Conference, IOCV, Riverside, CA, p. 496.
- YOKOMI R.K., POLEK M., GRAFTON-CARDWELL E.E., O'CONNELL N. (2007): *Rapid assessment of the citrus tristeza isolates detected at the Lincove Research and Extension Center, Exter, CA, in spring 2007*. Abstract, 17th IOCV Conference, Adana, Turkey, 21-26 Oct. 2007.

## Considerazioni conclusive

Alla luce di quanto emerso attraverso il lavoro realizzato dai Georgofili con la collaborazione di autorevoli studiosi e approfondito in un ampio dibattito pubblico, sono state evidenziate le seguenti Considerazioni conclusive:

Malgrado l'adozione del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214 che, abrogando quasi tutta la preesistente normativa, ha apportato importanti miglioramenti alla capacità normativa del Servizio fitosanitario nazionale, l'applicazione delle misure di lotta obbligatoria necessarie a eradicare o contenere gli organismi nocivi di nuova introduzione, rimangono ancora complicate ed incerte. Per il superamento delle attuali difficoltà è necessario che agli interventi venga fornita una base giuridica in grado di permettere l'indispensabile rapidità della loro esecuzione.

Inoltre, dovranno essere attuate iniziative tendenti a:

- aumentare le risorse umane e tecniche di molte strutture del Servizio, ora con gravi carenze di organico causate dalla riduzione della spesa pubblica che colpisce in modo indiscriminato sia punti di spreco che strutture strategiche;
- eliminare la disomogeneità sul territorio nazionale delle strutture medesime e delle risorse ad esse assegnate, tenuto presente che a fianco di servizi bene strutturati ve ne sono altri praticamente inesistenti per la scarsa o nulla sensibilità dei relativi Assessorati regionali all'agricoltura;
- attivare un sistema informativo al quale possano avere accesso anche gli operatori privati;
- perseguire uno standard di lavoro omogeneo ed efficace in tutto il territorio nazionale;

- migliorare e potenziare, dove necessario, la dotazione strutturale dei punti di entrata sia portuali che aerei;
- migliorare il livello di coordinamento tra il Servizio fitosanitario centrale e i vari Servizi fitosanitari regionali che dovrebbe trarre sicuro vantaggio dall'attività del Comitato fitosanitario nazionale istituito dal decreto legislativo 214/05.

Per essere in grado di assolvere con pieno successo i compiti istituzionali, il Servizio fitosanitario nazionale dovrà anche valorizzare la funzione degli Ispettori fitosanitari, ai quali garantire periodici cicli obbligatori nazionali di aggiornamento e, ove necessario, di specializzazione, e dovrà avvalersi dell'opera di strutture di ricerca alle quali chiedere sia lo studio della biologia del nuovo organismo, sia la preparazione e la messa a punto di metodi e protocolli diagnostici sicuri e di rapida esecuzione, indispensabili per il monitoraggio degli organismi nocivi sul territorio e nei siti di entrata.





Finito di stampare in Firenze  
presso la tipografia editrice Polistampa  
nel settembre 2008

