





# I GEORGOFILI

Quaderni  
2009-V



RICADUTE SOCIO-ECONOMICHE  
DELLE AVVERSITÀ DELLE PIANTE

Firenze, 26 novembre 2009



EDIZIONI POLISTAMPA

*Con il contributo di*



ENTE CASSA DI RISPARMIO DI FIRENZE

Copyright © 2010  
Accademia dei Georgofili  
Firenze  
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»  
Anno 2009 - Serie VIII - Vol. 6 (185° dall'inizio)

Direttore responsabile: Paolo Nanni

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 978-88-596-0817-2

Servizi redazionali, grafica e impaginazione  
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

## INDICE

ALBERTO MATTA, ALBERTO ALMA <i>Catastrofiche pandemie di parassiti delle piante</i>	7
MAURIZIO VURRO, BARBARA BONCIANI, GIOVANNI VANNACCI <i>Avversità fitopatologiche emergenti</i>	29
MASSIMO CRISTOFARO, SILVIA ARNONE, MAURIZIO CALVITTI, ALESSIO DE BIASE, VINCENZO DI ILIO <i>Avversità entomologiche emergenti nei Paesi in via di sviluppo</i>	69
ALESSANDRO BOZZINI <i>Ruolo della collaborazione internazionale nella gestione di gravi avversità delle piante</i>	99



## Catastrofiche pandemie di parassiti delle piante

In natura le piante e i loro parassiti – qui intesi nella complessa varietà di batteri, funghi, artropodi fitofagi, ecc. – si sono coevoluti producendo ecosistemi stabili. Attraverso l'acquisizione di un ricco arsenale di fattori difensivi, morfologici o chimici, le piante hanno sviluppato livelli di resistenza compatibili con la loro sopravvivenza cui le popolazioni dei parassiti si sono adattate dando luogo a endemismi duraturi. Divenuto agricoltore stanziale, l'uomo, con l'introduzione e l'espansione a vasti territori della monocoltura, ha introdotto un primo elemento di rottura degli endemismi medesimi favorendo la crescita epidemica delle popolazioni dei parassiti.

I tempi non geologici dell'agricoltura non sempre consentono il ripristino, quando epidemie si verificano, di equilibrati sistemi di convivenza pianta-parassita attraverso processi naturali. Tuttavia, con interventi tecnologici progressivamente più complessi sulle pratiche agronomiche e gli ambienti agrari, con l'introduzione di piante e varietà più idonee e, infine, attraverso l'adozione di specifiche misure di lotta, il rischio di scoppi epidemici dall'esito catastrofico è stato molto ridotto. Si è accettata la presenza dei parassiti contenendone gli effetti entro limiti economicamente sostenibili<sup>1</sup>. Se è dunque vero che l'agricoltura determina e favorisce il dilagare dei nemici delle piante (Termohlen, 1967; Matta, 1988-89), è anche paradossalmente vero che le misure

\* *Già Professore di Patologia vegetale, Università degli Studi di Torino*

\*\* *DIVAPRA – Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente "C. Vidano", Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Torino*

<sup>1</sup> La presenza in forma endemica ma con inevitabili oscillazioni entro ampi limiti spazio-temporali è pur sempre causa di perdite molto elevate, valutabili intorno al 15,6% della produzione nel caso dei fitofagi e al 13,3% nel caso dei patogeni (Oerke et al., 1994). A queste si aggiungono i fallimenti per avversità climatiche di intere stagioni agricole con le conseguenti ripetute carestie che hanno segnato e continuano a segnare la storia dell'umanità.

agronomiche e fitoiatriche hanno avuto e continuano ad avere il merito di ricondurli e mantenerli ai livelli endemici tipici degli ecosistemi agrari stabili. Purtroppo la stabilità di questi, faticosamente e ingegnosamente ottenuta, è spesso interrotta dalla comparsa improvvisa di parassiti nuovi o da modificazioni dell'ambiente e delle tecnologie.

L'esistenza nell'antichità di riti religiosi e magici per la protezione delle piante, l'identificazione delle avversità dei campi col braccio armato della o delle divinità quale risulta in vari libri sacri e le più circostanziate descrizioni lasciate dagli Autori georgici greci e latini ci dicono che epidemie di parassiti delle piante furono connaturate all'agricoltura e causarono carestie sin dai primordi della civiltà. Non conosciamo la frequenza con cui le epidemie si verificavano né, salvo eccezioni, ne conosciamo le cause ma è ragionevole ritenere che, considerata la lenta dinamica a quei tempi dei cambiamenti tecnologici e sociali, esse fossero principalmente dipendenti dal clima e limitate nel tempo e nello spazio.

Con poche, rilevanti eccezioni (vedasi ad es. più sotto locuste e segale cornuta) le più famose e catastrofiche tra le epidemie comparvero nel diciannovesimo secolo dopo che la riduzione dei tempi di navigazione, l'aumento degli scambi commerciali tra nazioni e continenti e la complessiva intensificazione dell'agricoltura avevano favorito l'introduzione di nuove piante e di nuovi parassiti e una più frequente rottura degli equilibri agro-ambientali. Spesso dilatate a pandemie su interi continenti o nazioni provocarono carestie e malattie, disastri socio-economici e crisi tecniche di interi comparti agricoli e costituiscono tuttora casi esemplari per le indicazioni scientifiche che se ne possono trarre in generale e per le misure preventive che possono suggerire a beneficio delle agricolture tecnologicamente più fragili dei Paesi in via di sviluppo.

#### LE CAVALLETTE BIBLICHE

Le invasioni delle cavallette (locuste) in Africa e in Asia sono ben note fin dall'antichità. Le periodiche pullulazioni, catastrofiche per l'agricoltura e la zootecnia e, in alcuni casi, persino per i pascoli della fauna selvatica che deve fuggirne, costituiscono dei gravi flagelli economici e furono biblicamente considerati (Autori vari, 1954). Una chiara e precisa descrizione si può leggere nel Libro dell'Esodo dove si racconta l'uscita degli Ebrei dall'Egitto sotto la guida di Mosè. Delle dieci "piaghe" inviate contro il popolo egiziano, ben tre

hanno come soggetto gli insetti. L'ottava ha come tema l'invasione di cavallette che seguono la grandine e viene, in sintesi, così raccontata:

Mosè e Aronne entrarono dal faraone e gli dissero: dice il Signore, il Dio degli Ebrei: fino a quando rifiuterai di piegarti davanti a me? Lascia partire il mio popolo, perché mi possa servire. Se tu rifiuti di lasciar partire il mio popolo, ecco io manderò da domani le cavallette sul tuo territorio. Esse copriranno il paese, così da non potersi più vedere il suolo: divoreranno ciò che è rimasto, che vi è stato lasciato dalla grandine, e divoreranno ogni albero che germoglia nella vostra campagna. Riempiranno le tue case, le case di tutti i tuoi ministri e le case di tutti gli egiziani, cosa che non videro i tuoi padri, né i padri dei tuoi padri, da quando furono su questo suolo fino ad oggi!

Tra le numerose specie conosciute di cavallette che manifestano la fase gregaria troviamo *Dociostaurus maroccanus* a distribuzione circummediterranea e diffusa nell'Italia centro-meridionale e nelle isole. La specie nella prima metà del secolo scorso diede vita a grandi infestazioni con ripercussioni sulle colture agrarie in Puglia e Campania negli anni '20 e '30 e in Sardegna fino al 1946, anno nel quale fu invasa gran parte dell'isola. Venne calcolato che nella grande infestazione sarda non meno di 18.000 individui siano fuoriusciti da ogni m<sup>2</sup> di alcune decine di migliaia di ettari di terreno infestato dalle ooteche della cavalletta (Venturi e Ruffo, 1953). In seguito, probabilmente a causa delle modificate utilizzazioni dei terreni agricoli e delle tecniche agronomiche-fitosanitarie non sono state segnalate altre pullulazioni degne di nota.

#### LE EPIDEMIE "SECONDARIE" DI ERGOTISMO DA *CLAVICEPS*

Le epidemie di ergotismo, malattia dell'uomo e degli animali, sarebbero fuori posto in questo contesto se non fossero provocate da epidemie primarie di un fungo parassita. D'altra parte l'antichità e l'abbondanza delle cronache che le riguardano, la sua passata frequenza e la drammaticità dei loro effetti sulle popolazioni ne fanno uno degli esempi più famosi dei disastri sanitari causati sull'uomo da parassiti delle piante.

Il termine ergotismo che deriva dal francese "ergot" (sperone), indica le strutture di resistenza (sclerozi) di *Claviceps purpurea*, un fungo parassita principalmente della segale ma anche di grano e di altre graminacee spontanee e foraggiere. Gli sclerozi, dalla cui forma a cornetto deriva l'antico nome *Secale cornutum*, volgarizzato in "segale cornuta", della malattia, contengono, in quantità e proporzione variabili con le condizioni ambientali, svariati alcaloidi tossici (ergostamina, ergotina, ergocristina, ecc.) che con la macinazione

venivano dispersi nelle farine. Contaminazione delle farine e quindi frequenza dei casi di ergotismo si ridussero e infine annullarono con il graduale abbandono di diete a base di segale e, soprattutto, con l'introduzione della trebbiatura meccanica o, più semplicemente, di vagli capaci di separare gli sclerozi dalle cariossidi (Matta, 1996). Il fatto che per secoli gli uomini, con rare trascurate eccezioni, non sapessero riconoscere il rapporto di causa-effetto tra elevate quantità di sclerozi del fungo e malattia oggi stupisce ed è motivo di riflessione ma è significativo delle difficoltà con cui le conoscenze basate sull'esperienza riescono ad avere la meglio su pregiudizi e superstizioni.

L'ergotismo presentava due sindromi principali, la convulsiva (attribuita a possessioni demoniache) e la cancrenosa (attribuita a punizione divina), coesistenti o separate, con prevalenza della prima nei Paesi freddi e della seconda in quelli caldi. Complessivamente si riscontravano nelle due forme sintomi di allucinazione, tremore, convulsione, e sensazione di scottature epidermiche, aborti per stimolazione della muscolatura liscia e cancrene per effetto di vasocostrizione periferica. Un quadro patologico impressionante, dai contorni misteriosi che suggeriva l'intervento di cause magiche e diaboliche; ed è possibile che molte delle follie e possessioni collettive segnalate dai cronisti medievali e delle cacce alle streghe anche in secoli successivi fossero in realtà casi di intossicazione da *Claviceps* (Russo, 2005).

Le epidemie di ergotismo funestarono soprattutto l'alto Medioevo, con particolare frequenza il secolo XI, ma numerose volte si susseguirono, sia pure più sporadicamente, oltre che in Francia, Paese particolarmente colpito, in tutti i Paesi nordeuropei a forte consumo di segale, specialmente la Russia. Casi isolati di gravi epidemie si sono ancora avuti nel XX secolo. L'ultimo, in Francia, risale al 1951.

Tra le conseguenze sociali delle epidemie di ergotismo va ricordata l'istituzione da parte di un gruppo di nobili del Delfinato, nel 1095, nei dintorni dell'attuale Saint-Antoine-l'Abbaye di Vienne in Provenza ove erano state trasportate le supposte spoglie del santo, di una confraternita laica a finalità ospedaliera, dedicata principalmente alla cura del "fuoco di S. Antonio", come in seguito chiamata la malattia. La confraternita, approvata da Urbano II, papa della prima crociata, fu in seguito promossa a "Ordine ospedaliero dei canonici regolari di S. Agostino di S. Antonio abate di Vienne" ordine che fondò in Europa numerose abbazie (Wikipedia, 2008) tra le quali, nel 1156, quella di S. Antonio di Ranverso sulla via Francigena tra Torino e le Alpi.

Dopo la definitiva dimostrazione nel 1777 da parte dell'abate Tessier dell'origine fungina dell'ergotismo, gli sclerozi di *Claviceps* furono studiati in

medicina e addirittura coltivati a scopo farmacologico. Per contro l'eventualità di altre tossicosi dovute allo sviluppo di micromiceti negli alimenti fu in un primo tempo trascurata o suscitò scarsa attenzione. Un cambiamento si verificò nella seconda parte del XX secolo, dopo che, nel 1960, in un allevamento inglese morirono 100.000 tacchini in seguito a ingestione di farine di arachidi contaminate da *Aspergillus flavus* (Matta, 1996). Il valore storico di questa epidemia non sta ovviamente nella gravità dell'evento in sé, bensì nell'aver essa segnato la scoperta di quattro metabolici tossici (le aflatossine) di un fungo presente in molte derrate vegetali, responsabili di gravissime malattie nell'uomo e negli animali e quindi nell'aver stimolato l'attenzione dei ricercatori sulle micotossine in generale e sui problemi igienico-sanitari che determinano specialmente nei Paesi tecnologicamente arretrati dove la conservazione delle derrate avviene in condizioni estremamente precarie.

#### LA GRANDE CARESTIA IRLANDESE

*Phytophthora infestans*, l'oomicete agente della peronospora della patata, causa primaria della grande carestia irlandese del secolo XIX, arrivò in Europa nel 1845, senza un nome e alcuna caratterizzazione biologica ed epidemiologica. I suoi disastrosi attacchi, osservati per la prima volta in Belgio nello stesso anno, si diffusero rapidamente in tutto il Nord Europa, Irlanda compresa. La malattia era già stata osservata due anni prima in America nei pressi di Philadelphia e quindi nelle province marittime del New England e del Canada e nel Midwest. È quindi probabile che il patogeno, più che direttamente dai centri di origine della patata in Messico, fosse sbarcato in Europa dalle regioni nordamericane con le quali gli scambi commerciali erano sicuramente più intensi (Fry et al., 1993).

Favorita da una successione di annate molto umide, la pandemia di peronospora della patata provocò ovunque ingenti perdite di produzione ma le conseguenze per le popolazioni nel periodo compreso tra il 1845 e il 1852 risultarono catastrofiche soprattutto in Irlanda per il concorso di fattori sociali, economici e politici negativi dipendenti dal dominio coloniale inglese che condizionarono a lungo (e continuano a condizionare) i rapporti tra i due Paesi. Le popolazioni povere dell'Irlanda che da un centinaio d'anni subiva intermittenti periodi di carestia, già sopravvivevano in condizioni estremamente critiche, invano denunciate da numerose commissioni istituite al riguardo nei primi 40 anni del secolo. Le condizioni sociali nell'Irlanda di quel periodo

sono state oggetto di numerosi studi e raccapriccianti descrizioni sui quali non è qui il caso di soffermarsi. Basti per i nostri scopi ricordare che la terra coltivabile apparteneva nella sua quasi totalità a una classe di aristocratici inglesi (definiti “absentees”), per lo più presenti nel Paese solo attraverso il braccio dei sovrintendenti locali, che l’aveva in parte destinata a pascolo per far fronte alle richieste di carne della madre patria e in parte suddivisa in piccoli poderi da cui ricavare affitti. Col tempo, per soddisfare il rapido aumento della popolazione, i poderi erano diventati così piccoli da bastare per la sopravvivenza delle famiglie solo con la coltivazione della patata. Sicché la patata aveva sostituito in questi poderi i cereali e le foraggiere ed era diventata l’alimento base di una popolazione che, diremmo ora, viveva stabilmente sotto la soglia della povertà. La monocoltura a patata si era estesa nonostante fosse fallita più volte per cause ambientali nei cento anni precedenti provocando numerose carestie in una delle quali (1740-41) morì il 10% della popolazione. Le dimensioni ancor maggiori della tragedia del 1845-50 ebbero dunque come concausa primaria la dipendenza senza scampo dalla patata.

Il numero di vittime della grande epidemia di peronospora è rimasto imprecisato anche perché essa provocò il primo imponente fenomeno migratorio della storia moderna e, come ricorda il Klinkovski (1970), molte persone morirono solo dopo aver abbandonato l’Irlanda. Si ritiene che la cifra complessiva di un quarto della popolazione di 8 milioni non sia comunque lontana dalla realtà. Le responsabilità del governo inglese nell’esacerbare le sofferenze della popolazione furono enormi. Le richieste di aiuto avanzate dagli irlandesi in forma di finanziamenti di opere pubbliche, chiusura delle esportazioni alimentari dall’isola, apertura delle importazioni e riduzioni delle tariffe doganali non furono accolte o lo furono in modo e misura inadeguati. Alcune delle misure proposte dalla parte più illuminata dei politici cozzarono contro la volontà di un Parlamento dominato da un liberismo di stampo conservatore che arrivò a ottenere la destituzione del primo ministro Peel per il suo tentativo, sia pure confuso e inadeguato, di abrogare le tariffe doganali sui cereali.

#### LA DORIFORA DELLA PATATA

*Leptinotarsa decemlineata* è tra gli artropodi che attaccano la patata la più nota e dannosa, senza comunque raggiungere la pericolosità e i livelli distruttivi della peronospora che infesta la stessa pianta ospite. La specie è originaria delle regioni montane meridionali dell’America del Nord, dei pendii orientali

delle Montagne Rocciose e dei pianori desertici del Texas, del Colorado e del Messico centrale. In questi diversi ambienti fino alla metà del secolo XIX viveva a spese di alcune solancee xerofile, spinose e dure. La rapida colonizzazione e lo sviluppo dell'agricoltura in quelle terre, risalendo la valle del Mississippi, diffuse verso il Nord queste piante caratterizzate da semi spinosi che si attaccano al pelame degli animali domestici e ai vestiti, favorendo in questo modo la diffusione dell'insetto che via via passò sulle solanacee coltivate più appetite per i tessuti più teneri e ricchi. L'infestazione di uno Stato dopo l'altro, alla velocità media di 180 km l'anno, si manifestò come un fenomeno inarrestabile. Nel 1874 i campi coltivati delle coste atlantiche del continente americano furono raggiunti e distrutti dalla dorifora. Il livello d'infestazione era talmente elevato che i voli degli adulti infastidivano la popolazione e colonizzavano, senza alcuna forma di controllo, le navi dirette verso l'Europa.

In Europa la preoccupazione era talmente elevata che rigorosissime misure legislative di sicurezza furono prese in modo tempestivo; in Italia già nel 1875 il Governo per mezzo del ministro dell'Agricoltura emanò un'apposita legge. Negli anni successivi tutti i focolai d'infestazione tempestivamente rilevati vennero di volta in volta sradicati con drastiche misure. Dopo quasi mezzo secolo di successi difensivi, nel corso della prima guerra mondiale la dorifora riuscì a insediarsi in Francia nei pressi di Bordeaux dove fu segnalata nel 1922 già largamente acclimatata, e da lì si diffuse in tutta l'Europa. L'insetto giunse al seguito del corpo di spedizione dell'esercito nordamericano, secondo alcuni addirittura dolosamente; il caso recentemente ripreso è ricordato come uno dei primi esempi di "terrorismo biologico" considerando l'importanza della patata nell'alimentazione umana dell'epoca. In Italia la dorifora giunse al seguito delle truppe germaniche nel 1943-44 in Piemonte, nei dintorni di Torino (Autori vari, 1957).

Pur senza causare vittime come l'epidemia della peronospora la diffusione della *L. decemlineata* prima in America e poi in Europa ha causato ingenti danni economici alla coltivazione della patata che da allora ha dovuto essere difesa, in assenza di validi nemici naturali, con interventi insetticidi non sempre esenti da ricadute negative sull'ambiente.

LE PANDEMIE CHE COLPIRONO LA VITICOLTURA DEL XIX SECOLO: OIDIO, FILLOSSERA E PERONOSPORA

Gli stessi anni della grande epidemia di peronospora della patata videro l'introduzione in Europa dell'oidio della vite e l'inizio di un periodo di crescenti

spostamenti continentali di organismi patogeni e fitofagi. Ciò non è attribuibile al semplice caso ma alle mutate condizioni quali-quantitative degli scambi commerciali; in particolare, secondo apparentemente ragionevoli dicerie, ai ridotti tempi delle traversate oceaniche in seguito all'avvento della navigazione a vapore che poté aver facilitato la sopravvivenza dei parassiti.

L'oidio o mal bianco fu la prima delle avversità biotiche della vite che senza essere causa di tragedie umanitarie paragonabili alla grande carestia irlandese, produssero sconvolgimenti economici e segnarono profondamente e irreversibilmente la tecnica viticola europea. Fu riscontrato per la prima volta nel 1845 da Edward Tucker, giardiniere, su viti introdotte dall'America nelle serre di un ricco proprietario a Margate, lungo la riva meridionale dell'estuario del Tamigi. Questi ne mandò un esemplare al botanico M.J. Berkeley che individuò l'agente come una muffa da lui stesso chiamata *Oidium tuckeri*. Fu poi segnalato in Belgio, ancora in serra, e successivamente nei vigneti francesi (1848), in Italia (1849) e via via in tutto l'areale della vite ove causò ben presto danni molto ingenti (Unwin, 2002). La produzione di vino scese in Francia da 54 milioni di ettolitri nel 1847 a 11 milioni nel 1854. Poiché l'ignoranza dell'origine e della contagiosità delle malattie delle piante e dei relativi metodi di lotta era ancora pressoché totale, la pandemia causò allarme e sconcerto. Va ricordato che lo stesso Berkeley che pur aveva riconosciuto come muffe i microrganismi associati alla peronospora della patata e allo stesso mal bianco della vite, ne sosteneva la generazione spontanea. Per il mal bianco furono elaborate le spiegazioni più fantasiose, in particolare che fosse causato dalle diavolerie del progresso: l'illuminazione a gas, i fumi delle industrie o il rapido estendersi della rete ferroviaria (purtroppo talvolta citato ancor oggi come possibile concausa della rapida diffusione della malattia). Fortunatamente il solfo che già era stato provato con successo contro il mal bianco del pesco e della stessa vite in America si confermò rimedio eccellente anche in Europa (Matta, 2003). La viticoltura europea era salva! Tuttavia la ricerca di mezzi di lotta diversi dal solfo che molti vignaioli consideravano incompatibile con la vinificazione, con l'introduzione di viti americane resistenti all'oidio aprì la strada ad altre epidemie su vite dagli effetti ancor più sconvolgenti.

L'introduzione della fillossera (*Viteus vitifoliae*) in Europa si ritiene sia strettamente collegata all'importazione di porzioni vegetali e addirittura barbatelle di vite dall'America senza alcuna misura di quarantena. Ancora una volta in Gran Bretagna, dove era già stato segnalato l'oidio, vennero rilevate nel 1863 in una serra presso Londra galle su foglie e nodosità su radici di uve da tavola, alterazioni successivamente trovate in altre località inglesi e irlandesi. La scarsa

importanza della viticoltura inglese, però, fece sì che la relazione di Westwood sul nuovo afide galligeno a Oxford non avesse la risonanza delle notizie su di una nuova “malattia” proveniente da Bordeaux e dal sud della Francia dove l’impatto fu subito devastante. Dopo alcuni anni dal primo rilevamento, nei dipartimenti francesi invasi dalla fillossera, su 30.000 ettari coltivati a vite 10.000 erano già perduti a causa del mancato funzionamento dell’apparato radicale per le neoplasie indotte dall’attività trofica dell’afide.

Nonostante le più svariate strategie di difesa messe in atto, alcune a carattere puramente empirico, il cammino attraverso i vigneti del Vecchio Continente a spese delle sue viti indigene fu inarrestabile e rapidissimo anche grazie all’aiuto degli inconsci e incoscienti vignaioli che diffondevano freneticamente barbatelle fillosserate inutilmente resistenti al mal bianco. La fillossera fu così scoperta in numerosi stati e nel 1879 rilevata per la prima volta in Italia nelle province di Como e di Milano. Negli anni successivi fu segnalata nell’Africa del Nord e del Sud, nell’Asia Orientale, nelle Americhe neotropiche, in Australia, in Nuova Zelanda e nella stessa California con le loro coltivazioni di viti europee giunte al seguito dei coloni provenienti dal Vecchio Continente.

Se durante i primi vent’anni dall’introduzione la fillossera in Francia distrusse più di un milione di ettari di vigneto, provocando miseria, migrazioni interne delle popolazioni agricole, inurbamento e movimenti sociali, in tempi successivi non fu meno disastrosa negli altri Paesi coinvolti. A titolo esemplificativo ricordiamo che in Italia, in dieci anni la superficie coinvolta passò da 24 a oltre centomila ettari che diventarono alla fine del secolo XIX circa 350 mila, mezzo milione circa nel 1910, 1.120.000 ettari all’inizio degli anni venti, cioè un quarto della superficie vitata italiana. Alla metà degli anni ’40 le perdite di prodotto erano stimate in 5,3 milioni di quintali di uva corrispondenti a 3,4 milioni di ettolitri di vino. Oltre le perdite di prodotto per morte della pianta, si devono imputare alla fillossera le ingenti spese di ricostruzione dei vigneti nelle aree più vocate e i costi sociali a carico delle comunità che dovettero abbandonare la coltivazione della vite nelle aree più marginali. Inesorabilmente, l’enorme peso ricade sull’economia privata e su quella pubblica, anche perché il reddito del prodotto vendibile successivo non riesce ad ammortizzare le spese di impianto sostenute dalla collettività (Autori vari, 1960).

Si rese necessario sostituire le viti europee franche, inesorabilmente distrutte dall’avanzata della pandemia con l’eccezione delle poche sopravvissute in terreni sabbiosi inadatti alla dispersione spontanea delle forme radicolose

dell'afide, con piante innestate su piede americano. Il caso della fillossera con tutti i problemi ambientali, sociali ed economici a essa associati che per oltre mezzo secolo ha tenuto in apprensione la viticoltura mondiale in un'alternanza di speranze, delusioni, necessità di estirpare con ogni mezzo i primi focolai e con un'affannosa corsa alla sperimentazione di ogni mezzo di difesa, ha offerto un chiaro esempio di lotta biotecnologia attraverso la creazione con l'innesto di viti bimembri. Le numerose successive complicazioni, ad esempio la necessità di disporre di portainnesti adatti alle molte varietà da preservare e alle svariatissime condizioni pedologiche dell'area europea e mediterranea e l'inconscia diffusione di virus precedentemente assenti nella vite europea fanno parte della storia della tecnologia viticola.

Solo se non si tiene conto della mancanza a quel tempo di conoscenze epidemiologiche ci si può sorprendere del fatto che, dopo i disastri provocati dall'introduzione dell'oidio e della fillossera, il rischio di importare altri parassiti della vite dall'America non sia stato previsto e affrontato con maggior attenzione. Nonostante che la presenza di *Plasmopara viticola*, sia pur vagamente conosciuta sotto il profilo micologico, fosse già stata segnalata nell'America del Nord, nessuna precauzione fu presa per disciplinare l'importazione dei tralci delle viti americane richieste per la ricostituzione dei vigneti. Oltre a sottovalutare la pericolosità della malattia, presumibilmente si trascurò l'eventualità che organi di riproduzione del patogeno potessero essere presenti in foglie o frammenti di foglia residuali tra le fascine.

Di fatto il parassita fece la sua incontrastata comparsa in Francia nel 1878, in Italia nel 1879 e si diffuse rapidamente nei Paesi europei ed extraeuropei del bacino mediterraneo. Le misure di quarantena tardivamente adottate non ne impedirono più tardi l'ingresso in Australia (nel 1919) e Nuova Zelanda (nel 1926). Dopo alcuni anni di attacchi tardivi e relativamente poco dannosi, la peronospora della vite incominciò a manifestarsi a intermittenza in coincidenza di annate piovose. Famose nell'Italia settentrionale per l'ammontare delle perdite di produzione furono le "annate a peronospora" del 1884, 1889 e 1890, 1910 e 1934. In Francia, nel 1910 e 1915 la produzione vinicola scese dai 60 milioni di ettolitri degli anni precedenti a 28 e 18 milioni di ettolitri. E si noti che tutto ciò accadeva quando già la proprietà anticrittogamica del rame era stata utilizzata nella forma della poltiglia bordolese (Matta, 2003). L'arrivo in Europa della peronospora della vite va considerato come un evento di importanza storica non solo per l'ammontare dei danni determinati e che continuerà a determinare in un sistema mantenuto relativamente stabile solo con grande profusione di vecchi e nuovi fungicidi,

ma per aver determinato la scoperta della poltiglia bordolese che con altri prodotti cuprici e con il solfo rappresenterà per molti dei decenni successivi e ancor oggi in agricoltura biologica un mezzo fondamentale di difesa delle piante dalle malattie fungine.

#### LA RUGGINE DEL CAFFÈ IN CEYLON E IN ESTREMO ORIENTE

L'uso della terra da parte dei coloni inglesi e la crescita demografica avevano determinato in Ceylon (Sri Lanka) una fortissima espansione della coltivazione del caffè nei primi 50 anni dell'Ottocento. Nel 1868 la coltura che aveva raggiunto un invidiato massimo di prosperità fu raggiunta dall'*Hemileia vastatrix*, il fungo causa della ruggine, presumibilmente proveniente dalle zone di origine del caffè in Etiopia che in un primo tempo non aveva seguito la pianta ospite attraverso le peregrinazioni di quest'ultima negli orti botanici europei e da questi alle colonie olandesi e inglesi. La malattia si diffuse causando dapprima danni leggeri sottovalutati dai piantatori inglesi che poterono inizialmente compensare la minor produzione con i forti apprezzamenti della derrata nei mercati. Ma la malattia si estese a tutte le piantagioni e le perdite di produzione divennero ben presto insopportabili: da 275.000 acri nel 1878, l'area a caffè in Ceylon era ridotta a 3.591 acri nel 1905 (Mills, 1964). In Ceylon la coltivazione del caffè dovette essere sostituita, con rinnovata fortuna, da quella del tè mentre la concorrenza del Brasile iniziò a segnare da allora un successo a tuttora incontrastato.

#### LA GRANDE CARESTIA DEL 1943-45 IN BENGALA ORIENTALE

La più recente delle grandi carestie apparentemente associate a una epidemia parassitaria si verificò nel Bengala orientale nel 1943. Si è stimato che essa abbia causato la morte per fame di 2-3 milioni di persone. Questa fu solo una delle numerose carestie succedutesi per motivi diversi nel subcontinente indiano nel corso dell'occupazione inglese e fino agli anni '70 del ventesimo secolo ma assume qui particolare rilievo per il ruolo specificamente attribuito a una malattia fungina del riso. In realtà le cause di questa tremenda carestia sono ora molto controverse. Secondo testimonianze dirette e valutazioni condotte su varietà di riso di un micologo del Central Rice Research Institute (Padmanaban, 1973) la causa primaria sarebbe stata principalmente un'epidemia di

un fungo di tipo *Helminthosporium* (*Cochliobolus miyabeanus*) scatenata da condizioni ambientali estremamente a esso favorevoli<sup>2</sup>. Per contro Amartya Sen (1981), in base a dati ufficiali secondo i quali le produzioni complessive di riso nell'area bengalese non sarebbero diminuite sensibilmente nel corso degli anni di carestia, attribuisce quella catastrofe umanitaria a fattori socio-economici più complessi, tra i quali l'enorme svalutazione del potere d'acquisto dei lavoratori agricoli e la cattiva amministrazione e gestione dei rifornimenti sia pure in un periodo bellico estremamente drammatico e confuso. Per altri fu tutta colpa della politica britannica (Chawla, 2005). Quale ruolo l'epidemia svolse: centrale o marginale? Il fatto che ci si debba ancor oggi porre questa domanda sottolinea quanto sia difficile far emergere dati certi da situazioni storiche tragicamente confuse.

#### COMPARSA E SCOMPARSA DELLE AVENE "VICTORIA"

Socialmente meno grave ma tuttavia molto interessante e tuttora di attualità scientifica per le sue implicazioni biomolecolari fu la pandemia di elmintosporiosi dell'avena (Scheffer, 2007) verificatasi in Usa negli anni 1946-48. Gli antecedenti risalgono all'introduzione dall'Argentina, a scopo d'ibridazione, dell'avena "Victoria" contenente un gene (*Pc-2*) di resistenza a molte razze di ruggine (*Puccinia coronata*) e al carbone. Le nuove cv di avena portatrici di tale gene ebbero comportamento in campo così soddisfacente da essere diffuse sul 98% della superficie ad avena in Iowa e sul 50% nell'insieme del Nord America. Sfortunatamente, dalle popolazioni di un *Helminthosporium* (*Cochliobolus sativus*) poco virulento ma molto diffuso in vita emi-saprofitica su organi di piante senescenti, scaturì un patotipo (poi promosso specie con il binomio *Cochliobolus victoriae*) specificamente virulento per le avene modificate col gene per la resistenza alla ruggine, che assunse in breve proporzioni epidemiche e andamento distruttivo e costrinse ad abbandonare tutte le nuove varietà. L'estrema virulenza e la specificità parassitaria del *C. victoriae* risultarono dipendere dalla sua capacità di produrre victorina, uno dei composti naturali biologicamente più attivi e selettivi la cui attività si manifesta sulle avene "Victoria" già a 37 pM mentre su altre varietà di avena o su specie diverse è tossica solo a concentrazioni milioni di volte superiori.

<sup>2</sup> Il che farebbe di questo episodio la maggior catastrofe umanitaria moderna di natura fitosanitaria.

## L'EPIDEMIA DI ELMINTOSPORIOSI SU GRANOTURCO

Analoga alla precedente per essere dipesa da una singola modificazione genetica è stata la più recente pandemia di elmintosporiosi su granoturco, figlia dei raffinati metodi seguiti dalle ditte sementiere per la produzione di sementi ibride. È noto che l'emasculazione genetica richiesta per facilitare gli incroci guidati nel granoturco è ottenuta con l'inserimento nelle linee madri di fattori di maschiosterilità. Nel 1970 la maggior parte degli ibridi diffusi nella "corn belt" americana e, in buona parte, altrove, contenevano un fattore citoplasmatico di maschiosterilità (*Tcms*) la cui semplice presenza sortì il disastroso effetto di selezionare una nuova razza di *Cochliobolus heterostrophus* (*Bipolaris maydis*, sin. *Helminthosporium maydis*) detta razza T, produttrice di una tossina responsabile della sua elevatissima virulenza selettiva per le linee di granoturco con il fattore *Tcms*. In presenza di condizioni climatiche molto favorevoli si sviluppò una pandemia con epicentro nella "corn belt" che causò danni enormi nel 1970-71. Fu bloccata con il ritiro dal mercato del seme degli ibridi incriminati e la costituzione di nuovi ibridi ottenuti impiegando piante dotate di altri fattori di maschiosterilità. Rimane famosa per aver sconvolto il mercato mondiale dei mangimi e per aver stabilito un primato in termini di perdite economiche prodotte su una singola coltura agraria in una unica stagione (Day, 1978; Scheffer, 2007).

## PANDEMIE DI MALATTIE TRASMESSE DA ARTROPODI

Per la loro dannosità e persistenza nel tempo sono entrate nella cronaca alcune pandemie di virosi, fitoplasmosi e batteriosi, riconosciute come tali solo nel corso degli ultimi 50-40 anni e caratterizzate da trasmissione mediante artropodi vettori. Sono pandemie peculiari non solo per aver colpito piante poliennali, legnose o comunque, come nel caso della canna da zucchero, a moltiplicazione agamica ma anche per la loro distribuzione sistemica nella pianta e per insensibilità agli xenobiotici fino ad oggi utilizzabili per la loro lotta, tutti elementi che concorrono a renderle difficilmente circoscrivibili nel tempo e nello spazio se non con il ricorso a dispendiose misure di quarantena come la eradicazione generalizzata, di risanamento e controllo del materiale di moltiplicazione e con l'eventuale attuazione della lotta chimica nei confronti degli insetti vettori.

Tra le disastrose pandemie di questo tipo rileviamo dal Klinkowski (1971) quelle di:

- mosaico della canna da zucchero, descritto nel 1892 e riconosciuto di natura virale nel 1920, che si protrasse nel tempo e assunse, come in Luisiana dove la produzione si ridusse del 90%, livelli di intensità tale da far temere il totale abbandono della coltura; la presenza “universale” degli insetti vettori e il mancato risanamento del materiale di moltiplicazione contribuirono in modo determinante al disastro che fu poi risolto con l’introduzione di varietà tolleranti;
- “sharka” delle drupacee, trasmessa da oltre una decina di specie di afidi, osservata nei Balcani sin dal 1915-16, che produsse danni ingenti dal 1936 sino a epoca recente in Jugoslavia dove il susino era di gran lunga il più importante dei fruttiferi, e in svariati altri Paesi compreso il nostro, costringendo a massicce campagne di eradicazione di peschi e albicocchi oltre che di susini;
- “swollen shoot” del cacao, trasmesso da coccidi, che nel solo Ghana, in un decennio dal 1936, ridusse la produzione annua di cacao da 116.000 t a 60.000 t e determinò il taglio di 40 milioni di alberi.

Ancor più devastanti e protratte per decenni sia pure con forti fluttuazioni di gravità nel tempo furono le epidemie di malattie che ora sappiamo causate da fitoplasmi o dal batterio gram- *Xylella fastidiosa* agente eziologico della Pierce’s disease (PD) trasmesso prevalentemente dal cicadellide *Homalodisca vitripennis* = *Homalodisca coagulata*. La PD fu segnalata per la prima volta in America nell’ultimo ventennio dell’Ottocento e in soli cinque anni provocò la distruzione di 40.000 acri di vigneto. Tralasciando le fitoplasmosi della vite *Flavescence dorée* e *Bois Noir* diffuse in natura dal Cicadellidae neartico *Scaphoideus titanus* e dal Cixiidae paleartico *Hyalesthes obsoletus* rispettivamente, che riguardano la storia più recente, furono le fitoplasmosi del pesco e del pero rispettivamente note come giallume e moria, trasmesse da psille, a occupare le cronache in un più lontano passato. Soprattutto il giallume del pesco osservato per la prima volta nel 1775 e ricordato come una delle più antiche tra le epidemie storiche di malattie delle piante, che dilagò in forma gravissima in Virginia e quindi a più riprese successive nel corso del XIX secolo e dell’inizio del XX nella maggior parte delle aree peschicole nord orientali americane, fino a stabilizzarsi a livelli economicamente compatibili. Gravi epidemie di moria del pero, già presente da lunga data in Trentino-Alto Adige dove avevano provocato la morte di decine di migliaia di alberi nel 1945-47 si manifestò in forma

distruttiva nei frutteti della costa occidentale degli Usa negli anni '60 del XX secolo.

#### L'INTRODUZIONE DI NUOVI PARASSITI NON SI È FERMATA

L'introduzione di nuovi parassiti è continuata e si è incrementata anche nel secolo scorso e, come ci diranno i relatori seguenti, continua tuttora. Fortunatamente la maggior parte di quelli che colpiscono colture agrarie, pur costituendo una minaccia grave per l'agricoltura, non generarono pandemie o quando ciò avvenne, come ad esempio per la peronospora del luppolo (*Pseudoperonospora humuli*) in Gran Bretagna e Nord Europa negli anni venti del secolo scorso o per la muffa blu del tabacco (*Peronospora tabacina*) in Europa nel 1960-61 (Klinkowski, 1970), si fu in grado di arrestarle con una pronta individuazione di idonee misure di lotta. Per contro situazioni catastrofiche si determinarono quando a essere colpite furono piante forestali sulle quali lunga e difficile è la strada che porta alla messa a punto di efficaci misure di lotta. Le introduzioni in America del Nord e in Europa dei funghi del cancro della corteccia del castagno (*Cryphonectria parasitica*) e della grafiosi dell'olmo (*Ophiostoma ulmi*) diedero luogo a incontenibili pandemie nelle foreste o coltivazioni di entrambi i continenti e proseguirono la loro azione distruttiva per decenni. Il cancro della corteccia azzerò le foreste di *Castanea dentata*, vanto del nord-est americano, e degradò drasticamente le foreste europee di *Castanea sativa*, più tollerante alla malattia della specie americana. E se dopo 50 anni di attacchi, in Europa si è potuto constatare l'avvio di un lento naturale processo di risanamento, questo non è ancora in atto in America. Anche la grafiosi ha determinato in America e in Europa la pressoché totale scomparsa dell'olmo o nel migliore dei casi la sua decimazione nei boschi, nei viali e nelle campagne ove era coltivato con varie utilizzazioni.

A titolo di esempio e a testimonianza dell'inarrestabile diffusione accidentale di parassiti, dai primi anni del terzo millennio il castagno europeo ha un nuovo nemico, l'imenottero cinipide galligeno orientale *Dryocosmus kuriphilus*. Esso è considerato l'insetto più dannoso a livello mondiale per la capacità di portare a un veloce deperimento le piante attaccate. Il deperimento è conseguenza del mancato o ridotto sviluppo dei germogli derivanti da gemme che, a primavera, a causa delle larve nei tessuti meristemati, si evolvono in galle. Il nuovo problema fitopatologico che ha destato grande clamore e preoccupazione nella comunità europea è stato affrontato tempestivamente,

con l'attuazione di un progetto di lotta biologica, attraverso l'introduzione del parassitoide *Torymus sinensis*, già risultato determinante per il ristabilimento dell'equilibrio biologico in Giappone.

Mentre in passato l'introduzione accidentale di specie esotiche di artropodi era considerato un evento sporadico, in seguito, a causa dell'intensificarsi dei traffici veicolari, del sempre maggior impiego del mezzo aereo e dei cambiamenti climatici, ha assunto dimensioni sempre più preoccupanti. In particolare è noto come il commercio di materiale di propagazione e ancor più quello di piante ornamentali possa costituire un importante mezzo di diffusione di organismi associati alle piante, che possono essere trasportati da un Paese all'altro, anche al di fuori del loro areale originario.

La penisola italiana è particolarmente esposta al rischio di accidentali introduzioni e l'ampio spettro dei suoi parametri climatici favorisce nelle regioni meridionali anche l'acclimatazione di specie di origine subtropicale; basti pensare che nel periodo compreso tra la scoperta dell'America e il 2006 è stato possibile accertare l'introduzione e l'acclimatazione di almeno 425 specie di insetti e 22 di acari.

La pressoché quotidiana invasione biologica a partire da altri territori è causa di ripercussioni, non sempre prevedibili e valutabili, sulla biodiversità dei sistemi naturali. L'introduzione di parassiti in grado di provocare danni, diretti o indiretti, alle piante coltivate costringe i tecnici e gli agricoltori a una continua modificazione della gestione delle coltivazioni e in alcuni casi, sempre più frequenti, le autorità preposte a emanare "Decreti di lotta obbligatoria", di non facile attuazione e, se non correttamente applicati, causa di pesanti ripercussioni ambientali.

Nel tentativo di contenere l'invasione biologica si dovrà sviluppare sempre di più, accanto alle diverse tecniche di lotta che di volta in volta sono applicate, la cultura della prevenzione attraverso la conoscenza e la formazione.

#### CAUSE E CONSEGUENZE

La causa primaria più frequente di epidemie devastanti di avversità biotiche sulle piante è l'introduzione di nuovi parassiti che da endemici nei luoghi di origine si trasformano in epidemici nei nuovi ambienti e trovano la ragione del loro successo oltre che in condizioni ambientali particolarmente a loro favorevoli, principalmente nell'assenza di capacità difensive nei nuovi ospiti e di limitatori naturali dei fitofagi naturalmente presenti nell'area di origine.

Contrariamente alle piante coevolute con il parassita, quelle cresciute e addomesticate senza averne subito la pressione di selezione sono in genere sprovviste di resistenze genetiche specifiche. Tale fu il caso della patata in Europa, quivi addomesticata a partire da tuberi di provenienza andina e rimasta totalmente priva di resistenza a *Phytophthora infestans*, di origine messicana, o della vite evolutasi e addomesticata nel vecchio continente lontano da oidio, fillossera o peronospora, parassiti verso i quali altre specie di vite in America avevano sviluppato resistenza, e del castagno o dell'olmo colpiti da patogeni che nel lontano oriente sono endemici su specie di castagno e olmo a essi tolleranti. Le devastanti conseguenze che l'introduzione di nuovi parassiti è potenzialmente in grado di determinare possono ora essere neutralizzate nelle realtà agricole capaci di una pronta organizzazione delle misure di difesa ma ciò è molto più difficilmente realizzabile nei Paesi tecnologicamente meno progrediti.

Va inoltre rilevato che un rischio costante per le coltivazioni di tutto il mondo – specialmente dopo l'enorme diffusione di resistenze genetiche oligofattoriali per la protezione delle principali produzioni vegetali di base – è costituito dalla comparsa e migrazione di nuove razze di patogeni capaci di superare tali resistenze. L'uniformità genetica rimane un elemento di rischio di primaria importanza. Le grandi epidemie nordamericane di elmintosporiosi su avena e su mais sono di monito circa gli effetti epidemiologici perversi che la presenza universale di un singolo gene può determinare. Tra i tanti argomenti accampati, spesso in modo strumentale, per contestare le piante ingegnerizzate, quello di accresciuti rischi di uniformità genetica, alla luce di quanto evidenziato è da tenere nella massima considerazione.

L'assenza o la rilevante riduzione in seguito a gestioni non ecocompatibili dei limitatori naturali (predatori e parassitoidi) è uno dei principali fattori scatenanti infestazioni e successive pandemie di artropodi fitofagi esotici o acquisiti sulle piante coltivate in pieno campo o in misura maggiore in ambiente controllato. Il ristabilimento dell'equilibrio biologico attraverso la pressione naturale esercitata dai limitatori indigeni o opportunamente introdotti non è mai immediato e richiede il coinvolgimento di ricercatori specializzati nel settore e adeguati investimenti economici, questi ultimi sempre più limitati.

I catastrofici effetti delle pandemie di parassiti delle piante sono aggravati dalla preesistenza di perverse situazioni d'ordine socioculturale, agronomico e politico. Non c'è dubbio che l'ignoranza e il prevalere al di là del buon senso di superstizioni e pregiudizi religiosi fu all'origine delle tragiche conseguenze delle infezioni di segale cornuta. Così come, ancora l'ignoranza delle cause

di alcune delle pandemie che imperversarono in Europa dalla metà dell'Ottocento e delle malattie virali e viralsimili ritardò l'approntamento d'idonee misure di lotta.

La forte dipendenza da un'unica fonte alimentare: patata nel caso della grande epidemia irlandese di peronospora del 1845-50, riso nella grande epidemia bengalese di elmintosporiosi del 1943 fu una delle principali concause dei lutti che ne seguirono. Ma giova ripetere che in entrambi i casi, le carestie furono ulteriormente esacerbate dal verificarsi di altri eventi: nel primo, l'assenteismo della politica inglese, restia a interventi nella propria colonia che contravvenissero al suo rigido, tradizionale liberismo; nel secondo, la guerra che furoreggiava nel sudest asiatico in quegli anni e che giustificò, almeno ufficialmente, la mancanza di soccorsi.

La fame nel mondo ancor oggi, per quanto obiettivamente legata a una produttività agricola di base insufficiente, non dipende tanto dallo scoppio epidemico di insolite o imprevedibili avversità parassitarie quanto dall'assenteismo degli organismi pubblici, dal disordine politico e amministrativo e dalle guerre e guerriglie locali (O'Gràda, 2007). Sicché l'efficacia degli stessi aiuti umanitari, in assenza di condizioni adatte a innescare un virtuosa dinamica produttiva, risultano per lo più vanificati.

I casi su descritti forniscono un quadro piuttosto significativo delle conseguenze socio-economiche delle grandi epidemie di parassiti delle piante. Si va da episodi di avvelenamento d'interi villaggi, a carestie causa di morte e malattia di milioni di persone, a crisi capaci di provocare imponenti fenomeni migratori, a forti riduzioni di reddito.

Dove il rischio di carestia è scongiurato dalla disponibilità di risorse alimentari alternative o dall'efficacia degli interventi pubblici, le grandi epidemie comportano comunque conseguenze economiche che vanno dall'abbandono delle aree di coltivazione marginali, al fallimento delle aziende economicamente più deboli, allo sconvolgimento dei mercati delle produzioni colpite e di quelle affini, a pesanti aggravii economici e organizzativi per le aziende, specialmente qualora siano interessate colture poliennali il cui rinnovo assieme alle necessarie misure di prevenzione richiede ingenti esborsi di capitali.

L'aggravio economico diventa permanente nei casi in cui per sconfiggere o ridurre a livelli endemici le avversità e quindi per mantenere la coltura si devono adottare dispendiose pratiche di lotta, così come nel caso della vite dopo le grandi epidemie dell'Ottocento. Tuttavia non va trascurato il fatto che i catastrofici eventi fitopatologici possono comportare innovative trasfor-

mazioni degli assetti e delle tecnologie colturali. L'avvento della fillossera con la conseguente pratica dell'innesto determinò tra l'altro, oltre alle numerose complicazioni, la graduale ricostituzione in filari monovarietali dei molti vigneti eterogenei e disetanei (Gay Eynard et al., 2004). D'altra parte va ricordato che la diffusione iniziale della fillossera, più lenta in Italia che in Francia, avvantaggiò temporaneamente la prima sui mercati del vino.

Nel caso della ruggine del caffè in Ceylon la ricchezza accumulata prima della grande epidemia consentì ai coloni di procedere alla sostituzione della coltura del caffè con quella del tè, fonte di ulteriori duraturi guadagni. Nel frattempo il venir meno della concorrenza asiatica fece le fortune del Brasile. Ricordiamo anche il percorso contrario dell'albero della gomma: originario della foresta amazzonica, non fu possibile coltivarlo industrialmente in America latina per gli attacchi del fungo *Microcyclus ulei*, un endemismo poco o nulla dannoso finché la pianta era dispersa nella foresta ma esiziale nelle coltivazioni specializzate tentate in Brasile, mentre, esportata (in modo subdolo) esente dal parassita, ebbe grande e fortunata diffusione in Asia e in Africa (Castellani e Matta, 1986).

Si noti infine che le pandemie parassitarie, specialmente quando a carico di specie legnose, hanno gravi conseguenze ambientali oltre che socio economiche. La scomparsa o il deperimento delle formazioni forestali sono particolarmente deleteri per la qualità del paesaggio e il mantenimento degli ecosistemi. Esemplificativo è il caso su riferito del cancro della corteccia del castagno, tristemente famoso non tanto per aver favorito lo spopolamento della montagna quanto per aver degradato in modo difficilmente rimediabile enormi estensioni di foreste montane in Europa e, in misura ancora maggiore, in Nordamerica. Rilevanti per effetti ambientali risultano pure le epidemie, ancora in pieno svolgimento, del tingide *Corythuca ciliata* su platano e del lepidottero graccillariide *Cameraria ohridella* su ippocastano che producono danni estetici e pregiudizievoli per la vitalità della pianta nelle alberate e nei giardini urbani, di grande impatto emotivo e mediatico sugli abitanti di Paesi come il nostro, sviluppati e fortemente antropizzati.

## RIASSUNTO

Le coltivazioni, oltre a perdere normalmente un terzo dei raccolti per gli attacchi di parassiti, sono oggetto di epidemie straordinarie, di portata storica per i loro catastrofici effetti. Tra di esse sono state qui brevemente descritte: le cicliche invasioni di locuste di biblica memoria; i tragici, innumerevoli episodi di ergotismo provocati da *Claviceps* tra le popolazioni europee sin dall'alto Medioevo; la successione di pandemie di fitofagi e patogeni esplose dalla metà del secolo XIX su patata, vite e caffè; le pandemie a lento ma

inarrestabile progresso di malattie virali e similvirali, rimaste a lungo di natura ignota, e dei loro vettori; la catastrofica epidemia bengalese di elmintosporiosi del riso del 1943 e le peculiari epidemie nordamericane di elmintosporiosi su avena (1946-48) e granturco (1970-71). Sono state infine considerate le cause scatenanti e le conseguenze umanitarie, socioeconomiche, agrotecniche e ambientali di tali pandemie.

#### ABSTRACT

*Catastrophic pandemics of plant parasites.* The agriculture, besides losing normally for the attacks of the parasites one third of the crops, is subjected to extraordinary pandemics of relevant historical significance. Among the most famous pandemics have been here shortly described: the cyclic invasions of locusts well known since the biblical ages; the deadly, countless attacks of ergotism provoked by *Claviceps* among European communities since the Middle Ages; the sequence of pandemics of insects or pathogens occurred since the middle of XIX century on potato, grapevine, and coffee plantations; the slow but relentless progression of viral and virus-like diseases, unknown for a long time as well as their vectors; the catastrophic *Helminthosporium* pandemic on rice in Bengal in 1943 and the singular north American outbursts of *Helminthosporium* on oat (1946-48) and maize (1970-71). The causes and the humanitarian, socio-economical, agronomic and environmental consequences of the said pandemics have been eventually considered.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AINSWORTH G.C. (1951): *Introduction to the History of Plant Pathology*, Cambridge University Press, 315 pp.
- AUTORI VARI: *Enciclopedia Agraria Italiana*, Volumi: II (1954), voce cavallette; III (1957), voce dorifora; IV (1960), voce fillossera, Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma.
- CHAWLA A. (2005): *The great Holocaust of Bengal*, <http://www.samarthbarath.com/holocaust.htm>, 6 pp.
- DARPOUX H. (1955): *La maladie de l'ergot des graminées*, «Rev.Pathologie Generale et Comparée», 673, pp. 1479-1510.
- FRY et al. (1992): *Population Genetics and intercontinental Migrations of Phytophthora infestans*, «Ann. Re. Phytopathology», 43, pp. 83-116.
- FRY W.E., GOODWIN S.B. (1997): *Reemergence of Potato and Tomato Blight in the United States*, «Plant Disease», 81, pp. 1349-1357.
- GAY EYNARD G., ARZONE A., GOBETTO M. (2004): *Le trasformazioni della viticoltura piemontese causate da parassiti e insetti giunti dall'America: dopo l'oidio, la fillossera*, Atti dei Convegni storici OICCE 2002-2003-2004, Edizioni dell'Orso, Alessandria, pp. 203-232.
- LARGE E.C. (1950): *The Advance of the Fungi*, Johnatan Cape, London, 588 pp.
- MATTA A. (1988-89): *Evoluzione delle malattie delle piante e della loro lotta in relazione ad agrotecniche vecchie e nuove*, «Ann. Accademia Agricoltura di Torino», 131, pp. 1-29.
- MATTA A. (2003): *Evoluzione dei mezzi di difesa fitosanitaria. Patologia vegetale*, «I Geografili. Quaderni», 1, 2003, pp. 31-60.

- MATTA A., LUISONI E., SURICO G. (1996): *Fondamenti di patologia vegetale*, 494 pp.
- MCCOOK S. (2006): *Global Rust Belt: Hemileia vastatrix and the ecological Integration of World Coffee Production since 1850*, «J. Global History», 1-2, pp. 177-195.
- MILLS L.A. (1964): *Ceylon under British Rule, 1795-1932*.
- O'GRÀDA C. (2007): *Making Famine History*, «J. Economic Literature», 45, pp. 5-38.
- OERKE E.-C. (1994): *Crop Production and Crop Protection*, Elsevier, Amsterdam.
- PADMANABAN S.Y. (1973): *The great Bengal Famine*, «Ann. Rev. Phytopathology», 11, pp. 11-26.
- RUSSO R.G. (2005): *Medioevo e medicina*, <http://www.mondimedievali.net/Medicina>, 5.2.3, 5.2.4.
- SCHEFFER R.P. (2007): *The Nature of Disease in Plants*, Cambridge Univ. Press, 336 pp.
- SEN AMARTYA (1981): *Poverty and Famines. An Essay on Entitlement and Deprivation*, Oxford Un. Press.
- TEHRMOLEN G.E. (1967): *Phytopathological consequences of changing agricultural methods*, «Netherland J. Plant Pathology», 73, suppl. 1, pp. 116-129.
- UNWIN T. (2002): *Storia del vino*, Donzelli Editore, Roma, 480 pp.
- VENTURI F., RUFFO F. (1953): *Elementi di Entomologia agraria*, Edizioni Agricole, Bologna, 356 pp.
- WIKIPEDIA, L'ENCICLOPEDIA LIBERA (2008): *Canonici regolari di Sant'Antonio di Vienne*, <http://it.wikipedia.org>, 4 pp.



## Avversità fitopatologiche emergenti\*\*\*\*

### I. INTRODUZIONE

Con il termine “avversità fitopatologiche emergenti” possiamo includere tutte quelle causate da patogeni che, per motivi diversi, sono all’origine di epidemie in certo qual modo inattese e di elevata gravità. Se pensiamo a quanti fattori, inerenti al patogeno, all’ospite o all’ambiente inteso in senso lato, possono influire su una malattia, è facile comprendere come, normalmente, l’“emergenza” di una malattia sia la risultante di una serie di sfortunate coincidenze la cui comprensione richiede competenze diverse. Se poi includiamo nella valutazione della gravità degli effetti anche considerazioni relative alle conseguenze socio-economiche, ci accorgeremo che epidemie devastanti, tali da intaccare il tessuto sociale di una collettività e delle quali per l’Europa possiamo trovare traccia solo sui libri di storia dell’agricoltura, sono ben rappresentate nel mondo odierno e rappresentano l’attualità in molti Paesi in via di sviluppo.

L’emergenza di agenti fitopatogeni (fig. 1), similmente a quanto accade per i patogeni degli esseri umani, degli animali domestici o selvatici, è spesso imputabile ad attività dell’uomo, quali la loro introduzione in nuovi ambienti come conseguenza della globalizzazione del commercio o del turismo di massa, le modifiche di comuni pratiche agricole e i cambiamenti climatici. Benché solo una frazione della comunità “patogena” sia introdotta insieme a

\* Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari

\*\* Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali, Università degli Studi di Pisa

\*\*\* Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose “G. Scaramuzzi”, Università degli Studi di Pisa

\*\*\*\* Gli autori hanno contribuito in egual misura alla realizzazione dell’articolo. In particolare la dott.ssa Bonciani ha redatto le parti relative alle problematiche economiche e sociali: 2b, 3c, 4c, 5c, 6c.

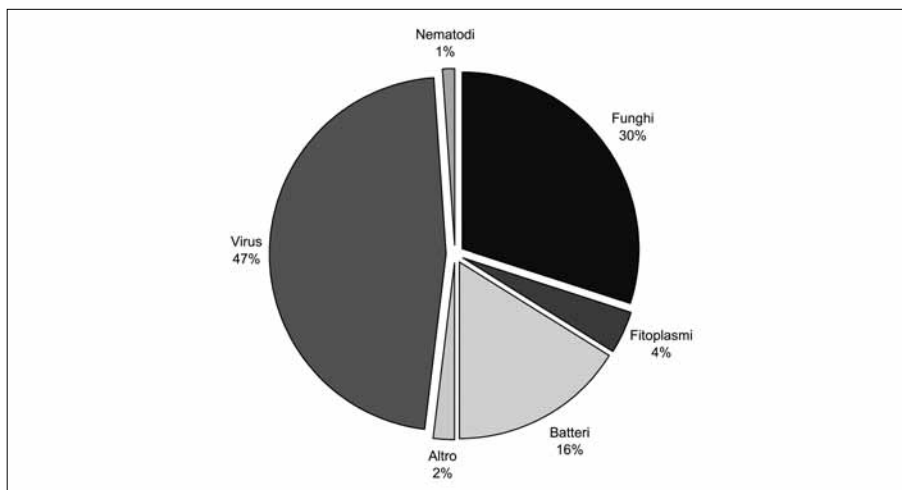


Fig. 1 *Principali agenti patogeni responsabili di fitopatie emergenti, e relativa frequenza (adattato da Anderson et al., 2004)*

una nuova specie vegetale, l'introduzione accidentale di un patogeno appare come la più importante causa di sviluppo dei patogeni emergenti (fig. 2). Le specie vegetali endemiche possono essere particolarmente vulnerabili a patogeni introdotti con cui esse non si siano co-evolute.

L'introduzione di patogeni vegetali alieni avviene in seguito al commercio di prodotti vegetali, di germoplasma, di innesti o di piante intere vive. Il commercio internazionale di sementi è un efficiente mezzo di introduzione e diffusione di patogeni. Si è stimato che oltre 2400 microorganismi siano presenti nei semi di circa 380 generi di piante (McGee, 1997), e che fino a un terzo dei virus patogeni delle piante possano essere trasmessi via seme in almeno uno dei loro ospiti (Stace-Smith e Hamilton, 1988).

La pura e semplice introduzione di un organismo patogeno in un nuovo areale è condizione necessaria ma non sempre sufficiente affinché si abbia una sua diffusione epidemica. In particolare per quei patogeni trasmessi da agenti vettori, è la successiva introduzione nello stesso areale di questi ultimi che può scatenare un evento epidemico. In ogni caso, saranno molti altri fattori inerenti l'areale di destinazione, quali le condizioni ambientali, le pratiche agricole, i genotipi delle piante ospiti coltivate, che decreteranno il successo o l'insuccesso del patogeno introdotto. In assenza di fattori che favoriscano la loro ulteriore diffusione, alcuni patogeni introdotti possono quindi rimanere confinati alla zona di introduzione, con un impatto molto limitato. Ad esempio, il virus della tristezza degli agrumi (CTV) fu proba-

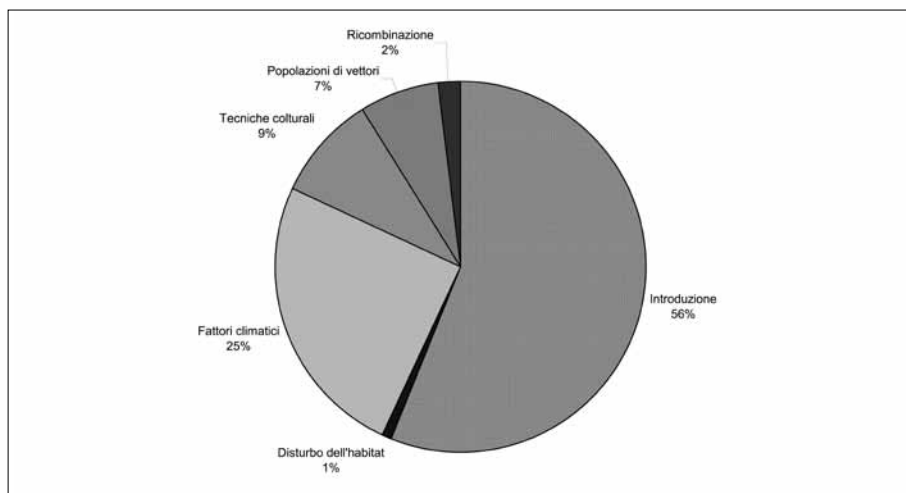


Fig. 2 Principali fattori che determinano la comparsa di patogeni emergenti, e relativa incidenza (adattato da Anderson et al., 2004)

bilmente introdotto in Sud America fra gli anni '20 e '30, ma fu solo in un secondo momento, con l'introduzione dall'Asia di un efficiente vettore, l'afide *Toxoptera citricidus*, che la malattia esplose in modo economicamente importante intorno agli anni '50. D'allora, oltre sei milioni di alberi di agrumi sono stati distrutti nel solo Brasile (Bar-Joseph et al., 1979). La cosiddetta Pierce's Disease (PD) causata dal batterio *Xylella fastidiosa*, è stata segnalata in California per oltre un secolo senza causare problemi. Nel 1997 un nuovo vettore, il cicadellide *Graphocephala atropunctata*, fu introdotto in California, determinando una rapida e gravissima emergenza della batteriosi nei vigneti, con un danno stimato in oltre 6 milioni di dollari nel solo 1999. In molti casi si può verificare la situazione opposta, e cioè piante introdotte in regioni dove esse non sono presenti possono essere colpite da patogeni endemici. È il caso, ad esempio, della "Moko" disease, una grave malattia del banano dell'America centrale, causata dal batterio *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum*, un patogeno endemico che si è evoluto su specie di *Heliconia*.

I cambiamenti climatici sono spesso stati collegati alla emergenza di epidemie negli uomini e negli animali, ma poco si sa circa l'impatto sulle malattie emergenti delle piante (Garrett et al., 2006). È certo che i cambiamenti avranno effetti diversi su patosistemi diversi e, quindi, una generalizzazione potrebbe non avere senso, tanto più che altri fattori, quali l'uso di piante transgeniche, la maggiore o minore disponibilità di agrofarmaci per la difesa o le politiche sull'uso del territorio incideranno sul fenomeno.

Cambiamenti nelle pratiche agricole hanno determinato la comparsa di una serie di patogeni emergenti sia di specie coltivate che su piante spontanee/selvatiche. Similmente agli effetti sui patogeni umani e animali, gli effetti sono principalmente causati da un aumento della globalizzazione, dallo sviluppo socioeconomico e dai miglioramenti tecnologici. In molti Paesi in via di sviluppo, la riduzione dei prezzi di mercato delle colture tradizionali e la disponibilità di acqua per irrigazione ha determinato un aumento delle superfici e dello sfruttamento di colture non tradizionali. La diversificazione delle colture, spesso associata alla introduzione di varietà più produttive e più adatte alla esportazione ha contribuito a determinare un complesso mosaico favorevole alla diffusione di patogeni.

Verranno di seguito considerate a titolo esemplificativo alcune delle più importanti avversità fitopatologiche emergenti dei Paesi in via di sviluppo, scelte per la diversa origine, caratteristiche, o modalità di diffusione. Fra queste sono state anche considerate le specie di *Striga*, anche se in realtà si tratta di piante parassite e non di patogeni propriamente detti. Tuttavia le modalità di diffusione, e soprattutto l'impatto e le conseguenze sociali ed economiche, rendono questo agente assimilabile ai "veri" patogeni delle colture. In linea generale c'è da notare che, nonostante vi sia un'ampia bibliografia disponibile su caratteristiche biologiche, sintomatologia, diffusione, danni o origini dei diversi patogeni, molto scarse sono le informazioni riguardanti il reale impatto economico e sociale di queste avversità. E questo è ancora più evidente quando si considerano malattie che colpiscono colture agricole che interessano i consumi locali, e che quindi non vengono utilizzate per l'esportazione. In questi casi, la mancanza di una rete di controllo, monitoraggio, sorveglianza e assistenza tecnica nei Paesi in via di sviluppo permette di avere solo dei dati molto parziali sulla distribuzione e sull'impatto di tali avversità, costituendo, di fatto, una ulteriore difficoltà per la difesa contro queste malattie. Nei Paesi in via di sviluppo, e in particolare quelli centroafricani, spesso prima che si abbia notizia della presenza di una malattia, essa si è diffusa già in maniera gravissima e fuori dalle possibilità di controllo, il che aumenta le possibilità di pandemie.

## 2. VIRUS DEL MOSAICO DELLA MANIOCA - CASSAVA MOSAIC VIRUS DISEASE

La manioca (Cassava - *Manihot esculenta* Crantz) è una pianta arbustiva perenne appartenente alla famiglia delle Euphorbiaceae. È stata coltivata in Sud America e in particolare nel bacino dell'Amazzonia per millenni per le sue ra-

dici ricche di amido, ma solo intorno al XVI secolo venne introdotta in Africa dai Portoghesi. In seguito le furono riconosciute la tolleranza alla siccità e la capacità di fornire discrete produzioni anche nei terreni marginali, e quindi si andò diffondendo seppure molto lentamente in tutta l'Africa, soprattutto in seguito al commercio fluviale nell'Africa centrale e occidentale (Legg e Thresh, 2000). Tale coltura ebbe una notevole espansione durante il periodo coloniale, quando le autorità iniziarono a promuoverne la coltivazione come riserva alimentare per i periodi di carestia e siccità. A partire dagli anni 1920-1930 raggiunse l'attuale diffusione, costituendo una delle principali fonti alimentari per almeno 200 milioni di persone, e una notevole fonte di reddito per la vendita di prodotti freschi o trasformati.

## 2.a *Agente, diffusione e danno*

Il virus del mosaico della manioca (Cassava Mosaic Disease, CMD) è la più importante malattia della manioca in Africa. I sintomi consistono in clorosi a mosaico gialle o giallo-verdi, deformazione delle foglie e arresto della crescita. La malattia fu segnalata per la prima volta in Tanzania (Warburg, 1894) e si suppose che fosse causata da un virus, in quanto non erano visibili agenti patogeni ed era trasmissibile meccanicamente. Solo in epoca molto più recente si è determinata la esatta eziologia, identificando l'agente come un geminivirus (Bock e Woods, 1983). Ci sono poche segnalazioni della sua diffusione nei primi decenni del '900, e comunque tali segnalazioni non erano mai "allarmanti" per quanto riguardava la severità o la velocità di diffusione della malattia. Solo negli anni '20-'40 vi furono delle sporadiche epidemie che spinsero ad avviare dei programmi per la protezione delle colture, in particolare con l'introduzione di varietà resistenti.

Comunque, fino alla metà degli anni '80, il CMD era considerato non più che una delle varie malattie che potevano colpire la manioca (Otim-Nape, 1987). La situazione cambiò improvvisamente quando nel 1988 venne segnalata una grave epidemia nel nord dell'Uganda. A causa dei problemi di insicurezza e instabilità sociale e politica dell'epoca, conseguente la fuga del dittatore Idi Amin avvenuta circa 10 anni prima, non fu possibile un'accurata analisi della situazione. Si ipotizzò, sulla base di una serie di osservazioni, che le differenti condizioni climatiche di quelle zone (temperature più alte e minore umidità) avessero favorito la diffusione di *Bemisia tabaci* (un insetto aleurodide polifago chiamato anche "mosca bianca"), un vettore del virus, e quindi favorito indirettamente la diffusione del virus stesso (Otim-Nape,

1993). Tuttavia questa ipotesi ben presto divenne insostenibile, in quanto negli anni successivi la malattia si diffuse verso sud alla velocità di 20-30 km all'anno, verso zone molto più umide e fredde delle precedenti (Otim-Nape et al., 1997; Legg e Ogwal, 1998), con dei sintomi sempre più severi, in contrasto con i dati relativi alle popolazioni dei vettori sul fronte di avanzamento della malattia, che indicavano che queste non erano più numerose rispetto alle aree dove la malattia era già presente.

Gli effetti della virosi sulle comunità agricole dell'Uganda divenne evidente nei primi anni '90. L'impatto inizialmente fu maggiore nelle zone nord-orientali del Paese, a causa della coltivazione in particolare della cultivar *Ebwanateraka*, dimostratasi poi quella più suscettibile al virus. In tali aree la produzione di manioca fra il 1990 e il 1993 si ridusse dell'80-90% e molti agricoltori ne sospesero la coltivazione (Thresh e Otim-Nape, 1994). Nel 1993, il fallimento delle coltivazioni di mais, fagioli e altre colture alimentari dovuto alla siccità, si unì alla mancanza di manioca come riserva alimentare, comportando una gravissima carestia e la morte di un gran numero di persone. Una reazione comune a questa situazione fu la coltivazione di altre colture, principalmente patate dolci. L'impatto dell'epidemia nelle regioni centrali e occidentali dell'Uganda fu meno acuto, principalmente grazie all'impiego di una maggiore diversità varietale, e quindi alla presenza di alcune varietà più tolleranti alla malattia. Ma gli effetti furono comunque estremamente gravi. Vari tentativi sono stati fatti per quantificare le perdite dovute alla virosi (Otim-Nape et al., 1997; Otim-Nape et al., 1998). Le più attendibili stimano perdite intorno alle 600 mila tonnellate all'anno, con una perdita economica di 60 milioni di dollari per anno.

Quando l'impatto della epidemia divenne evidente, si cercò di capire meglio quale ne fossero le cause che avevano portato alla esplosione di una malattia fino ad allora relativamente modesta. Grazie all'avvento di tecniche prima sierologiche e poi molecolari si è potuto accertare l'esistenza di varianti del virus con diversa virulenza. La disponibilità di più avanzate tecniche di studio e di indagine ha consentito di individuare le principali concause della pandemia. Innanzitutto, si era verificata la comparsa di ceppi virali molto più aggressivi, dovuta alla ibridazione fra isolati di differenti aree geografiche. In secondo luogo, gli insetti vettori erano risultati molto più fecondi sulle piante infette. Le popolazioni dei vettori, anche se polifagi, avevano tuttavia una certa predilezione a cercare e utilizzare piante sempre della stessa specie. La proliferazione dei vettori aveva aumentato gli spostamenti per la ricerca di aree meno affollate, e quindi aumentato la velocità di diffusione del vettore, e conseguentemente quello della malattia. Infine, il declino della coltivazione

della manioca aveva determinato un aumento della pressione della malattia sulle piantagioni rimaste.

La severa epidemia del CMD si è in seguito espansa rapidamente in Kenya, interessando nel giro di pochissimi anni (dal 1995 al 1998) in pratica tutte le aree di coltivazione della manioca (Legg et al., 1999). Le osservazioni condotte hanno permesso di stimare in circa 140 mila tonnellate all'anno la riduzione di produzione in tali aree. La malattia si è in seguito diffusa in Sudan e in Congo, ma la instabilità in tali regioni non ha permesso di valutare con precisione l'entità della pandemia, che comunque appare estremamente grave anche in queste aree.

## *2.b Problematiche sociali ed economiche*

I dati raccolti in letteratura circa gli effetti socio-economici del CMD nei Paesi in cui la malattia è presente riguardano in primo luogo la minaccia che tale malattia sta determinando sulle opportunità di vita e sulla sicurezza alimentare delle popolazioni coinvolte.

La manioca è un alimento base in molte aree tropicali e la sua produzione è molto importante nei Paesi poveri dell'Africa sub-sahariana, dove contribuisce in modo determinante alla sicurezza alimentare di milioni di persone. Questa coltura è stata, infatti, definita come "raccolto dei poveri", proprio perché contribuisce in modo determinante ad alleviare la povertà delle popolazioni rurali più marginali (Howeler et al., 2001).

In molti Paesi dell'Asia e dell'Africa, la manioca costituisce inoltre un vero e proprio catalizzatore per lo sviluppo delle aree rurali in quanto la sua produzione rappresenta la principale fonte di reddito per le famiglie di contadini più povere.

Il CMD può essere considerato la malattia più importante nel contesto africano, in Sri Lanka e nel sud dell'India (Otim-Nape e Thresh, 2006). Oggi la malattia è presente in alcuni Paesi dell'area sub-sahariana e del centro-ovest, quali Burundi, Kenya, Rwanda, Tanzania, Uganda, Congo e Repubblica Democratica del Congo, Zambia, Angola, Mozambico, Gabon, Repubblica del Centro Africa, Sudan del sud, Malawi, Zimbabwe.

Il CMD sta mettendo a serio rischio la produzione di manioca in tutti i Paesi compresi nella regione dei Grandi Laghi. In queste aree, la malattia ha ridotto i raccolti di manioca di circa l'80% (FAO, 2009). I più alti livelli della malattia sono stati riscontrati nell'Uganda del centro e del nord, in Burundi, Tanzania, Malawi, Zambia del nord e nelle aree centrali del Kenya.

Nella Repubblica Democratica del Congo, si stima che il virus sia in grado di determinare perdite fino al 90% dell'intero raccolto, minacciando la sicurezza alimentare della popolazione, oltre che l'autonomia economica di molte famiglie di contadini.

Per comprendere le problematiche sociali generate dalla diffusione del CMD in questi Paesi del continente africano, bisogna in primo luogo tener conto del fatto che il 50% della produzione mondiale di manioca avviene in Africa. È coltivata in quaranta Paesi e costituisce la principale fonte di entrata di reddito per le famiglie di contadini più povere che da questo ricavano prodotti molto semplici, molto più economici rispetto a quelli derivati dal riso, grano e mais (Nweke, 1988). Si stima che in Africa circa 70 milioni di persone siano dipendenti dalla manioca, che fornisce oltre 500 kcal per giorno a persona, contribuendo in modo significativo al fabbisogno energetico individuale (FAO, 2009). Questo alimento ha svolto storicamente un ruolo determinante nella prevenzione della sofferenza per fame. L'importanza della manioca per la sicurezza alimentare delle popolazioni comprese nell'area è legata a varie ragioni. Oltre alla grande tolleranza per la siccità, le radici possono rimanere a lungo nel terreno senza perdere le proprietà nutritive (Nweke et al., 2002). Nel caso di situazioni di instabilità, come le guerre civili, può rimanere nel terreno ed essere raccolto successivamente all'occorrenza. Inoltre, il raccolto non ha bisogno dell'uso di fertilizzanti che hanno un costo molto alto per i contadini di queste aree del mondo (Nweke, 1995).

In Paesi in cui la situazione relativa alla sicurezza alimentare rimane allarmante, la manioca costituisce il principale alimento su cui investire in termini di prevenzione delle malattie e di espansione della produzione (FAO, 2009).

L'attuale diffusione della malattia nelle aree del continente africano sta allarmando la comunità internazionale per il peggioramento determinatesi nelle condizioni di vita delle popolazioni coinvolte. In Paesi definiti ad alta vulnerabilità, il rischio di insicurezza alimentare legato alla diffusione del virus, si fa sempre più allarmante. Negli ultimi anni, i conflitti armati hanno provocato forti movimenti migratori che hanno coinvolto molti dei Paesi in cui la malattia è presente. Il numero dei rifugiati e degli sfollati interni è aumentato progressivamente in tutti i Paesi coinvolti dalla malattia. L'aumento della popolazione dovuto ai movimenti migratori ha avuto effetti devastanti sulle condizioni precarie di vita che già caratterizzano questi Paesi. La successione di crisi sia naturali che umane ha eroso la capacità delle comunità di resistere alle difficoltà legate alla fame. L'aumento della popolazione contribuisce in modo determinante sui livelli interni di vulnerabilità, in termini di mantenimento delle condizioni di sicurezza alimentare. In questi contesti,

il CMD mette in seria difficoltà le possibilità di sopravvivenza di intere comunità. A rendere più difficile la gestione della malattia e la limitazione delle problematiche sociali da questa generato nelle aree colpite, sono stati proprio i movimenti migratori determinati dalle guerre civili e il trasporto di materiale vegetale che hanno contribuito ad accelerare l'epidemia.

### 3. STRIGA

#### 3.a *Agente, origine, distribuzione e danno*

Il genere *Striga* (fam. Scrophulariaceae) include un gruppo di specie infestanti obbligate emi-parassite che costituiscono attualmente il principale “problema” biotico per le colture di cereali e legumi nella area Africana sub-sahariana.

Le specie di *Striga* sono originarie delle praterie (pascoli) delle zone tropicali del “vecchio mondo”, ma hanno raggiunto la massima biodiversità nelle regioni dove si sono coevolute con i cereali, in particolar modo sorgo, miglio e riso. Si sono quindi diffuse largamente, diventando un flagello per la produzione di cereali (incluso il mais) e di legumi in quelle aree dove la fertilità è bassa e la disponibilità di acqua è limitata o erratica. Il mais fu introdotto in Africa moltissimi anni fa, sostituendo il sorgo e il miglio, specie molto più tolleranti e adattate alle scarse risorse idriche disponibili. Le ragioni di questa introduzione sono molteplici, come la maggiore produttività del mais rispetto al sorgo, almeno nelle annate favorevoli, o la maggiore gradevolezza. Un elemento che ha contribuito grandemente alla sua diffusione è poi la conformazione della pannocchia, che è “chiusa” e protetta nel caso del mais. La pannocchia aperta del sorgo, invece, è preda della *Quelea* dal becco rosso (soprannominata “cavalletta piumata”) un uccello che vola in stormi di milioni di esemplari e che può annientare intere piantagioni (Doggett, 1988), anche perché la maturazione del sorgo coincide con la migrazione degli uccelli, la qual cosa lo rende ancora più appetibile.

I semi di *Striga* germinano solo in presenza della pianta ospite, a causa del rilascio di composti stimolanti presenti nelle radici della pianta ospite. Il tubulo germinativo cresce verso la radice dell'ospite, a cui si fissa con un austorio, e comincia a sottrarre sostanze nutritive, minerali e acqua, consentendo lo sviluppo della pianta. I piccoli semi sopravvivono per moltissimi anni nel suolo, e quindi anche le rotazioni hanno uno scarso effetto quando una certa soglia viene raggiunta. Vi è poi un ulteriore effetto devastante: quando l'infestazione è massiccia, la pianta viene “avvelenata” quando la pianta parassita

è ancora in una fase sotterranea, rendendo il danno ancora più grave rispetto alla “semplice” sottrazione di nutrimento. Non è chiaro se siano delle sostanze prodotte da *Striga*, o metabolizzate dalla pianta coltivata in seguito all’attacco. Le piante, che inizialmente possono apparire sane, improvvisamente ingialliscono e si seccano, come per un incantesimo. Ecco perché in inglese queste specie vengono comunemente chiamate “witchweeds”, da “witch” che significa appunto “strega”. Dopo una fase di accrescimento sotterraneo, in cui accumulano sostanze nutritive, le piante parassite emergono continuando a sottrarre dall’ospite tali sostanze, e una volta emerse le foglie hanno anche una propria attività fotosintetica che permette loro di completare il ciclo.

Ci sono 4 principali specie di importanza agraria nelle regioni sub-sahariane: *S. hermonthica*, che è quella economicamente più importante, è diffusa tanto nelle regioni occidentali, che in quelle orientali e centrali sub-sahariane dell’Africa, dal Gambia a ovest, al Kenya, Tanzania ed Etiopia a est (Parker, 2009); *S. asiatica*, economicamente significativa nelle regioni orientali e meridionali; *S. forbesii*, limitata ad alcune aree dello Zimbabwe; *S. gesnerioides*, in aree della Nigeria e Tanzania in particolare. Sorgo, miglio e mais sono particolarmente suscettibili a *S. hermonthica*, mentre tutte le graminacee vengono attaccate da *S. asiatica* e *S. forbesii*. Le leguminose sono invece attaccate da *S. gesnerioides*, molto severa in particolare per le coltivazioni di fagiolo dall’occhio (*Vicia sinensis*).

Una stima risalente al 1991 riporta che nei sei Paesi dell’Africa centro-occidentale vi fossero almeno 5 milioni di ettari infestati, con una perdita complessiva del 12% della produzione. A livello locale, nel Ghana settentrionale, le perdite stimate di sorgo e miglio raggiungevano una media del 20%. Nel complesso, si stima una perdita complessiva, in termini economici, di oltre 300 milioni di dollari, anche se globalmente, considerando la incompletezza delle informazioni, tale danno potrebbe essere anche dieci volte superiore. Stime recenti (fig. 3) riportano un rapido aggravamento della situazione, con un aumento della superficie complessiva interessata, che sarebbe attualmente di almeno 50 milioni di ettari, con la Nigeria Paese maggiormente interessato, con oltre 8 milioni di ettari. Secondo tali stime, ad esempio nel Ghana l’area infestata sarebbe passata dal 12 al 27 %, mentre nell’Africa centro-orientale oltre 6 milioni di ettari coltivati a mais, circa un quarto della intera superficie, sarebbe infestata da *Striga*. Un interessante rapporto sulla distribuzione di questa specie in 25 Paesi africani stima che i campi di mais infestati da tale specie varino dal 20-30% del totale in Togo, Mali e Nigeria, fino al 65% in Benin (De Groote et al., 2008). Nella provincia di Nyanza, in Kenya, in campi coltivati a mais non infestati l’aspettativa per il raccolto è di circa 1,5

NAZIONE	SUPERFICI COLTIVATE			AREE INFESTATE DA <i>STRIGA</i>			
	Sorgo	Miglio	Mais	Sorgo e Miglio		Mais	
	000 ha	000 ha	000 ha	000 ha	% totale	000 ha	% totale
Botswana	100	6	20	30	30	2	10
Burkina Faso	1398	1239	261	1318	50	26	10
Eritrea	160	17	3	64	40	0	0
Etiopia	1760	250	1606	528	30	80	5
Kenya	150	86	1502	80	53	225	15
Mali	957	1205	195	1513	70	20	10
Mozambico	376	51	1221	150	40	122	10
Niger	2261	4866	—	4989	70	—	—
Nigeria	5700	5200	4111	8720	80	904	22
Senegal	133	895	61	411	40	3	0.05
Sudan	6250	2500	169	1875	30	17	10
Tanzania	690	320	1785	650	90	214	12
Totale/media	19935	16635	10934	20330	56	1613	15

Fig. 3 Paesi dell'Africa sub-sahariana maggiormente colpiti dalla infestazione di *Striga* spp., superfici destinate alla coltivazione di sorgo, miglio e mais, e relativi livelli di infestazione (adattato da "Gressel et al.", 2004)

t/ha, mentre è ridotta al 50 % in campi moderatamente infestati, e pari a solo il 20% in campi severamente infestati (Manyong et al., 2007).

### 3.b Gestione

Una delle soluzioni convenzionali più largamente utilizzate per la gestione delle infestanti è l'impiego di erbicidi. Tuttavia nel caso di *Striga*, non ci sono erbicidi che possano essere usati nel mais o sorgo in grado di colpire le piante parassite nella fase di accrescimento sotterraneo, senza colpire anche le piante coltivate. Vi sono pertanto continue ricerche nell'intento di individuare strategie alternative di gestione.

I ricercatori hanno invano cercato per decenni dei geni di resistenza nel mais che, essendo originario delle Americhe, presumibilmente non ha alcuna resistenza intrinseca. Solo recentemente si è trovata una specie spontanea *Zea diploperennis*, affine a quelle coltivate che sembra possedere una modesta resistenza (Amusan et al., 2008). Nel caso del sorgo di origine africana la situazione è differente, ed è presumibile vi siano geni di resistenza in popolazioni

selvatiche, al contrario delle linee provenienti dai Paesi asiatici. Recentemente sono stati compiuti notevoli progressi in quanto sono state trovate e caratterizzate, fra l'altro, varietà le cui piante producono quantità modeste di stimolanti radicali, o che sfavoriscono l'attacco degli austori, o ancora che bloccano la penetrazione del tubulo germinativo. Queste diverse forme di resistenza sono state marcate per poterle seguire più facilmente nelle fasi di incrocio, e quindi combinate, ottenendo linee di sorgo con elevate caratteristiche di resistenza (Ejeta et al., 2007).

Spesso gli agricoltori africani hanno utilizzato le colture interfila di legumi nel mais, sia come fonte di azoto per le colture, e sia per assicurarsi comunque una fonte alimentare anche nel caso di totale perdita del raccolto del mais, dovuto ad esempio a *Striga*. Le leguminose coltivate non hanno alcun effetto sull'attacco di *Striga*. Tuttavia alcuni ricercatori avevano notato quasi casualmente che una leguminosa arbustiva aveva invece degli effetti eccellenti sul controllo di *Striga*, nel corso di ricerche sull'uso di colture intercalari per eliminare la piralide con strategie "push and pull". Questa è una pratica di gestione integrata che si basa sull'uso di colture intercalari (*push*) per allontanare gli insetti dannosi dalla coltura principale e attrarli (*pull*) in colture trappole, da cui possono essere più facilmente eliminati. La leguminosa oggetto di studio è *Desmodium uncinatum*, che però ha lo svantaggio di poter essere accresciuto solo in aree ristrette (a causa di una ridotta adattabilità) e di poter essere utilizzato, se raccolto fresco, soltanto come mangime per animali. Ci sono eccellenti rapporti che dimostrano l'efficacia di questa specie, che tuttavia ha possibilità di impiego solo laddove vi siano animali da allevamento, perché tale specie non viene usata per l'alimentazione umana (Khan et al., 2007). Studi sono in corso per identificare i fattori responsabili del controllo di *Striga*, in modo da poter individuare altre colture con analoghe proprietà, più adatte alle differenti esigenze colturali e caratteristiche ambientali delle regioni africane.

Vi sono erbicidi sistemici che, quando spruzzati sulle foglie, vengono assorbiti e si muovono attraverso il sistema vascolare, fino a raggiungere le radici, dove possono entrare in contatto con le piante parassite, e controllarle. Inizialmente si è cercato di utilizzare erbicidi a basse dosi, in modo da non colpire le colture, ma senza risultati apprezzabili. Successivamente si è tentato l'impiego di ibridi di colture resistenti agli erbicidi (Joel et al., 1995). Questa strategia, per quanto estremamente valida, richiedeva comunque l'impiego di sementi commerciali e di macchine per i trattamenti, poco diffuse e molto costose. Recentemente è stato proposto, con risultati estremamente interessanti, l'impiego di semi pretrattati con erbici-

di. In questo modo l'erbicida si diffonde sistemicamente nel seme di mais dopo la germinazione, proteggendo la pianta dall'attacco di *Striga*, senza la necessità di macchinari e con un consumo di erbicida molto più basso, e quindi con una maggiore compatibilità ambientale (Gressel, 2008). Uno studio sulla accettabilità di queste tecnologie è stato recentemente svolto con l'ausilio di organizzazioni non governative (De Groote et al., 2008), distribuendo per un anno i semi così trattati. Il successo è stato clamoroso, tanto che le compagnie non sono state in grado di soddisfare le richieste nell'anno successivo. Poiché la coltura è ulteriormente avvantaggiata dalla disponibilità di fertilizzante, i semi venivano distribuiti agli agricoltori insieme a sacchetti contenenti il fertilizzante. Il vantaggio enorme di questa tecnologia, oltre alla economicità, è che la coltivazione interfila dei legumi non è preclusa, come invece sarebbe nel caso di normali trattamenti con erbicidi (Kanampiu et al., 2003).

Interessanti risultati sono stati raggiunti con l'impiego come micoerbicidi di isolati di *Fusarium* specifici per *Striga*, in particolare forme speciali di *F. oxysporum* (Ciotola et al., 1995; Elzein e Kroschel, 2004). I conidi di *Fusarium* possono essere applicati sotto forma di un macinato, nel terreno, o miscelati direttamente con i semi delle colture. Inizialmente si pensò che la preparazione del materiale potesse dare origine a piccole industrie locali, e vennero avviati programmi in questo senso. Tuttavia, poiché la gestione dei microrganismi non è di facile realizzazione, le tendenze più recenti prediligono invece l'idea di organizzare delle produzioni e distribuzioni centralizzate del materiale, che possano garantire una maggiore qualità e affidabilità del prodotto microbico (Venne et al., 2009)

### 3.c *Problematiche ambientali e sociali*

In epoca coloniale la diffusione di *Striga* (*S. hermonthica* in particolare) è stata contenuta per una serie di ragioni: nei suoli fertili aveva un ridotto impatto, la manodopera locale veniva impiegata per rimuovere le piante di *Striga* impedendone la produzione dei semi, e le rotazioni colturali contribuivano a ridurre l'impatto e la diffusione. Infatti, fin quando la popolazione infestante era ridotta a pochi individui sparsi, essa non costituiva un problema perché la specie richiede una impollinazione incrociata legata alla presenza di un lepidottero. E quindi, anche se una singola pianta può produrre facilmente oltre centomila semi, l'insetto deve trovare i fiori all'interno di un campo coltivato, e quindi le possibilità riproduttive sono limitate. La situazione con *Striga* è

progressivamente peggiorata alla fine del periodo coloniale. I governi locali desideravano cereali a basso prezzo per gli abitanti delle città, e quindi i prezzi vennero mantenuti bassi per decreto o per importazione di cereali donati o di scarto dai Paesi occidentali. Gli agricoltori non potevano più affrontare il costo dei fertilizzanti, e la pianta di *Striga* compete meglio in condizioni di scarsa fertilità del terreno. Una volta raggiunto un elevato seed bank nel terreno, la situazione diventa poi irrimediabile, perché anche il ristabilire la fertilità risulta inefficace, in quanto i fertilizzanti “nutrono” tanto le piante parassite quanto le colture, aumentando anzi la produttività delle prime (Ransom et al., 2007).

Nei Paesi in via di sviluppo in generale, e specialmente in Africa, il controllo delle infestanti è relegato in particolare alle donne, soggiogandole a una vita nei campi. Uno studio antropologico ha determinato che durante il periodo in cui è necessario controllare le piante infestanti, circa l'80% del tempo a disposizione di una contadina è trascorso nello svolgimento di tale pratica manuale (Akobundu, 1991). Laddove lavori migliori sono disponibili, anche se si tratta di lavori servili in aziende che sfruttano i lavoratori, le donne preferiscono questi piuttosto che lavorare nei campi. Le infestanti costituiscono una delle principali ragioni per cui la terra diventa improduttiva. E quando ciò avviene, gli uomini lasciano la gestione delle terre completamente nelle mani delle donne, dei bambini o degli anziani. L'abbandono delle terre e la proliferazione delle infestanti determina un ulteriore peggioramento della situazione. Gli uomini si spostano nelle città alla ricerca di lavoro, con la conseguenza della diffusione di malattie trasmesse sessualmente. Uomini e donne affetti da HIV-AIDS sono debilitati, e quindi hanno ancor meno capacità di gestire le terre, e ancor meno ne hanno i bambini quando vengono lasciati orfani nei loro villaggi. E l'Africa si trova in una sorta di spirale discendente: niente fertilizzanti per limitare la diffusione iniziale della *Striga*; meno lavoratori manuali che rimuovono le piante parassite perché gli uomini lasciano le fattorie per le città; diffusione di malattie quali HIV-AIDS e malaria, e quindi ancor meno lavoratori, e quindi aree sempre più ampie sempre più severamente infestate, e così via (Ejeta, 2007; Parker, 2009). Il tutto viene ulteriormente complicato dal fatto che il livello di danno è ancora imprevedibile, per cui in alcuni anni l'attacco è ancora più dannoso. In questa situazione, senza un adeguato sistema di sostegno delle fattorie, gli agricoltori riescono a produrre non più dell'80% del fabbisogno calorico minimo delle famiglie, quindi ben al di sotto del livello di sopravvivenza.

#### 4. XANTHOMONAS WILT (BXW)

Le banane (*Musa* spp.) costituiscono la quarta più importante fonte nutritiva al mondo, dopo riso, frumento e mais. La produzione mondiale annuale è stimata nell'ordine di 100 milioni di tonnellate, di cui solo il 10% entra nei circuiti commerciali, a dimostrazione di come questa coltura sia più importante a livello locale che non per le esportazioni (FAOSTAT, 2006). Circa un terzo della produzione mondiale è concentrata nelle regioni sub-sahariane dell'Africa, dove fornisce circa il 25% del cibo a oltre 100 milioni di persone. Le regioni orientali (Burundi, Kenya, Rwanda, Tanzania e Uganda) sono i maggiori produttori e consumatori di banane in Africa. L'Uganda è il secondo Paese maggiore produttore al mondo dopo l'India (FAOSTAT, 2004). Le banane hanno un'enorme importanza economica e sociale nelle regioni dei grandi laghi africani, in quanto rappresentano sia una fonte di sicurezza alimentare, che di guadagno (Edmeades et al., 2007). In Paesi quali l'Uganda o il Burundi, forniscono più del 30% del fabbisogno calorico quotidiano, raggiungendo persino il 60% in alcune zone. Tale coltura inoltre rappresenta per alcune aree agricole la principale coltura da esportazione, e quindi costituisce un'importante fonte di reddito (Abele et al., 2007; Okech et al., 2004).

##### 4.a Agente, diffusione e gravità

Fra gli innumerevoli rischi che minacciano le piantagioni di banane, come la riduzione della fertilità del suolo, insetti o agenti fitopatogeni (Ortiz et al., 2002), la malattia causata dal batterio *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, conosciuta come Banana Xanthomonas Wilt (BXW) rappresenta uno dei rischi emergenti più importanti. Questa malattia fu segnalata inizialmente in Etiopia circa 40 anni fa su *Ensete* sp. (Yirgou e Bradbury, 1968) una specie vicina al genere *Musa*. A partire dal 2001 è stata poi segnalata in Uganda su banano, e da lì si è poi rapidamente diffusa in tutte le regioni bananicole africane. Colpisce praticamente tutte le varietà, anche se la cultivar "Pisang Awak" originaria della Malaysia sembra essere la più suscettibile (Tushemereirwe et al., 2006). Le piante colpite mostrano sintomi consistenti in un progressivo ingiallimento e appassimento delle foglie e una rapida e anticipata maturazione dei frutti, che presentano macchia giallastre nella polpa e cicatrici marrone. Sui fiori i sintomi

includono avvizzimento delle brattee, marciume delle infiorescenze maschili, e imbrunimento del rachide. Le piante possono quindi interamente avvizzire e marcire. La comparsa dei sintomi è molto rapida, divenendo evidente già dopo 3 o 4 settimane dall'inizio della infezione. Ciò dipende comunque dalle modalità di infezione, dalle condizioni ambientali, dallo stato della pianta e dalla cultivar. L'infezione può avvenire: a livello della infiorescenza, quando il batterio viene trasportato da insetti vettori; per trasmissione meccanica dovuta all'impiego di attrezzi infetti; a livello radicale, quando è il terreno a essere infetto in seguito alla presenza di residui vegetali infetti (Mwangi e Bandyopadhyay, 2006; Tripathi et al., 2008); per diffusione di materiale di propagazione infetto; per opera di schizzi di pioggia contenenti il batterio.

La malattia ha un impatto devastante perché si sviluppa molto rapidamente e in forma gravissima, determinando la morte delle piante intere, anche quelle utilizzate per la propagazione (Tripathi et al., 2007). Inoltre, i campi infestati non possono essere ripiantati a banana almeno per 6 mesi, a causa della persistenza del patogeno nel terreno. Una volta che il patogeno ha avviato l'infezione, la limitazione dei danni è estremamente difficile, e la cura assolutamente impossibile (Eden-Green, 2004). A partire dal 2001 la malattia in alcune aree si è diffusa in maniera impressionante, determinando in alcune aree perdite anche del 60%. Ciò ha indotto, ad esempio, il governo ugandese a costituire una task force per la eradicazione della malattia (Tushemereirwe et al., 2006), basata fra l'altro sul taglio e distruzione con il fuoco delle piantagioni malate, la riduzione del trasporto di materiale per evitare la diffusione della infezione, la sterilizzazione di tutti gli attrezzi. Anche se questi interventi portarono a una riduzione della incidenza della malattia, si sono dimostrati scarsamente sostenibili soprattutto in considerazione degli elevati costi e della difficoltà di istruire la popolazione e di gestirne i rapporti.

Si è stimato che se non controllata, la malattia può diffondersi aumentando la superficie interessata con una velocità dell'8% all'anno (Kayobyo et al., 2005). Il danno prodotto annualmente dalla malattia è stimato in circa 2 miliardi di dollari, e di almeno 8 miliardi se proiettati in un periodo di dieci anni. Un recente studio ha stimato perdite pari al 53% nella produzione di banane in Uganda in dieci anni. Le perdite di produzione provocate dalla malattia metterebbero a rischio la sicurezza alimentare di circa 100 milioni di persone e il reddito di milioni di agricoltori della regione dei Grandi Laghi dell'Africa centrale e orientale (Tripathy et al., 2009).

#### 4.b *Gestione*

Questo scenario ha delle notevoli conseguenze sulla gestione della malattia. Di solito, le misure di controllo della malattia si basano su una soglia economica, vengono cioè messe in pratica quando le perdite sono superiori ai costi di gestione della malattia (Peterson e Hunt, 2003). A questo proposito, la gestione della batteriosi presenta diversi problemi, come quello di una scarsa dannosità nelle fasi iniziali dell'epidemia, e quindi una di ridotta propensione a intervenire per tempo, in quanto i danni conseguenti la distruzione delle piantagioni malate sarebbero, nell'immediato, superiori ai benefici. Questo è ulteriormente complicato dal fatto che la malattia ha un decorso estremamente rapido, e quindi spesso i produttori iniziano a prendere provvedimenti quando è già troppo tardi (Biruma et al., 2007).

La gestione di malattie in coltivazioni tropicali perenni come il banano è una continua sfida. Le misure di gestione comprendono un insieme di interventi di prevenzione (contenimento), riduzione dell'impatto in aziende in cui la malattia è presente (management) e riabilitazione di aree precedentemente infette e risanate. L'intervento congiunto con campagne di informazione e supporto, assistenza tecnica e sostegno economico operato dai governi locali supportati da organizzazioni transnazionali e internazionali è di fondamentale importanza in queste circostanze. Da questo punto di vista, i risultati avuti nei diversi Paesi sono disformi. In aree come l'Uganda e la Tanzania, dotati di una attiva leadership politica, si è ottenuta una riduzione dell'impatto della malattia superiore al 90%. In altri Paesi, con realtà politiche e sociali differenti e difficili come la Repubblica Democratica del Congo, nello stesso periodo la diffusione della malattia si è invece praticamente quadruplicata (Mwangi et al., 2008). L'agenzia degli Stati Uniti per lo sviluppo internazionale ha creato una unità di crisi, che nel periodo dal 2005 al 2008 ha aiutato i Paesi più poveri a mitigare gli effetti della malattia in termini di sicurezza alimentare e sociale, in modo che la riduzione della produzione di banane in Paesi come Burundi, Kenya o Tanzania, avesse un impatto sociale meno devastante. Tale task force prevedeva degli interventi differenziati a seconda delle severità della malattia, in modo da: ridurre la diffusione nelle aree in cui ancora non era molto diffusa; creare delle alternative colturali, nelle aree in cui aveva già degli effetti devastanti; preparare una graduale sostituzione o integrazione della coltura, laddove la situazione era in progressivo aggravamento. Opportunamente informati e addestrati, la maggior parte dei piccoli coltivatori si sono mostrati disponibili a sostituire la coltivazione di banano

soprattutto con colture annuali non suscettibili a *Xanthomonas*, come fagioli, manioca, mais, patata, che possono costituire delle valide alternative colturali e alimentari (Tushemereirwe, 2001).

La rimozione tempestiva delle infiorescenze maschili consente di interrompere la trasmissione da parte di insetti vettori, che in alcune aree rappresenta la forma di trasmissione più importante, rallentando quindi in maniera anche decisiva lo sviluppo della malattia. Tuttavia questa pratica in alcune aree ha trovato scarsa applicazione, in particolare perché per ignoranza molti coltivatori si rifiutavano di eseguire questa pratica, ritenendola dannosa per la qualità della coltura (Kagezi et al., 2006). Una volta che la malattia ha preso piede, non c'è altro rimedio se non rimuovere e distruggere tutti i residui vegetali. Se ciò viene fatto con cura, bisogna comunque attendere diversi mesi prima di poter reintrodurre la coltura, in quanto il patogeno sopravvive a lungo sui residui colturali (Turyagyenda et al., 2007). L'impiego di pratiche agricole e operazioni colturali possono ridurre la diffusione della malattia. Le piante vengono riprodotte distaccando i numerosi succhioni che si formano, e ripiantandoli. Ad esempio, anche semplicemente osservare attentamente i succhioni prima del trapianto, o attendere un paio di giorni prima del trapianto per valutare l'eventuale comparsa dei sintomi, può avere degli effetti positivi inimmaginabili nella gestione della malattia.

Non esistono cultivar completamente resistenti alla batteriosi, ma ve ne sono alcune che sfuggono alla infezione della infiorescenza in quanto possiedono fiori con brattee persistenti e più difficilmente raggiungibili dall'insetto vettore, oppure fiori che non producono essudati e quindi meno attrattivi per gli insetti. Non si tratta quindi di resistenza vera e propria, ma semplicemente di caratteristiche anatomiche o fisiologiche che rendono alcune varietà meno esposte al rischio di infezione (Mwangi et al., 2006).

L'impiego di varietà resistenti sarebbe estremamente auspicabile ed economicamente conveniente. Alcuni studi per lo screening e la valutazione di germoplasma di varietà locali ha permesso di identificare alcune linee dotate di caratteristiche di resistenza. Il problema principale in questo caso è che il miglioramento genetico tradizionale, basato su incrocio e selezione, è scarsamente praticabile per problemi di sterilità di molte di queste cultivar, accoppiato ai lunghi tempi necessari per la crescita e la selezione.

Altre possibilità di intervento in corso di studio sono basate sulla ingegneria genetica e il trasferimento di geni di resistenza mediante l'impiego

di sospensioni cellulari embrioniche, lo sviluppo di colture di tessuti meristemati, il trasferimento di geni che inducono reazioni di ipersensibilità (Ganapathi et al., 2001; Hernandez et al., 1999; Khanna et al., 2004; Wei e Beer, 1996). In particolare, riguardo questa ultima strategia, recentemente l'Istituto Internazionale di Agricoltura Tropicale (IITA) ha ottenuto una licenza per l'impiego del gene *pflp* (induttore di ipersensibilità aspecifica) per la produzione di banane resistenti alla batteriosi, nelle regioni africane sub-sahariane. Gli studi sono in una fase avanzata, a dimostrazione che le collaborazioni internazionali, gli sforzi congiunti, nonché una visione "aperta" e "fiduciosa" circa le tecnologie a disposizione, possono portare ad affrontare in maniera decisiva anche i problemi o le malattie apparentemente più difficili da risolvere.

#### 4.c *Problematiche economiche e sociali*

Nei Paesi in cui la malattia è presente, il BXW determina in primo luogo una riduzione drastica nella produzione di banana, con conseguenti problemi economici e sociali, differenti a seconda dei Paesi. Ad esempio, in Indonesia e nelle Filippine il BXW colpisce prevalentemente le varietà di banana destinate all'esportazione, come la "Pisang Kepoc". Nell'isola indonesiana di Suawesi la malattia ha provocato conseguenze economiche molto gravi, costringendo all'abbandono della coltivazione di tale varietà (Karamura et al., 2005). Nelle Filippine, la malattia sta interessando le piantagioni di "Cavendish", la varietà commerciale più importante a livello planetario, destinata quasi interamente al commercio estero, che rappresenta una importante fonte di reddito per i Paesi produttori e per le compagnie esportatrici. Oggi, la banana "Cavedish" corre gravi rischi a causa delle conseguenze determinate dalla simultanea presenza del BXW e del *Banana bunchy top virus* (BBTV) compromettendo gravemente le economie dei Paesi coinvolti.

La situazione più allarmante riguardo alle problematiche economiche e sociali generate dalla diffusione del BXW si registra certamente nell'area sub-sahariana e nei Paesi del centro-ovest in Africa. Le maggiori conseguenze economiche e sociali legate alla presenza del BXW riguardano gli effetti sulle opportunità di vita e sulla sicurezza alimentare delle popolazioni coinvolte.

In Etiopia e nei Paesi compresi nella regione dei Grandi Laghi (Kenya, Rwanda, Tanzania e Uganda) sta provocando gravi perdite di produzione, in parte ancora difficilmente quantificabili (FAO, 2009). In particolare, in Uganda, nel periodo che va dal 1995 al 2006 si è registrata una perdita di

produzione pari a circa 3,7 milioni di tonnellate di banane. In Rwanda, in un solo anno, la malattia ha invaso centinaia di ettari di terreno adibito alla produzione di banana, provocando la perdita dell'intero raccolto. (FAO, 2009). La sopravvivenza di milioni di persone, in questi Paesi è intimamente legata alla produzione e al consumo di banane. La banana occupa, infatti, una posizione importante nell'economia dei Paesi dell'Africa sub-sahariana. La banana è l'elemento principale della dieta alimentare e contribuisce in modo determinante alla sicurezza alimentare. Il consumo annuale pro capite di banane raggiunge circa i 190 kg in Uganda, 140 in Rwanda, 90 in Kenya e 20 in Tanzania (FAOSTAT, 2007).

Essa costituisce inoltre un'importante reddito per circa il 30% dei contadini che vendono generalmente dal 25% al 50% dell'intera produzione, soprattutto nelle regioni dell'ovest (Okech et al., 2004). Nel 2005, sono state prodotte più di 9,7 milioni di tonnellate di banana. L'Uganda dipende principalmente dalla banana per la sicurezza alimentare. Si stima che più di sette milioni di ugandesi dipendono da questo alimento per la propria sopravvivenza, tanto che in Uganda si usa il termine "matooke" sia per indicare la banana che per indicare il cibo in generale. Secondo l'Uganda Bureau of Statistics, negli ultimi dieci anni si è avuto un continuo declino della produzione, quasi dimezzata, contro il quasi raddoppio della popolazione. Quindi si è avuto un notevole aumento della domanda e una contrazione dell'offerta. La riduzione della produzione sta facendo lievitare enormemente i prezzi, a volte anche quadruplicati in pochi anni (FAOSTAT), e a farne le spese sono i particolare i consumatori locali che in una economia debole come quella della maggior parte dei Paesi centroafricani non hanno più la possibilità di acquistare la loro principale fonte nutrizionale, e quindi con la conseguenza di enormi problemi alimentari, tensioni sociali e instabilità politica (Abele e Pillay, 2007; Kayoby et al., 2005).

La malattia, registrata nel 2008 in ben 39 distretti in Uganda, si è diffusa dal centro del Paese dove esistono larghe sacche di economie di sussistenza legate alla produzione di banana, per poi arrivare nelle aree dell'ovest, in cui la produzione di banana è di tipo intensivo e in gran parte destinata al commercio sui mercati locali. L'infezione è stata registrata in maggior misura nelle aree centrali del Paese, dove si coltivano principalmente le varietà esotiche, come il "Pisang Awak", più suscettibili alla infezione. Nelle aree interessate alla produzione intensiva di banana (sud-ovest) l'infezione invece ha una incidenza minore, in quanto in queste aree si coltiva principalmente le varietà cosiddette "cooking bananas (AAA)", meno suscettibili all'infezione (Tushemereirwe e Opolot, 2005). In Uganda, la riduzione nella produzione di banana dovute al

BXW sono state significative. Le perdite di raccolto stimate nel periodo 2001-2004 si attestano su di una soglia pari al 30-52% (Karamura et al., 2006). Tali perdite hanno colpito in maniera drammatica le famiglie di coltivatori peggiorando i livelli di sussistenza, visto che il 60% delle entrate di reddito derivano dalla produzione di banana. A seguito degli effetti provocati dalla malattia sui raccolti, molte famiglie hanno abbandonato la coltivazione di banana. Si stima che le perdite cumulative di raccolto di banana possono superare, in Uganda, i 5 miliardi di dollari nell'arco di 10-15 anni, con perdite annuali di cibo e reddito per i contadini pari a oltre 200 dollari, una enormità per quelle economie (Kalyebara et al., 2006). La perdita di raccolto di banana sta determinando un aumento del prezzo di tale bene sui mercati locali, penalizzando la popolazione urbana e rurale a più basso reddito. I contadini compensano le perdite di raccolto attraverso l'innalzamento dei prezzi sui mercati locali (FOODNET, 2006). Ciò crea conseguenze drammatiche sui consumatori che sono costretti a ridurre la quantità di banane da acquistare. Tale fenomeno colpisce la popolazione a più basso reddito, provocando un peggioramento nei livelli di sicurezza alimentare del Paese, considerato che in Uganda dal 35 al 50% del reddito finalizzato all'acquisto di cibo della popolazione viene destinato al consumo di banana. L'aumento del prezzo delle "cooking bananas" costituisce a oggi un disincentivo per i contadini dell'area del sud-ovest che non stanno adottando alcuna forma di controllo e prevenzione della malattia (Biruma et al., 2007). Nelle aree in cui sono stati realizzati interventi preventive e di gestione di tipo partecipato si è ottenuta invece una riduzione della incidenza della malattia fino al oltre il 25% fra il 2001 e il 2004 (Kayobyo et al., 2005).

Nella Repubblica Democratica del Congo, la malattia è presente in maniera devastante nelle province del Nord Kivu, zona di confine con il Rwanda. Anche in questo Paese, la banana rappresenta l'alimento base della dieta alimentare della popolazione. Il raccolto di banane garantisce il 90% delle entrate di reddito per le famiglie di contadini. L'attività economica in tali province è attualmente in crisi anche a causa degli episodi di conflitto e di violenza che da diversi anni stanno interessando il governo congolese e la milizia militare rwandese.

La situazione è preoccupante anche in Rwanda, dove le piantagioni di banana occupano il 23% della superficie coltivabile con una produzione annuale di circa 2,4 milioni di tonnellate. Anche in Rwanda la banana costituisce alimento principale della dieta della popolazione e contribuisce per il 60-80% alle entrate di reddito delle famiglie (Okech et al., 2004).

A livello previsionale per il prossimo futuro, le conseguenze più drammatiche generate dal BXW si realizzeranno nei Paesi in cui la sicurezza alimen-

tare dipende dal consumo di banana e in cui già vi sono livelli medio-alti di insicurezza alimentare. In termini previsionali, Paesi come il Rwanda che dipende dalla banana per la sicurezza alimentare della popolazione ma che, rispetto all'Uganda, versa in condizioni di più alta insicurezza alimentare, subirà le conseguenze economiche e sociali più drammatiche a causa della presenza della malattia.

## 5. RUGGINE DEL FRUMENTO - UG99

### 5.a *Agente: origine, virulenza, epidemiologia*

Il microrganismo responsabile della ruggine del frumento è un fungo microscopico classificato come *P. graminis* f. sp. *tritici*. L'agente patogeno è anche conosciuto come ruggine nera o ruggine estiva a causa della abbondante produzione di lucenti teliospore nere che vengono formate alla fine della stagione estiva. Era considerata una temibilissima malattia in molte aree di coltivazione del frumento in tutto il mondo ed è nota sin dal tempo dei latini (Savastano, 1890). Il timore per questa malattia era dovuto soprattutto alla scarsa conoscenza del suo ciclo biologico e alla sua imprevedibilità. Infatti, un campo apparentemente sano, durante la fase di ingrossamento e maturazione delle cariossidi e quindi poche settimane prima della raccolta, poteva essere rapidamente ridotto a un ammasso scuro di fusti rotti e cariossidi raggrinzite. Solo a partire dal secolo scorso gli studi compiuti hanno permesso di conoscere meglio il patogeno, di osservare l'esistenza di diverse razze dotate di una diversa capacità di produrre malattia, ma anche di cultivar di frumento dotate di differenti gradi di resistenza a questa malattia. Sono quindi stati avviati programmi di miglioramento genetico anche combinando diversi geni di resistenza e creando cultivar resistenti che hanno permesso in buona parte di ridurre la dannosità della malattia. Nonostante il patogeno dimostri, nel tempo, di essere in grado di superare le diverse fonti di resistenza, nuove cultivar resistenti sono selezionate e commercializzate, permettendo quasi sempre di prevenire o limitare i danni. Alcune gravi epidemie sono avvenute negli anni '40 e '50 in Australia e negli Stati Uniti, ma sono state poi controllate. Vi sono poi altre aree in cui la malattia compare di tanto in tanto in forma decisamente grave.

Questa ruggine è particolarmente importante nella fase finale della crescita delle piante, su colture a semina o a maturazione tardiva, e ad altitudini minori. Nelle aree caldo umide come quelle africane, la malattia si conserva di

anno in anno su colture infette e su graminacee spontanee. Come per tutte le ruggini, le spore di *P. graminis* vengono disperse principalmente per via aerea. La maggior parte delle spore si sposta solo per brevi distanze, contribuendo allo sviluppo di epidemie a livello locale. Tuttavia una piccola quantità di spore possono essere trasportate anche a grandi distanze e causare nuove infezioni. Per esempio Watson e de Sousa (1983) riportano un trasporto di spore all'Africa meridionale all'Australia. Questa ruggine per completare il ciclo sessuale richiede la presenza del Crespino (*Berberis vulgaris*), tuttavia nel caso del frumento il completamento del ciclo non è più considerato importante dal punto di vista epidemiologico. La sopravvivenza dell'inoculo è, infatti, legata in particolare alla presenza di piante di frumento cosiddette "volunteer" cioè quelle nate da semi di varietà coltivate dispersi nell'ambiente, e quindi cresciute come piante spontanee, grazie alle quali rimane costantemente presente nell'ambiente sotto forma di uredospore. A partire da un focolaio, il patogeno diffonde nell'ambiente grazie a una espansione progressiva, cioè attraverso la migrazione continua verso areali adiacenti dove ci sia la presenza di piante suscettibili. Ovviamente, a prescindere dalle modalità di diffusione, affinché si realizzi un'epidemia è necessario che vi sia un'alta densità di ospiti suscettibili in aree molto estese con caratteristiche ambientali idonee.

Nel corso degli ultimi anni un ceppo denominato Ug99 ha provocato gravi epidemie in alcuni dei Paesi dell'Africa dell'est e nella zona del Corno d'Africa (Etiopia, Kenia, Sudan, Uganda). Tale ceppo deve il suo nome al fatto che fu scoperto in Uganda nel 1999. A partire dal 2001 l'epidemia raggiunse il Kenya, per arrivare dopo due soli anni in Etiopia. Oggi l'Ug99 ha raggiunto Paesi come lo Yemen e l'Iran e mette a grave rischio epidemico tutta l'area dell'Asia centrale e caucasica (Mackenzie, 2007). Queste aree del mondo, rappresentano insieme il 37% della produzione mondiale di frumento (FAO, 2008a; fig. 4). La capacità dimostrata nel superare molte delle resistenze presenti nelle varietà di frumento coltivate, fanno dell'Ug99 una delle fitopatologie emergenti più pericolose. Il Centro internazionale per il miglioramento del frumento e del mais (CIMMYT, 2005) ha stimato che almeno i due terzi del frumento coltivato in India e Pakistan, che coprono complessivamente circa il 20% della produzione mondiale, siano molto sensibili all'Ug99 e che almeno l'80 per cento delle varietà di frumento che si coltivano in Asia e in Africa siano potenzialmente esposte alla ruggine del frumento, le cui spore trasportate dal vento percorrono lunghe distanze e attraversano interi continenti.

La FAO (2008b) ha individuato quali Paesi a immediato rischio di contagio: Afghanistan, Eritrea, Iran, Oman e Pakistan. Questi, sono seguiti dai Paesi dell'Asia caucasica e centrale (Armenia, Azerbaijan, Georgia, Kazakh-



Fig. 4 Paesi colpiti o minacciati dalla ruggine UG99. Complessivamente tali Paesi producono circa il 37% della produzione mondiale. I numeri nei riquadri bianchi indicano la produzione di frumento nel 2006 in milioni di tonnellate (adattato da «Wheat rust disease global programme», Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008)

stan, Kyrgystan, Turkmenistan e Uzbekistan) considerati ad alto rischio epidemico. Visto che le spore del fungo possono essere trasportate con facilità a breve distanza, anche altri Paesi vicini sono considerati a rischio: Egitto, Iraq, Giordania, Siria e Turchia. Si teme che l'Ug99 raggiunga le pianure indogangetiche dell'India colpendo così una delle aree maggiormente strategiche per la sopravvivenza di milioni di persone.

Attualmente sono stati identificati circa 50 geni che conferiscono resistenza alle differenti razze di ruggine del fusto (geni *Sr*), spesso provenienti

da specie imparentate al frumento. Tuttavia, isolati del patogeno in grado di superare la resistenza da essi conferita sono già ampiamente diffusi, rendendo gli stessi geni non più utilizzabili per la costituzione di varietà resistenti. Fortunatamente ve ne sono alcuni per i quali non sono ancora segnalate razze fisiologiche del patogeno in grado di superarle. Le disastrose conseguenze dovute alla diffusione di Ug99 a partire dall'Uganda (Pretorius et al., 2000) sono principalmente dovute al fatto che questa razza è in grado di superare la resistenza conferita dal gene *Sr31*, largamente utilizzato in quasi tutte le varietà fino ad allora resistenti. Purtroppo essa è anche in grado di superare la resistenza conferita da quasi tutti i geni di resistenza aventi origine da frumento, e anche per il gene *Sr38*, introdotto da *Triticum ventricosum* in moltissime varietà di frumento coltivate in Europa e in Australia. Nelle regioni dell'Africa orientale vi sono condizioni climatiche favorevoli e la presenza di piante ospiti durante tutto l'anno, cosa che favorisce indubbiamente il patogeno. Un aspetto molto importante del problema è quello di comprendere le potenzialità di ulteriore diffusione della malattia a livello globale, e di determinare quale parte del germoplasma mondiale sia potenzialmente a rischio d'infezione da parte della razza Ug99. Molte evidenze indicano che questa possa spingersi ben oltre i confini dei Paesi africani e mediorientali in cui è attualmente segnalata, potendo facilmente espandersi nelle medesime regioni e raggiungere il Sud dell'Asia, e anche l'Asia orientale e quindi gli Stati Uniti. La preoccupazione principale deriva dal fatto che lungo le direttrici indicate sembrano esserci delle condizioni particolarmente favorevoli alla diffusione della malattia.

Nel caso di pandemia un gran numero di famiglie di coltivatori di frumento sarebbero seriamente minacciate, soprattutto quelle che hanno poche alternative colturali. In queste circostanze, lavoratori senza terra dipendenti dal lavoro agricolo sarebbero colpiti gravemente, con un aumento dell'abbandono delle piccole fattorie e l'aumento delle migrazioni verso le città. E questo, come già indicato per altre malattie, avrebbe delle conseguenze sociali ed economiche enormi a livello delle singole nazioni, e si rifletterebbe anche a livello globale.

### 5.b *Contenimento dei rischi*

Anche per la razza Ug99 sono stati identificati dei geni di resistenza che potrebbero essere introdotti nelle varietà coltivate, contribuendo alla riduzione dell'impatto della malattia. Alcuni di questi geni potrebbero essere trasferi-

ti con una certa celerità, per altri invece sarebbero necessari programmi di miglioramento genetico molto più lunghi. Si tratta comunque di una lotta contro il tempo per cercare di alleviare i problemi delle popolazioni locali così duramente colpite dalle carestie dovute al patogeno. L'identificazione di genotipi resistenti che possano adattarsi all'ambiente prevalente dei Paesi interessati, seguita da una rapida e ampia produzione e distribuzione di seme in tali Paesi rimane la migliore strategia di controllo possibile. Nelle fattorie povere del Kenya e dell'Etiopia questo è l'unico vero approccio gestionale affrontabile. Questi interventi permetterebbero anche di ridurre la capacità di diffusione della malattia verso altri areali limitrofi e, se associati alla contemporanea introduzione di varietà resistenti nelle zone dove la malattia non è ancora arrivata, permetterebbe di ridurre le perdite qualora la malattia raggiungesse tali zone.

### *5.c Problematiche economiche e sociali*

La diffusione dell'epidemia dell'Ug99 avviene in un momento storico in cui le riserve mondiali di frumento raggiungono il livello più basso delle ultime quattro decadi e in cui la produzione di bio-combustibili sta sottraendo grandi porzioni di terra alla produzione alimentare. Negli ultimi anni, l'Unione Europea e gli Stati Uniti hanno adottato politiche rivolte a tagliare drasticamente le tradizionali riserve cerealicole di emergenza, e in Europa tali scorte si sono ridotte a circa un milione di tonnellate, rispetto ai 14 milioni dell'inizio del 2007.

Le previsioni sulla produzione mondiale di frumento fornite recentemente dalla FAO sono allarmanti, soprattutto in riferimento ai Paesi che non fanno parte della zona OCSE, in cui si registra una crescita significativa dei consumi di prodotti cerealicoli. Ad aggravare il processo di riduzione delle riserve a livello mondiale è stata anche la siccità riscontrata negli ultimi anni che ha determinato una riduzione di produzioni di cereali a livello mondiale del 3,6% nel 2005 e del 6,9% nel 2006 (FAO, 2008a).

La diminuzione delle scorte mondiali di cereali e nello specifico di frumento ha avuto quale conseguenza primaria la determinazione di alti livelli di volatilità nei prezzi di tali beni alimentari nei mercati locali e internazionali. Il fenomeno dell'agroinflazione (crescita dei prezzi dei prodotti alimentari) ha provocato un innalzamento significativo dei prezzi dei cereali. Ad esempio, nel periodo che va dal 2002 al 2007 il costo del riso è aumentato del 70%, quello della soia del 90% e quello del frumento del 130%. Ciò ha determi-

nato conseguenze drammatiche nei Paesi importatori netti di cereali. In tutto il mondo l'agroinflazione colpisce le classi sociali più povere il cui reddito è speso in maggior misura per i beni alimentari. Le più gravi conseguenze sono provocate nei 77 Paesi poveri importatori netti di prodotti alimentari (*Low Income Food Deficit Countries*), fra i quali ci sono la maggior parte dei Paesi interessati dall'Ug99 e quelli a immediato e alto rischio di introduzione.

Anche se la diffusione dell'Ug99 costituisce una minaccia per la sicurezza alimentare di tutti i Paesi colpiti, le conseguenze sono e saranno tanto più gravi nei Paesi più poveri, in cui il frumento contribuisce in modo significativo alla sicurezza alimentare della popolazione e in cui il soddisfacimento della domanda interna del cereale dipende in gran parte delle importazioni nette estere.

In molti dei Paesi già colpiti dall'epidemia e in gran parte di quelli a immediato o alto rischio di contagio, il frumento è un alimento base della dieta alimentare della popolazione e fornisce circa il 40% delle calorie legate al fabbisogno individuale giornaliero. In alcuni dei Paesi in cui la malattia è già presente si verificano situazioni di crisi alimentare dovute in gran parte al rialzo del costo del frumento e degli altri cereali sui mercati internazionali e locali. La FAO ha recentemente classificato i Paesi che già versano in una situazione di crisi alimentare e quelli a più alto rischio, in cui il fenomeno dell'agroinflazione determina un deterioramento generale della sicurezza alimentare. Nel primo gruppo rientrano Paesi come Kenya, Etiopia ed Eritrea e Tajikistan. Fra i Paesi a rischio, c'è lo Yemen. Si tratta di Paesi in cui l'Ug99 è già presente, o rischia di arrivare a breve termine.

Gli effetti più drammatici sul piano economico e sociale si stanno verificando nei Paesi del Corno d'Africa, la cui economia dipende in gran parte dall'agricoltura e in cui circa il 70% delle popolazioni vive in aree rurali e deve la propria sopravvivenza alla produzione e al consumo di cereali quali mais, sorgo, frumento e manioca, che costituiscono gli elementi basilari della dieta alimentare. In Etiopia e Kenya, Paesi in cui la malattia è già presente, il frumento contribuisce in modo significativo alla sicurezza alimentare della popolazione, e il suo consumo annuo pro-capite nel corso dell'ultimo decennio è aumentato progressivamente, raggiungendo valori di 30 e 27 kg, rispettivamente.

In questi Paesi, tuttavia, la produzione domestica di frumento non riesce a soddisfare la domanda interna, e quindi la quantità più consistente deve essere importata dall'estero. Kenya ed Etiopia sono rispettivamente per circa il 16 e oltre il 22 % importatori netti di cereali, e quindi dipendenti dall'estero per i cereali di prima necessità. I pochi dati presenti in letteratura,

concernenti gli effetti socio-economici della diffusione dell'Ug99 in Kenya ed Etiopia mettono in rilievo, in primo luogo una perdita di produzione significativa di frumento che ha determinato nuovi livelli di vulnerabilità sociale (Fekadu e Gelmesa, 2006). In Kenya si stima che le perdite di raccolto di frumento dovute all'Ug99 arrivino in alcune aree anche a oltre il 70% della produzione complessiva. A seguito delle perdite di produzione di frumento dovute all'Ug99, in Kenya ed Etiopia si è registrato un generale aumento delle importazioni nette di frumento dall'estero, con conseguente rafforzamento della dipendenza esterna dei beni cerealicoli di prima necessità. Le perdite di produzione hanno poi determinato un aumento dei prezzi del frumento sui mercati locali che ha colpito la popolazione urbana e rurale a più basso reddito, provocando un incremento del numero di persone che soffrono per fame e un generale aumento dei livelli di insicurezza alimentare e una generale perdita di *status* sociale dei contadini che si trovano in condizione di abbandonare i propri raccolti.

Per comprendere gli effetti sociali che l'Ug99 determina in queste aree del mondo bisogna tener conto del fatto che le perdite di produzione dovute al fungo amplificano il *deficit* alimentare già esistente, conseguente in particolare alla siccità, capace di generare, in queste aree, una delle crisi alimentari più allarmanti presenti nel contesto mondiale.

Ad esempio in Kenya la scarsità di piogge particolarmente grave nei mesi di marzo e aprile 2009 nelle regioni del sud est e in quelle della costa, unita alla malattia, ha determinato la perdita di gran parte dei raccolti. Ciò ha determinato un aumento nelle importazioni di frumento e mais dall'estero; nel periodo novembre 2008 – giugno 2009 sono stati importati 1,1 milioni di tonnellate di frumento e mais al fine di sopperire alla domanda interna. La scarsa disponibilità di acqua, nelle aree pastorali della zona costiera e del sud est ha peggiorato drasticamente le condizioni di vita della popolazione, aumentando i livelli di mortalità dovuti alla fame, che ha colpito soprattutto la popolazione più povera. I pastori hanno visto ridurre i territori per il pascolo e molti animali sono morti o scappati in cerca di nuove fonti di cibo. A rendere più difficile la situazione, soprattutto per i più poveri è il concomitante fenomeno dell'aumento dei prezzi dei cereali e dei beni alimentari in generale sui mercati locali. A fronte di perdite di produzione di frumento e cereali significative, in Kenya la popolazione si trova ad affrontare il dramma dell'aumento dei prezzi di tali beni, sui mercati locali. Ciò genera un generale aggravamento delle condizioni di sicurezza alimentare. L'aumento dei prezzi colpisce la popolazione urbana e rurale a più basso reddito che non potendo usufruire per la propria

sopravvivenza dei propri raccolti, non ha neanche il potere d'acquisto di tali beni sui mercati locali. In Etiopia, si stima che 4,9 milioni di persone necessitino di aiuti di emergenza alimentare. In questo Paese, gli effetti maggiori provocati dalla siccità, si sono fatti sentire, in particolare, nelle aree dell'Oromyia e Amhara. In questo Paese, a seguito della scarsità delle piogge registrata nel periodo a cavallo fra i mesi di marzo-giugno 2009 e la diminuzione delle terre coltivate, si avrà una drastica riduzione dei raccolti del 2009 (FAO, 2009).

La poca disponibilità di acqua nelle aree centrali del Paese incide negativamente nella germinazione delle piante. Anche le aree pastorali del nord dell'Etiopia sono state colpite dalla siccità. In queste aree, come in quelle pastorali del Kenya, si registra un aggravamento nelle condizioni di vita delle persone, per quanto attiene alla loro sicurezza alimentare e un aumento di morti per fame. Anche in Etiopia, come in Kenya, la popolazione deve affrontare l'aumento dei prezzi dei cereali sui mercati locali con gravi conseguenze sociali, visto il livello di povertà endemica registrato nel Paese.

#### *5.d Problematiche legate alla gestione*

Il premio nobel Borlaug nella veste di scienziato di fama mondiale, per l'impegno dimostrato nella gestione delle epidemie del frumento, da cui deriva il premio per la pace ottenuto nel 1970, aveva denunciato il ritardo con cui la comunità internazionale aveva iniziato a interessarsi dell'Ug99. Infatti già quanto la malattia aveva raggiunto il Kenya, appena tre anni dopo la segnalazione della malattia in Uganda, Borlaug aveva segnalato una scarsa capacità della comunità scientifica a comprendere la gravità della situazione (Mackenzie, 2007). Ad avviso dello scienziato, infatti, nonostante l'avvio dell'epidemia risalesse al 1999, il compiacimento di risultati raggiunti in passato aveva favorito un atteggiamento di riduzione di interesse per tali problematiche, tradottosi nello smantellamento di corsi di formazione per le popolazioni locali e programmi di ricerca sulla resistenza del frumento. La scarsa serietà con cui si è affrontata, in partenza, la diffusione di questa avversità fitopatologia emergente, ha messo a rischio la sopravvivenza di intere comunità nei Paesi del corno d'Africa e ritardato l'impegno scientifico rivolto alla ricerca di soluzioni capaci di frenare l'attuale avanzamento del fungo mortale.

Il rischio di epidemia è legato anche alle scarse capacità dei contadini presenti nelle aree povere del mondo di gestire lo sviluppo della malattia.

Nel continente africano, la cresciuta dipendenza di molti Paesi dagli aiuti di emergenza alimentare è andata di pari passo con una sostanziale riduzione, da parte dei governi nazionali negli investimenti nel settore agricolo, con particolare riferimento ai programmi di educazione dei contadini, di ricerca e di sviluppo rurale. Questo fenomeno generale ha interessato tutti i Paesi che oggi sperimentano il contagio dell'Ug99 o ad alto rischio di infezione (FAOb, 2008).

## 6. PANAMA DISEASE

La “malattia di Panama” conosciuta anche come fusariosi del banano (*Musa* sp.) è una delle più note fra le malattie delle piante (Simmonds, 1966; Stover, 1962). Benché il patogeno sia originario probabilmente del sud est dell'Asia, la malattia fu dapprima segnalata in Australia nel 1876 (Ploetz e Pegg, 1997). Negli anni intorno al 1950 solo pochissime regioni al mondo erano esenti da questa malattia. Attualmente si ritrova in tutte le aree di produzione, eccetto le isole del Pacifico meridionale, il Mediterraneo, la Melanesia e la Somalia.

### 6.a *Agente*

La malattia di Panama è causata da *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *cubense*. È una delle oltre cento forme speciali di questa specie in grado di causare malattie vascolari, che comprende forme patogene e saprofite che non possono essere distinte morfologicamente. Sono stati descritte 4 “razze” di questa forma speciale, di cui solo tre colpiscono il banano, mentre la quarta (razza 3) è un patogeno dell'eliconia, una specie affine al banano. La razza 1 causò l'epidemia della Gros Michel e colpisce altre cultivar. La razza 2 colpisce principalmente le varietà di banane da cucina, quelle cioè utilizzate cotte o arrostiti dalle popolazioni locali (Beckman, 1990). La razza 4 è la più distruttiva, perché colpisce tutte le cultivar attaccate dalla razza 1 e 2, e in più la cultivar Cavendish. Studi di compatibilità somatica e vegetativa hanno permesso di identificare e caratterizzare oltre 20 popolazioni di questo patogeno (Ploetz e Pegg, 1997), dimostrando una grande e preoccupante variabilità. I rizomi sono solitamente impiegati per la propagazione vegetativa della pianta e poiché essi solitamente non mostrano sintomi dell'attacco di *F. oxysporum* f.sp. *cubense*, essi rappresentano il principale sistema di diffusione del patogeno, che può comunque diffondersi anche attraverso il terreno, l'acqua, o i mezzi meccanici utilizzati in agricoltura.

I primi sintomi si sviluppano internamente a livello delle radici (secondarie). Essi progrediscono poi nel rizoma e nello pseudofusto. Successivamente, striature o macchie brune appaiono sulla superficie o all'interno delle lamine fogliari più vecchie. I primi sintomi esterni sono costituiti dall'ingiallimento delle foglie più vecchie, seguito poi dall'avvizzimento o curvatura delle foglie. Al procedere della malattia, le foglie via via più giovani collassano, finché l'intera chioma muore.

### 6.b *Gestione*

Vi sono pochissime possibilità di controllo di questa malattia letale. Il controllo chimico ha possibilità molto limitate. Persino la fumigazione con il bromuro di metile è scarsamente efficace, in quanto il patogeno ricolonizza rapidamente il suolo fumigato (Herbert e Marx, 1990). Iniezioni con fungicidi quali il carbendazim hanno fornito effetti molto limitati e spesso non ripetibili, come anche la solarizzazione. L'impiego di suolo soppressivo (Tousoun, 1975) o interventi di lotta biologica sono risultati piuttosto inefficaci. L'impiego di piante esenti da patogeni ottenute in vitro in terreni non infestati (Ploetz e Pegg, 1999) può contribuire a limitarne la diffusione, ma i costi di queste tecniche sono scarsamente sostenibili. La resistenza genetica potrebbe rappresentare una buona strategia di gestione della malattia (Ortiz et al., 1995). Alcuni cultivar resistenti sono state identificate, e programmi di incroci hanno permesso di ottenere ibridi resistenti, che tuttavia non posseggono ancora le caratteristiche organolettiche e commerciali necessarie. Nonostante ciò, questo approccio sembra essere al momento quello più perseguibile.

### 6.c *Conseguenze economiche*

La malattia di Panama colpisce molte cultivar di banana, anche se è maggiormente conosciuta per i danni che provoca su una singola varietà. Prima del 1960 il commercio internazionale si basava interamente sulla cultivar (suscetibile) "Gros Michel". La grande e pressoché unica diffusione di questa varietà, insieme alla pratica comune di usare rizomi (spesso infetti) per la realizzazione di nuove piantagioni determinò una grande e incontrollabile diffusione della malattia, in particolare nei tropici occidentali. Nella sola Ulua Valley, in Honduras, oltre 30000 ettari furono irrimediabilmente compromessi negli anni fra il 1940 e il 1960. L'infezione si diffuse poi rapidamente in aree quali

il Suriname (4000 ettari distrutti in 8 anni) e Costa Rica (6000 ettari in 12 anni). Considerando che il costo per l'impianto di un bananeto aveva un costo fra i 2000 e i 5000 dollari, è facile calcolare che il danno diretto abbia raggiunto diversi milioni di dollari.

Intorno alla metà del '900, per superare la crisi, la coltivazione di banane per esportazione di tali Paesi fu convertita a cultivar resistenti, del gruppo "Cavendish" (Ploetz e Pegg, 1999). Queste cultivar si adattano bene nelle zone tropicali occidentali, e tuttora costituiscono la base delle esportazioni. Comunque, nelle zone dell'emisfero orientale anche queste cultivar vengono attaccate dalla malattia di Panama, con danni molto gravi, e soprattutto con grande preoccupazione dei produttori dell'emisfero occidentale, perché al momento non si conoscono altre cultivar resistenti, e quindi la diffusione della malattia nelle altre aree di produzione della banana avrebbe effetti devastanti.

## 7. DISCUSSIONE

È ben riconosciuto come i rischi dovuti alla introduzione/invasione di patogeni delle piante, siano esse monocolture, colture orticole, o piante di comunità naturali, va aumentando a causa della globalizzazione, dell'aumento della mobilità umana, dei cambi climatici, e della evoluzione e adattamento dei patogeni o dei loro vettori (Anderson et al., 2004). Nonostante le possibili conseguenze sociali, economiche o ambientali dovute alle malattie emergenti ricevano una minore attenzione rispetto a quelle relative alle malattie umane e animali, negli ultimi anni si assiste a una maggiore considerazione verso queste problematiche al di fuori della comunità fitopatologica. La sicurezza alimentare è minacciata nei Paesi dotati di limitate risorse quando si verificano pandemie su colture di importanza alimentare. La mancanza di raccolti contribuisce direttamente alla malnutrizione, e indirettamente alla diffusione di malattie dell'uomo, e anche al dissesto dell'ambiente, visto che le aree rurali povere vengono abbandonate, con fenomeni di sovraffollamento urbano. Un ulteriore peggioramento della situazione si verifica quando le malattie vengono provocate da organismi che producono micotossine, che possono contaminare il cibo o i mangimi animali, determinando gravissime intossicazioni.

La diagnosi precoce delle malattie e la identificazione dei patogeni costituiscono un elemento essenziale per la possibilità di proteggere le colture e i sistemi vegetali naturali, e sono elementi cruciali per realizzare misure preven-

tive e gestionali verso tali malattie. La mancanza di rapidi sistemi di rilevamento delle malattie ha un impatto estremamente negativo sia sulla possibilità di gestione e di prevenzione delle pandemie, ma anche un peggioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni agricole, e quindi sul commercio. È responsabilità dei governi mettere a punto dei sistemi di controllo che in primo luogo consentano di prevenire o controllare l'introduzione di patogeni nel proprio Paese, ma anche che evitino la diffusione in altri Paesi dei propri patogeni endemici. I sistemi di diagnosi devono inoltre essere combinati a efficaci sistemi di sorveglianza e di allarme, che permettano di indicare per tempo quali siano le priorità da controllare, o quali i rischi emergenti, e la loro provenienza. Altro elemento fondamentale è la gestione di tali sistemi in reti internazionali, che permettano di avere in tempo reale la situazione globale, ma anche di mettere in pratica delle strategie congiunte e coordinate per la prevenzione e la gestione di possibili pandemie (Miller et al., 2009).

Il problema principale dei sistemi di sorveglianza dei patogeni emergenti è che si tratta di tecnologie e sistemi molto costosi e che richiedono una notevole preparazione tecnico-scientifica, unita a una elevata organizzazione su base territoriale, e quindi richiede notevoli investimenti economici e di personale. Nel caso dei Paesi occidentali la messa a punto di sistemi di sorveglianza è più facile da realizzare in quanto esistono già delle reti comunitarie, vi sono maggiori risorse economiche, vi è una maggiore disponibilità ed economicità delle tecnologie necessarie. La conseguenza di tutto ciò è che, considerando i costi, molti Paesi in via di sviluppo hanno un modesto o inesistente sistema di acquisizione e aggiornamento delle liste dei patogeni emergenti all'interno dei loro confini. Questo è particolarmente emblematico nel caso dell'Africa in cui nell'ultimo secolo si è assistito a una diminuzione del numero di segnalazioni di nuove malattie, in confronto con l'Europa dove invece si è avuto, come prevedibile, un drammatico aumento (Waage et al., 2006). La conseguenza è che molte malattie nell'Africa sub-Sahariana semplicemente si diffondono senza possibilità di essere riconosciute e monitorate. In questo contesto, il ruolo delle organizzazioni internazionali (FAO, ITTA, ecc.) diventa di fondamentale importanza.

La disponibilità di adeguati sistemi di monitoraggio permette non solo di prendere delle adeguate misure di sicurezza per evitare la diffusione delle pandemie, ma anche di intervenire in maniera opportuna, in modo da ridurre l'impatto della pandemia stessa, anche in caso di sua diffusione. C'è ad esempio la possibilità di individuare per tempo le strategie di intervento, come ad esempio l'impiego di agrofarmaci, la identificazione di varietà resistenti, ecc.

L'agricoltura dei Paesi cosiddetti sviluppati non è esente da rischi di pandemie, e vi sono numerosi e recenti casi di gravi danni provocati da tali malattie. Ad esempio, negli anni fra il 1991 e il 1996 vi fu una gravissima epidemia denominata "*Fusarium head blight*" causata da diverse specie di *Fusarium* (in particolare *F. graminearum*) che interessò in particolare frumento e orzo (McMullen et al., 1997). Si stima che una superficie di oltre 4 milioni di ettari fu interessata dalla malattia, con una incidenza dal 10 all'80 %, e con danni quantitativi e qualitativi ammontanti a centinaia di milioni di dollari. Tuttavia nei Paesi sviluppati vengono messi in atto dei sistemi di gestione economica e sociale che attenuano gli effetti estremamente dannosi delle malattie. Vi sono infatti: ammortizzatori sociali a sostegno dei lavoratori e delle imprese che consentono alle categorie più direttamente colpite dai danni economici di alleviare le conseguenze negative; riserve alimentari che permettono di non avere problemi di carestia; sistemi di ricerca e servizi di assistenza tecnica che consentono in tempi brevi di trovare delle alternative colturali o delle modalità di gestione delle malattie stesse; diversificazione delle produzioni agricole, che riducono le perdite; sistemi di monitoraggio e allerta che quasi sempre consentono di mettere in atto tempestivamente tutti i sistemi per prevenire e controllare le epidemie.

#### RIASSUNTO

Le "avversità fitopatologiche emergenti" sono tutte quelle causate da agenti patogeni che, in seguito all'influenza di numerosi fattori inerenti al patogeno stesso, all'ospite o all'ambiente inteso in senso lato, sono all'origine di epidemie in certo qual modo inattese e di elevata gravità. Epidemie devastanti, tali da intaccare il tessuto sociale di una collettività e delle quali per l'Europa possiamo trovare traccia solo sui libri di storia dell'agricoltura, rappresentano l'attualità in molti Paesi in via di sviluppo. In questo articolo vengono considerate a titolo esemplificativo alcune delle più importanti avversità fitopatologiche emergenti dei Paesi in via di sviluppo, in particolare quelli centroafricani, illustrandone l'origine, le caratteristiche, i sintomi, le modalità di propagazione, le possibilità di gestione, l'impatto economico e le conseguenze socio-politiche della loro diffusione.

#### ABSTRACT

The "emerging infectious diseases" (EIDs) are those caused by plant pathogens that, owing to the influence of different characteristics of the pathogen, of the host, and of the environment, are at the basis of epidemics, unexpected and very serious to some extent. Devastating epidemics able to affect the social texture of whole communities, and for which at an European level we can find only traces in the books of agriculture history, still occur with high frequency in the developing countries. In the present article some of the most important EIDs

will be considered, with particular attention to those occurring in the Sub-Saharan African countries, describing their origin, characteristics, symptoms, modality of spread, possible control strategies, economic impact and the social-political consequences of their diffusion.

# RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ABELE S., PILLAY M. (2007): *Bacterial wilt and drought stresses in banana production and their impact on economic welfare in Uganda: Implications for banana research in East African highlands*, «Journal of Crop Improvement», 19, pp. 173-191.
- ABELE S., TWINE E., LEGG C. (2007): *Food security in Eastern Africa and the Great Lakes, in Crop Crisis Control Project Final Report*, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- AKOBUNDU I.O. (1991): *Weeds in human affairs in sub-Saharan Africa*, «Weed Technology», 5, pp. 680-690.
- AMUSAN I.O., RICH P.J., MENKIR A., HOUSLEY T., EJETA G. (2008): *Resistance to Striga hermonthica in a maize inbred line derived from Zea diploperennis*, «New Phytologist» 178: 157-166.
- ANDERSON P.K., CUNNINGHAM A.A., PATEL N.G., MORALES F.J., EPSTEIN P.R., DASZAK P. (2004): *Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnological drivers*, «Trends in Ecology & Evolution», 19, pp. 535-544.
- BAR-JOSEPH M., GARNSEY S.M., GONSALVES D. (1979): *The closteroviruses: a distinct group of elongated plant viruses*, «Advances in Virus Research», 25, pp. 93-168.
- BECKMAN C.H. (1990): *Host responses to the pathogen*, in *Fusarium Wilt of Banana*, a cura di R.C. Ploetz, APS Press, American Phytopathological Society, St. Paul, USA, pp. 93-105.
- BIRUMA M., PILLAY M., TRIPATHI L., BLOMME G., ABELE S., MWANGI M., BANDYOPADHYAY R., MUCHUNGUZI P., KASSIM S., NYINE M., TURAGYENDA L., EDEN-GREEN S. (2007): *Banana Xanthomonas wilt: A review of the disease, management strategies and future research directions*, «African Journal of Biotechnology», 6, pp. 953-962.
- BOCK K.R., WOODS R.D. (1983): *Etiology of African cassava mosaic disease*, «Plant Disease», 67, pp. 944-955.
- CIMMYT (2005): *Sounding the alarm on global stem rust. An Assessment of race ug99 in Kenya and Ethiopia and the potential for impact in neighboring regions and beyond*.
- CIOTOLA M., WATSON A.K., HALLETT S.G. (1995): *Discovery of an isolate of Fusarium oxysporum with potential to control Striga hermonthica in Africa*, «Weed Research», 35, pp. 303-309.
- DE GROOTE H., WANGARE L., KANAMPIU F.K., ODENDO M., DIALLO A., KARAYA H., FRIESEN D. (2008): *The potential of a herbicide resistant maize technology for Striga control in Africa*, «Agricultural Systems», 97, pp. 83-94.
- DOGGETT H. (1988): *Sorghum*. Longman, Harlow UK, 512 p.
- EDEN-GREEN S. (2004): *Focus on bacterial wilt. How can the advance of banana Xanthomonas wilt be halted?* «Infomusa», 13, pp. 38-41.
- EDMEADES S., SMALE M., KIKULWE E.M., NKUBA J., BYABACHWEZI M.S.R. (2007): *Characteristics of banana-growing households and banana cultivars in Uganda and Tanzania, in An Economic Assessment of Banana Genetic Improvement and Innovation in the Lake Victoria Region of Uganda and Tanzania*, a cura di M. Smale e W.K. Tushe-mereirwe, IFPRI Research Report 155. IFPRI, Washington, DC, USA, pp. 49-74.

- EJETA G. (2007): *The Striga scourge in Africa: A growing pandemic*, in *Integrating new technologies for Striga control - towards ending the witch hunt*, a cura di G. Ejeta e J. Gressel, World Scientific, Singapore, pp. 3-16.
- EJETA G., RICH P.J., MOHAMED A. (2007): *Dissecting a complex trait to simpler components for effective breeding of sorghum with a high level of Striga resistance*, in *Integrating new technologies for Striga control - towards ending the witch hunt*, a cura di G. Ejeta e J. Gressel, World Scientific, Singapore, pp. 87-98.
- ELZEIN A., KROSCHER J. (2004): *Fusarium oxysporum Foxy 2 shows potential to control both Striga hermonthica and S. asiatica*, «Weed Research», 44, pp. 433-438.
- FAO (2008a): *The state of food insecurity in the world 2008*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0291e/i0291e00.pdf>
- FAO (2008b) *Wheat rust disease global programme*, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0378e/i0378e.pdf>
- FAO (2009) *Crop Prospects and Food Situation*. No. 3-July 2009.
- FAOSTAT (2004) Agriculture Data. 2004. <http://faostat.fao.org/>
- FAOSTAT (2006) Agriculture Data. 2006. <http://faostat.fao.org/>
- FAOSTAT (2007) Agriculture Data 2007. <http://faostat.fao.org/>
- FEKADU M., GELMESA D. (2006): *Review of the status of vegetable crops production and marketing in Ethiopia*, «Uganda Journal of Agricultural Sciences», 12(2), pp. 26-30.
- FOODNET (2006). Market price information for Uganda: <http://www.foodnet.cgiar.org/>
- GARRETT K. A., DENDY S. P., FRANK E. E., ROUSE M. N., TRAVERS S. E. (2006): *Climate Change Effects on Plant Disease: Genomes to Ecosystems*. «Annual Review of. Phytopathology», 44, pp. 489-509.
- GANAPATHI T.R., HIGGS N.S., BALINT-KURTI P.J., ARNTZEN C.J., MAY G.D., VAN ECK J.M. (2001): *Agrobacterium-mediated transformation of the embryogenic cell suspensions of the banana cultivars Rasthali (AAB)*. «Plant Cell Report», 20, pp. 157-162.
- GRESSEL J. (2008): *Genetic glass ceilings: Transgenics for crop biodiversity*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- HERBERT J.A., MARX D. (1990): *Short-term control of Panama disease in South Africa*, «Phytophylactica», 22, pp. 339-340.
- HERNANDEZ J.B.P., REMY S., SAUCO V.G., SWENNEN R., SAGI L. (1999): *Chemotactic movement and attachment of Agrobacterium tumefaciens to banana cells and tissues*, «Journal of Plant Physiology», 155, pp. 245-250.
- HOWELER R.H., OATES C.G., ALLEM A.C. (2001): *Strategic environmental assessment: an assessment of the impact of cassava production and processing on the environment and biodiversity*, Proceedings of the Validation Forum on the Global Cassava Development Strategy, Rome, 26-28 April 2000. FAO and IFAD.
- JOEL D.M., KLEIFELD Y., LOSNER-GOSHEN D., HERZLINGER G., GRESSEL J. (1995): *Transgenic crops against parasites*, «Nature», 374, pp. 220-221.
- KAGEZI G.H., KANGIRE A., TUSHEMERIRWE W., BAGAMBA F., KIKULWE E., MUHANJI J., GOLD C.S., RAGAMA P. (2006). *Banana Bacterial wilt incidence in Uganda*, «African Crop Science Journal», 14, pp. 83-91.
- KALYEBARA M.R., RAGAMA P.E., KAGEZI G.H., KUBIRIBA J., BAGAMBA F., NANKINGA K.C., TUSHEMERIRWE W. (2006): *Economic importance of the banana bacterial wilt in Uganda*, «African Crop Science Journal», 14(2), 93-103.

- KANAMPIU F.K., KABAMBE V., MASSAWE C., JASI L., FRIESEN D., RANSOM J.K., GRESSEL J. (2003): *Multi-site, multi-season field tests demonstrate that herbicide seed-coating herbicide resistance maize controls Striga spp. and increases yields in several African countries*, «Crop Protection», 22, pp. 679-706.
- KARAMURA E., OSIRU M., BLOMME G., LUSTY C., PICQ C. (2005): *Developing a regional strategy to address the outbreak of banana Xanthomonas wilt in East and Central Africa*, Proceedings of the banana *Xanthomonas* wilt regional preparedness and strategy development workshop, Kampala, Uganda, 14-18 febbraio 2005, INIBAP.
- KARAMURA E., KAYOBYO G., BLOMME G., BENIN S., EDEN-GREEN S.J., MARKHAM R. (2006): *Impacts of BXW epidemic on the livelihoods of rural communities in Uganda*, Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium, a cura di Saddler G., Elphinstone J., Smith J., York, UK, p. 57.
- KAYOBYO G., ALIGUMA L., OMIAT G., MUGISHA J., BENIN S. (2005): *Impact of BXW on household livelihoods in Uganda. "Assessing the impact of the banana bacterial wilt (Xanthomonas campestris pv. musacearum) on household livelihoods in East Africa"*, workshop held on Dec. 20, 2005, Kampala, Uganda.
- KHAN Z.R., MIDECA C.A.O., HASSANALI A., PICKETT J.A. (2007): *Field developments on Striga control by Desmodium intercrops in a push-pull strategy*, in *Integrating new technologies for Striga control - towards ending the witch hunt*, a cura di G. Ejeta e J. Gressel, World Scientific, Singapore, pp 241-252.
- KHANNA H., BECKER D., KLEIDON J., DALE J. (2004). *Centrifugation Assisted Agrobacterium tumefaciens-mediated Transformation (CAAT) of embryogenic cell suspensions of banana (Musa spp. Cavendish AAA and Lady finger AAB)*, «Molecular Breeding», 14, pp. 239-252.
- LEGG J.P., OGWAL S. (1998): *Changes in the incidence of African cassava mosaic geminivirus and the abundance of its whitefly vector along south-north transects in Uganda*, «Journal of Applied Entomology», 122, pp. 169-178.
- LEGG J.P., SSERUWAGI P., KAMAU J., AJANGA S., JEREMIAH S.C., ARITUA V., OTIM-NAPE G.W., MUIMBA-KANKOLONGO A., GIBSON R.W., THRESH J.M. (1999): *The pandemic of severe cassava mosaic disease in East Africa: current status and future threats*. Proceedings of the Scientific Workshop of the Southern African Root Crops Research Network (SARRNET), 17– 19 August 1998, Lusaka, Zambia, a cura di Akoroda M.O., Teri J.M., pp. 236–251.
- LEGG J.P., THRESH J.M. (2000) *Cassava mosaic virus disease in East Africa: a dynamic disease in a changing environment*, «Virus Research», 71, pp. 135-149.
- MACKENZIE D. (2007): *Billions at risk from wheat super-blight*, «New Scientist», UK Magazine, 2598, 3 April 2007.
- MANYONG V.M., ALENE A.D., OLANREWaju A., AYEDUN B., RWEYENDELA V., WESONGA A.S., OMANYA G., MIGNOUNA H.D., BOKANGA M. (2007): *Baseline Study of Striga Control Using IR Maize in Western Kenya: an Agriculture Collaborative Study on Striga Control by the African Agricultural Technology Foundation and the International Institute of Tropical Agriculture*. Online: <http://www.aatfafrica.org/publications/IRmaizestudy.pdf>.
- MCGEE D.C. (1997): *Plant pathogens and the Worldwide Movement of Seeds*, APS Press
- McMULLEN M., JONES R., GALLENGER D. (1997): *Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact*, «Plant Disease», 81 (12), pp. 1340-1348.
- MILLER S.A., BEED F.D., LAPAIRE HARMON C. (2009): *Plant Disease Diagnostic Capabilities and Networks*, «Annual Review of Phytopathology», 47, pp. 15-38.

- MWANGI M., BANDYOPADHYAY R. (2006): *Managing Banana Xanthomonas Wilt*, <http://eastafrica.usaid.gov/proxy/Document.1017.aspx>
- MWANGI M., KUBIRIBA J., TUSHEMERIRWE W. (2008): *The political perspective of banana Xanthomonas wilt control in Eastern and Central Africa*, in *Abstracts of Banana 2008: Banana and Plantain in Africa: Harnessing International Partnerships to Increase Research Impact*, IITA, Ibadan, Nigeria, pp. 197.
- MWANGI M., PILLAY M., BANDYOPADHYAY R., TUSHEMERIRWE W., RAGAMA P. (2006): *Progress in understanding mechanisms of host plant tolerance to banana bacterial wilt*, in: *Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium*, 17-20 July 2006, a cura di G. Saddler, J. Elphinstone, e J. Smith, Central Science Laboratory, York, UK, p. 65.
- NWEKE F.I. (1988): *Food Cassava in African Farming and Food Systems: Implications for Use in Livestock Feeds* 1988.
- NWEKE F.I. (1995): *Future Prospects for Cassava Root Yield in Sub-Saharan Africa*, «*Outlook on Agriculture*», 14 (1), pp. 35-42.
- NWEKE F.I., SPENCER D.S.C., LYNAM J.K. (2002): *The cassava transformation: Africa's best-kept secret*. Michigan State University Press, East Lansing, MI.
- OKECH H.O., GOLD C.S., ABELE S., NANKINGA C.M., WETALA P.M., VAN ASTEN P., NAMBUYE A., RAGAMA P. (2004): *Agronomic, pests and economic factors influencing sustainability of banana-coffee systems of Western Uganda and potentials for improvement*, «*Uganda Journal of Agricultural Science*», 9, pp. 432-444.
- ORTIZ R., FERRIS R.S.B., VUYLSTEKE D.R. (1995): *Banana and plantain breeding*, in: *Bananas and Plantains*, a cura di S. Gowen, Chapman & Hall, Londra, pp. 110-146.
- ORTIZ R., FRISON E., SHARROCK S. (2002): *The CGIAR - Future Harvest program for Musa in Africa*, «*Chronica Horticulturae*», 42, pp. 18-24.
- OTIM-NAPE G.W. (1987): *Importance, production and utilization of cassava in Uganda*, Proceedings of the International Seminar on African Cassava Mosaic Disease and its Control, CTA, Wageningen, Olanda, pp. 203-218.
- OTIM-NAPE G.W. (1993): *Epidemiology of the African cassava mosaic geminivirus disease (ACMD) in Uganda*, Ph.D. Thesis, University of Reading, UK, 252 pp.
- OTIM-NAPE G.W., BUA A., THRESH J.M., BAGUMA Y., OGWAL S., SEMAKULA G.N., ACO-LA G., BYABAKAMA B., MARTIN A. (1997): *Cassava Mosaic Virus Disease in Uganda: The Current Pandemic and Approaches to Control*, Natural Resources Institute, Chatham, UK, 65 pp.
- OTIM-NAPE G.W., THRESH J.M., BUA A., BAGUMA Y., SHAW M.W. (1998): *Temporal spread of cassava mosaic virus disease in a range of cassava cultivars in different agro-ecological regions of Uganda*, «*Annals of Applied Biology*», 133, pp. 415-430.
- OTIM-NAPE G.W., THRESH J.M. (2006): *The recent epidemic of cassava mosaic virus disease in Uganda*, in *The Epidemiology of Plant Diseases*, 2nd edition, a cura di B.M. Cooke, D. Gareth Jones e B. Kaye, pp. 521-549.
- PARKER C. (2009): *Observations on the current status of Orobanche and Striga problems worldwide*. «*Pest Management Science*», 65, pp. 453-459.
- PETERSON R.K.D., HUNT T.E. (2003): *The probabilistic economic injury level: Incorporating economic uncertainty into pest-management decision making*, «*Journal of Economic Entomology*», 96, pp. 536-542.
- PLOETZ R.C., PEGG K.G. (1997): *Fusarium wilt of banana and Wallace's line: Was the disease originally restricted to his Indo-Malayan region?* «*Australasian Plant Pathology*», 26, pp. 239-249.

- PLOETZ R.C., PEGG K.G. (1999): *Fusarium wilt*, in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*, a cura di D.R. Jones, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 143-159.
- PRETORIUS Z.A., SINGH R.P., WAGOIRE W.W., PAYNE T.S. (2000): *Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in Puccinia graminis f. sp. tritici in Uganda*, «Plant Disease», 84, p. 203.
- RANSOM J.K., BABIKER A.G., ODHIAMBO G.D. (2007): *Integrating crop management practices for Striga control*, in Integrating new technologies for *Striga* control - towards ending the witch hunt, a cura di G. Ejeta e J. Gressel, World Scientific, Singapore, pp 213-228.
- SAVASTANO L. (1890): *La Patologia vegetale dei Greci, Latini ed Arabi*. «Annuario della Regia Scuola Superiore d'Agricoltura», Portici, 5, 75 pp.
- SIMMONDS N.W. (1966): *Bananas*, 2nd edition, Longmans, Londra.
- STACE-SMITH R., HAMILTON R.I. (1988): *Inoculum thresholds of seedborne pathogens: Viruses*, «Phytopathology», 78, pp. 875-880.
- STOVER R.H. (1962): *Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and Other Musa Species*, CMI, Kew, UK.
- THRESH J.M., OTIM-NAPE G.W. (1994): *Strategies for controlling African cassava mosaic geminivirus*, «Adv. Dis. Vector Res», 10, pp. 215-236.
- TOUSSOUN T.A. (1975): *Fusarium-suppressive soils in Biology and Control of Soil-Borne Plant Pathogens*, a cura di G.W. Bruehl, APS Press, American Phytopathological Society, St. Paul, pp. 145-151.
- TRIPATHI L., ODIPIO J., TRIPATHI J.N., TUSIIME G. (2008): *A rapid technique for screening banana cultivars for resistance to Xanthomonas wilt*, «European Journal of Plant Pathology», 121, pp. 9-19.
- TRIPATHI L., TRIPATHI J.N., TUSHEMERIRWE W.K., BANDYOPADHYAY R. (2007): *Development of a semi-selective medium for isolation of Xanthomonas campestris pv. musacearum from banana plants*, «European Journal of Plant Pathology», 117, pp. 177-186.
- TRIPATHI L., MWANGI M., ABELE S., ARITUA V., TUSHEMERIRWE W.K., BANDYOPADHYAY R. (2009): *Xanthomonas Wilt: A Threat to Banana Production in East and Central Africa* «Plant Disease », 93 (5), pp. 440-451.
- TURYAGYENDA L.F., BLOMME G., SSEKIWOKO F., EDEN-GREEN S. (2007): *Determination of the appropriate fallow period to control Xanthomonas wilt following infection of banana*, Abstracts of ISHS/ProMusa symposium: Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable Production and Improved Livelihoods, pp. 58-59.
- TUSHEMERIRWE W., OPOLOT O. (2005): *BXW history, status and national strategies*, Workshop “Assessing the impact of the banana bacterial wilt *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* on household livelihoods in East Africa”, held on Dec. 20<sup>th</sup> 2005 in Kampala, Uganda.
- TUSHEMERIRWE W.K. (2001): *A century of banana research and development in Uganda: 1898-1998*, «Uganda Journal of Agricultural Sciences», 6, pp. 27-36.
- TUSHEMERIRWE W.K., OKAASAI O., KUBIRIBA J., NANAKINGA C., MUHANGI J., ODOI N., OPIO F. (2006): *Status of banana bacterial wilt in Uganda*, «African Crop Science Journal», 14, pp. 73-82.
- VENNE J., BEED F., AVOCANH A., WATSON A. (2009): *Integrating Fusarium oxysporum f. sp. strigae into cereal cropping systems in Africa*, «Pest Management Science», 65, pp. 572-580.

- WAAGE J.K., WOODHALL J.W., BISHOP S.J., SMITH J.J., JONES D.J., SPENCE N.J. (2006): *T15: patterns of new plant disease spread: a plant pathogen database analysis*, in *Foresight. Infectious Diseases: Preparing for the Future—Future Threats*, a cura di J. Brownlie, C. Peckham, J. Waage, M. Woolhouse, C. Lyall, Office of Science and Innovation, Londra.
- WARBURG O. (1894): *Die kulturpflanzen usambaras*, «Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten», 7, p. 131.
- WATSON I.A., DE SOUSA C.N.A. (1983): *Long distance transport of spores of Puccinia graminis tritici in the Southern Hemisphere*. In Proc. Linn. Soc. N.S.W., 106: 311-321.
- WEI Z.M., BEER S.V. (1996): *Harpin from Erwinia amylovora induces plant resistance*, «Acta Horticulturæ», 411, pp. 427-431.
- YIRGOU D., BRADBURY J.F. (1968): *Bacterial wilt of ensset (Ensete ventricosum) incited by Xanthomonas musacearum sp. nov.*, «Phytopathology», 58, pp. 111-112.

MASSIMO CRISTOFARO\*, SILVIA ARNONE\*, MAURIZIO CALVITTI\*,  
ALESSIO DE BIASE\*\*, VINCENZO DI ILIO\*\*\*

## Avversità entomologiche emergenti nei Paesi in via di sviluppo

### INTRODUZIONE

L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) ha riportato che, malgrado oggi venga prodotta una quantità di derrate sufficiente a soddisfare le necessità di ogni individuo sulla Terra, una evidente condizione di sottonutrizione e di insicurezza alimentare continua a persistere per una parte rilevante della popolazione mondiale: nel 2004 più di 3 miliardi e 700 milioni di persone soffrivano di malnutrizione (WHO, 2004). Il rapporto OMS metteva in luce che, nell'ambito della malnutrizione, le carenze riguardavano soprattutto calorie, proteine, e vitamine A, B, C e D. Anche la FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations) ha messo in luce che la diminuzione di risorse alimentari ha subito un incremento sin dal 1984, sicuramente basato sulla diminuzione di disponibilità di prodotti agricoli primari, in particolare cereali (FAO, 2003). Infatti, sebbene la produzione di cereali sia in continua crescita sia nei Paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo, con un incremento stimato nell'ordine del 18% rispetto alla produzione di 30 anni fa, l'aumento non risponde all'enorme crescita demografica, che interessa in modo particolare i Paesi in via di sviluppo (FAO, 2003; PRB, 2004).

Tra i fattori ambientali che concorrono alla riduzione quali-quantitativa delle produzioni agricole mondiali, gli insetti fitofagi dannosi svolgono un ruolo primario concorrendo alla distruzione di circa il 14% della produzione

\* ENEA – C.R. Casaccia – BAS BIOTEC

\*\* Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

\*\*\* BBICA-onlus, Roma

agricola, mentre per il loro contenimento vengono applicati all'anno circa 3.000 milioni di chilogrammi di pesticidi.

In tutto il mondo il numero di organismi invasivi di origine alloctona considerati dannosi alla produzione agricola e all'allevamento è stimato in 70.000, di cui circa 10.000 è rappresentato da insetti e acari (Heinrichs, 1991; Pimentel, 2007).

Tuttavia, tra di essi, poco meno del 10% viene considerato un organismo particolarmente dannoso; si stima, infatti, che approssimativamente il 99% delle piante coltivate in una regione siano specie non originarie di quell'area, ma introdotte volontariamente in tempi più o meno remoti da altre aree geografiche del pianeta. Quando insetti e acari, specifici per una o più coltivazioni, arrivano in un nuovo ambiente e trovano la loro pianta-ospite, si stabilizzano e tendono a occupare la nicchia trofica vuota moltiplicandosi in assenza di fattori biotici di controllo (Hokkanen e Pimentel, 1989; Pimentel et al., 2000).

D'altro canto, le invasioni di specie di artropodi alloctone sono in rapido e drammatico accrescimento negli ultimi anni. Tale fenomeno è dovuto, in massima parte alle attività antropiche: l'aumento esponenziale della popolazione, dei trasporti di cose e persone, le migrazioni per motivi socio politici da/a zone diverse del pianeta, hanno creato le basi per permettere a specie fitofaghe dannose confinate in alcune aree del pianeta di colonizzare altre aree che erano isolate geograficamente, e quindi impossibili da raggiungere in modo naturale (Meyerson e Mooney, 2007; Nunez e Pauchard, 2009; Westphal et al., 2008). Non appena un Paese diventa più industrializzato, aumentano in modo esponenziale le probabilità che possa subire l'invasione di specie alloctone. Per esempio, Vilà e Pujadas (2001) hanno dimostrato che il numero di importazioni e il livello di sviluppo economico sono le uniche variabili statisticamente rilevanti associate alla densità di specie esotiche nei Paesi sviluppati e in via di sviluppo che si affacciano sul Mar Mediterraneo. Inoltre, studi recenti in Cina hanno dimostrato che l'aumento di specie invasive è direttamente correlato con la crescita dello sviluppo economico dal 1970 (Lin et al., 2007).

I fattori socio-economici sono la chiave di lettura per comprendere i processi che hanno determinato l'insorgenza delle invasioni di specie alloctone (Levine e D'Antonio, 2003; Taylor e Irwin, 2004; Williamson, 2006).

Questo tipo di evoluzione della colonizzazione, basato in gran parte su criteri e cause antropiche, introduce il concetto relativamente nuovo di "specie fitofaga dannosa extra-territoriale" (*insect pest*), in relazione a un organismo

di importanza economica, considerato dannoso per la produzione agricola in tutti i Paesi in cui si è infeudato, e che può raggiungere per le sue caratteristiche biologiche e in circostanziate condizioni ambientali favorevoli, un livello di impatto epidemico e che quindi, per il suo controllo, richiede interventi integrati e collaborazione tra diversi Paesi (FAO, 1996).

Le differenze nell'introduzione di specie invasive alloctone non sono solamente legate al fattore quantitativo, ovvero alle dimensioni delle popolazioni, ma anche qualitativo, ovvero alla varietà di specie che vengono introdotte (Jimenez et al., 2008).

Tra le avversità di tipo extra-territoriale vengono considerate molte specie di organismi in grado di procurare ingenti danni all'agricoltura nei Paesi in via di sviluppo, e che possono essere raggruppate nelle seguenti 3 categorie:

1. *Specie "fitofaghe dannose" migratorie.* Sono forse le uniche specie in grado di invadere dei territori anche parecchio lontani fra loro senza ricorrere "all'aiuto" involontario dell'uomo. La loro terribile efficacia è data dalla grande resistenza e capacità a compiere lunghi spostamenti e al loro comportamento gregario. Le loro migrazioni sono determinate da avverse condizioni climatiche. Tra queste vanno annoverate alcune specie di falene migratorie (sfingidi) e le locuste.
2. *Specie "fitofaghe dannose" da quarantena.* Possono essere considerate forse come le specie più dannose. Infatti, anche se non arrivano autonomamente, queste specie si distribuiscono nel nuovo areale con una strategia di colonizzazione che permette di manifestarsi con tutta la sua devastante potenzialità solo dopo aver costruito una popolazione sufficientemente numerosa. A quel punto, è estremamente difficile, se non impossibile debellarle, e ci si deve organizzare con programmi integrati di difesa per cercare di contenerle. Tra di esse, vanno riportate come esempio diverse mosche della frutta, alcuni lepidotteri minatori, alcuni coleotteri minatori o defoliatori.
3. *Specie "fitofaghe dannose" da post-raccolta.* In molti dei Paesi più poveri, una percentuale di raccolto che varia tra il 20 e il 40% della produzione agricola viene persa per un inadeguato supporto tecnico nelle fasi precedenti e susseguenti alla raccolta. A questo si aggiunge il fatto che vaste quantità di cibo vanno perse nelle fasi susseguenti della distribuzione e della trasformazione del prodotto agricolo. Le perdite del *post-harvest* potrebbero essere contenute se venissero migliorate le strutture e il sistema di trasporto, in particolare realizzando magazzini a bassa temperatura per la conservazione del prodotto agricolo.

## AGRICOLTURA E AVVERSITÀ EMERGENTI: SISTEMI A CONFRONTO

Risulta evidente che i Paesi in via di sviluppo siano svantaggiati dal punto di vista organizzativo e gestionale nel governo delle avversità emergenti rispetto ai Paesi sviluppati. D'altra parte, risulta evidente una chiara dissociazione tra le aree geografiche dove la maggior parte della ricerca sulle specie invasive viene condotta e le aree del pianeta dove le invasioni biologiche hanno un maggior impatto sulla biodiversità (Nunez e Pauchard, 2009). Infatti, mentre la ricerca sulle specie invasive è concentrata principalmente nei Paesi economicamente sviluppati, la maggior proporzione di ecosistemi naturali e di presenza di punti di biodiversità è sicuramente localizzata nei Paesi in via di sviluppo (Pysek et al., 2008; Myers et al., 2000; Smith et al., 2003). Tuttavia, va evidenziato che allo stesso tempo i Paesi in via di sviluppo proprio per le loro caratteristiche socio-economiche possono avere vantaggi nella gestione delle avversità emergenti: ad esempio, essi possono usufruire di una mano d'opera poco costosa, mentre il loro basso tasso di scambi commerciali con altri Paesi può sicuramente essere associato a un limitato rischio di introduzione di specie invasive (Meyerson e Mooney, 2007; tab. 1).

**Paesi sviluppati.** Nei Paesi sviluppati, le avversità emergenti di tipo biotico vengono affrontate principalmente mediante un sistema di quarantena basato su una struttura centralizzata (che fa riferimento al Ministero dell'Agricoltura o a una struttura governativa analoga) che gestisce una rete di monitoraggio sul territorio. Particolare attenzione viene data alla distribuzione dei sistemi di monitoraggio, con specifica attenzione ai punti di entrata (porti, aeroporti, punti di frontiera). Il sistema può prevedere, come in Italia, un istituto di ispezione che controlla l'importazione e l'esportazione di materiale vegetale vivo o morto, e la collocazione di trappole innescate con attrattivi aspecifici (generalmente esche alimentari) che vengono controllate periodicamente per segnalare la cattura di organismi non presenti sul territorio nazionale. Qualora nei Paesi limitrofi venga registrata la presenza di una specie fitofaga dannosa, un monitoraggio con trappole innescate con attrattivi specifici viene allestito in aree considerate a rischio, perché vicini o simili dal punto di vista colturale o naturale alle zone dove l'infestazione è stata già registrata.

L'obiettivo del sistema di quarantena è ovviamente quello di segnalare la presenza di un organismo fitofago dannoso in una fase molto precoce del suo insediamento in un nuovo territorio, in una fase quindi che potrebbe permettere, qualora ci siano le condizioni ideali e le conoscenze adeguate, la completa

FATTORI LIMITANTI	PAESI SVILUPPATI	PAESI IN VIA DI SVILUPPO	POSSIBILI CAUSE O IMPLICAZIONI
Presenza di una stabile comunità scientifica	+	-	La mancanza di una solida struttura scientifica nei Paesi in via di sviluppo è causa di una diminuzione della loro possibilità di successo
Possibilità di promuovere attività di volontariato	+	-	Nei Paesi in via di sviluppo è molto difficile poter pianificare programmi di utilità sociale basati sull'organizzazione di volontari locali
Risparmio sui costi di personale per il controllo delle specie fitofaghe dannose	-	+	Nei Paesi sviluppati sarebbe impossibile organizzare un controllo delle specie fitofaghe dannose su vasta scala basato sul basso costo della manodopera
Volume di traffici economici con l'estero	+	-	Un largo volume di import-export aumenta la possibilità di introduzioni di specie fitofaghe dannose alloctone
Livello di educazione	+	-	Potrebbe essere più complicato coinvolgere le comunità dei Paesi in via di sviluppo su problemi di carattere ambientale a causa del generale basso livello di educazione
Dipendenza dalle risorse naturali	-	+	Le comunità nei Paesi in via di sviluppo dipendono molto di più dalle risorse naturali (per esempio il cibo), e quindi vengono direttamente coinvolti nel controllo delle specie fitofaghe dannose
Informazione pubblica sul problema delle specie fitofaghe dannose invasive	+	-	Nei Paesi in via di sviluppo manca un sistema d'informazione pubblica per dare le semplici linee guida su cosa si deve fare per evitare la introduzione/diffusione di specie fitofaghe dannose
Accesso a dati scientifici sull'agro-ecosistema locale	+	-	La mancanza di validi dati scientifici relativi all'agro-ecosistema locale può determinare l'insuccesso di programmi di controllo

Tab. 1 *Differenze tra Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo in relazione alla gestione di specie invasive alloctone (da: Nunez e Pauchard, 2009)*

eradicazione dalla nuova area di colonizzazione. Questo tipo di approccio, di tipo preventivo, è ad esempio quello che viene utilizzato in California, dove ogni settimana vengono rilasciati 250 milioni di maschi sterili di *Ceratitis capitata* (mosca mediterranea della frutta) solo nell'area di Los Angeles, con l'obiettivo di controllare le eventuali invasioni di *C. capitata* provenienti dal Messico (non risultano allo stato attuale popolazioni naturali del dittero in California). Per quanto riguarda l'Italia, una rete di monitoraggio mantiene sotto stretto controllo alcune popolazioni di *Anoplophora chinensis*, un temibile coleottero cerambicide polifago, di origine asiatica, infedato in Lombardia dopo la sua introduzione accidentale in alcuni vivai della zona. Una volta

individuato e localizzato il problema, viene valutato l'impatto in termini colturali e territoriali (che tipo di danno e quanto è vasta l'area di colonizzazione reale e potenziale): questo tipo di analisi dei costi è alla base delle iniziative di controllo da intraprendere per una gestione eco-sostenibile del problema. Infine, anche l'ecosistema in cui si trova la pianta bersaglio determina scelte diverse nel tipo di intervento: se si tratta per esempio di una pianta che cresce in ambienti urbani e/o naturali, si prendono in considerazione programmi di lotta biologica finalizzati a un approccio territoriale, con interventi endoterapici per gli approcci individuali e/o zonali.

In conclusione, tutto il sistema di monitoraggio e controllo si basa sull'organizzazione centralizzata e onerosa da parte dello Stato, che ha comunque bisogno dell'input dei dati di campo prelevati da una cospicua e allargata rete di operatori, che lavorano necessariamente in stretta collaborazione con la realtà contadina.

*Esperienza Hawaiiiana. Programma "Area wide".* Il progetto, che è stato della durata di 5 anni (2001-2005), aveva come obiettivo l'eradicazione o perlomeno la soppressione di 4 specie di tefritidi estremamente dannosi perché carposfagi di frutta e ortaggi. Il programma si è basato su tre linee guida: una "solida" strategia di lotta integrata sviluppata dai Ricercatori dell'USDA ARS; un programma educativo per integrare la realtà contadina e la popolazione con il progetto di ricerca; la messa a punto di una struttura organizzativa e legislativa per la gestione ufficiale del programma sul territorio. Il progetto di IPM (Integrated Pest Management) prevedeva 5 tipi di intervento: 1. Un programma di "sanitation", basato sulla raccolta settimanale dei frutti caduti; 2. Una nuova "bait-station" basata sulla combinazione di un'ottima esca alimentare con Spinosad, un bio-insetticida di origine batterica; 3. Un miglioramento del sistema di monitoraggio, sia in termini qualitativi che quantitativi; 4. Uso della tecnica del maschio sterile (SIT); 5. Liberazione di nemici naturali (parassitoidi) specifici per queste specie di mosche della frutta (Jang et al., 2007).

**Paesi in via di sviluppo.** L'agricoltura in questi Paesi va da quella estensiva in regioni relativamente agricole (si pensi ad alcune Paesi dell'ex Unione Sovietica) a quella estremamente povera e di tipo rurale dei Paesi dell'Africa o di alcune zone dell'Asia e dell'America Latina. Il confronto con le realtà dei Paesi sviluppati è molto difficile e presenta una variabilità che è data da molti fattori, quali il clima, le condizioni politiche e sociali, le tradizioni, la posizione geografica.

Unico fattore relativamente comune è un sistema politico-economico che, nella maggior parte dei casi, non è in grado di fornire ai contadini le strutture e le conoscenze per individuare e/o controllare le avversità in agricoltura.

Tuttavia, l'agricoltura rappresenta in questi Paesi un comparto trainante dell'economia nazionale, e quindi gli operatori agricoli non potendo contare su un aiuto strutturale da parte dello Stato, si sono organizzati indipendentemente, raggiungendo risultati in alcuni casi interessanti. Vengono elencati di seguito alcune iniziative che, lontanissime dalla realtà europea od occidentale, mettono in luce il vero concetto di agricoltura sostenibile nei Paesi in via di sviluppo.

*Farmer Fields Schools.* Le “*Farmer Fields Schools*” (FFS) sono una forma di educazione per adulti che parte dal concetto che l'adulto in generale, e l'agricoltore nello specifico, ha un sistema di apprendimento ottimale se segue criteri pratici, basati sull'osservazione diretta di campo e sulla propria sperimentazione. Seguendo dei corsi regolari dalla semina fino al raccolto, gruppi di contadini con terreni confinanti condividono osservazioni, metodologie e problemi riguardanti le loro coltivazioni. Questi agricoltori si impegnano a seguire scrupolosamente le linee guida degli sperimentatori, consentendo il periodico controllo delle trappole per il monitoraggio. Semplici sperimentazioni pratiche permettono loro di mettere a punto nuovi programmi di controllo integrato e di capire come alcune tecniche vadano usate e, soprattutto quali effetti hanno sugli organismi fitofaghi dannosi bersaglio e sull'agroecosistema (Van den Berg, 2004).

Le *Farmer Field Schools* fecero la loro comparsa per la prima volta nel 1989 in Indonesia, per favorire l'organizzazione dei contadini nell'attuazione di una strategia IPM per il controllo di *Nilaparvata lugens*, un emittente estremamente dannoso alla coltivazione del riso. A causa del grande successo dell'iniziativa le FFS si sono rapidamente moltiplicate e allargate in tutto il mondo. Per esempio, il programma sul controllo delle specie fitofaghe dannose del riso è stato replicato in altri 12 Paesi asiatici e trasferito poi ad altre colture.

Sin dall'inizio delle FFS il problema più sentito dagli agricoltori era dato dalla recrudescenza dei problemi entomologici che comportava immancabilmente una vena di scetticismo sul programma. Il primo passo è quindi stato quello di convincere i contadini a imparare dall'esperienza, basando le loro scelte su una serie di osservazioni, senza cambiare sistema non appena si trovavano in presenza di un evento negativo. Questo tipo di training non solo ha permesso a tutti gli agricoltori coinvolti di gestire in un modo più razionale le loro colture, ma è stato per loro formativo dal punto di vista educativo, sociale e politico (tab. 2, da Van der Berg, 2004).

DOMINIO	IMPATTO INIZIALE	SVILUPPO A POSTERIORI
Tecnico	Conoscenze di ecologia Capacità sperimentale Miglioramento pratiche agricole Riduzione dei pesticidi Aumento del raccolto Aumento del profitto Riduzione dei rischi	Produzione sostenibile Miglioramento delle condizioni di vita Abilità a gestire i rischi Innovazione Benefici economici Riduzione contaminazione dell'acqua Riduzione dei casi di avvelenamento Aumento della biodiversità Aumento della commercializzazione Riduzione della povertà
Sociale	Formazione di gruppi Capacità di comunicare Capacità di risolvere problemi	Possibilità di accesso a sistemi di rete Associazioni e cooperative di contadini Messa a punto di riunioni sociali Gruppi di studio Realizzazione di network Coinvolgimento di altri contadini Azioni Area-wide
Politico	Contatti con altri agricoltori Capacità di commercializzare Capacità educative	Miglioramento dell'accesso alla distribuzione Miglioramento degli scambi commerciali Campagne di informazione pubblica Gestione delle risposte negative e proteste Cambiamenti politici

Tab. 2 *Sviluppo educativo dei contadini di una "farmer field school"*

Un passo più avanti può essere considerato quello delle IPM FFS, che sono frutto della combinazione di pratiche agricole di *Integrated Pest Management* con l'approccio formativo delle *Farmer Field Schools*. Questa combinazione richiedeva uno sforzo iniziale notevole, per convertire i vari agricoltori a un sistema di gestione delle pratiche agronomiche e del territorio molto differente da quello "tradizionale", ma quando veniva accettato determinava un risultato decisamente positivo (Van den Berg, 2004). Paradossalmente è stato riscontrato che la situazione era più semplice nelle comunità rurali più povere, dove la pratica agricola di tipo "tradizionale" non si discosta di molto da quella proposta nell'approccio integrato. In queste realtà, non è necessario convincere i contadini a non usare pesticidi per il semplice fatto che non li utilizzano: ma si deve invece integrare il loro metodo "tradizionale" di coltivazione, basato sulla biodiversità (illustrato nel prossimo paragrafo), nell'ambito di un programma più sostenibile (Jarvis et al., 2006).

**Biodiversità.** In un mondo dove la maggior parte dei prodotti ha origine industriale, le piccole comunità agricole dei Paesi in via di Sviluppo dei Tropici

sono tra le pochissime che ancora utilizzano la biodiversità come un sistema ecocompatibile per combattere le avversità biotiche e abiotiche della loro agricoltura rurale. A differenza della moderna agricoltura industriale, che prevede un sistema di produzione massale per ottimizzare i costi delle sofisticate attrezzature, i contadini dei tropici identificano nella biodiversità la base del loro sistema di *management* per combattere le avversità.

Nelle realtà contadine dei Paesi più poveri dell'Africa Centrale, la scelta di seminare insieme diverse varietà e colture, che avranno tempi di crescita e di maturazione molto differenti, ha una valenza conservativa. Infatti, a dispetto di una ovvia bassa resa di prodotto e di una gestione laboriosa del campo (il periodo del raccolto è necessariamente prolungato), questo tipo di approccio colturale permette di mantenere alte le possibilità di avere una produzione agricola anche in presenza di avversità naturali biotiche e abiotiche, che il contadino non potrebbe gestire in quanto non è provvisto dei mezzi per poterle controllare (Jarvis et al., 2006).

Nell'ambito di questo tipo di approccio, molte comunità indigene hanno cominciato a sviluppare e continuano a usare organizzazioni sociali per la conservazione della biodiversità, in collaborazione con strutture scientifiche e non governative. Questo tipo di iniziativa ha permesso e darà l'opportunità di identificare e selezionare varietà resistenti da utilizzare in realtà rurali delle zone semiaride del pianeta (Yohannes e Waters-Bayer, 2007).

*Innovazione nelle fattorie etiopi utilizzando locali varietà di orzo.* Nella Regione del Tigre (Etiopia), uno studio scientifico dettagliato ha rivelato come i piccoli agricoltori hanno messo a punto negli ultimi anni un programma per adattare le varietà locali di orzo in modo da soddisfare i cambiamenti climatici e i bisogni locali (Fetien, 2007). Essi, gestendo un "campo sperimentale" accanto a quelli coltivati, hanno selezionato le varietà che rispondevano meglio in termini di qualità di prodotto e resistenza a malattie e insetti fitofagi dannosi. La loro selezione varietale è stata accettata anche dagli altri agricoltori e ora queste varietà di orzo hanno un'alta domanda locale. Questo processo di innovazione ha richiesto il coinvolgimento sia di uomini che di donne, perché la struttura sociale di queste comunità è sicuramente di tipo familiare e la coppia decide insieme quante varietà piantare, come e dove organizzare il campo e la selezione dei semi. La donna ha quindi un ruolo chiave, secondo il detto locale "no moglie, no semi, no vita". La valutazione di tale approccio basato su osservazioni di contadini, è stata in seguito valutata scientificamente da ricercatori dell'università di Mekelle, che sono stati in grado di individuare le caratteristiche innovative dei semi selezionati, confermando la validità del

sistema basato su osservazioni non scientifiche (Fetian et al, 2008). La collaborazione con l'università ha permesso di selezionare anche altre varietà più adatte ai climi semiaridi delle regioni lontane dal Tigre.

#### CASI DI STUDIO

Nel panorama descritto nel capitolo precedente, si intuisce che le avversità che interessano l'agricoltura sono molto numerose e in continua espansione. In questo lavoro verranno riportati solo alcuni esempi (5), prendendo come riferimento aree geografiche del pianeta lontane fra di loro e con differenti condizioni climatiche, sociali e colturali. Anche gli insetti presi come esempio sono stati scelti in virtù delle differenze nelle loro caratteristiche sistematiche, di distribuzione e di coltura. Volutamente sono state prese in considerazione solo specie invasive anche in Paesi sviluppati, dove sono state registrate tra le specie di insetti più dannose (*pest* da quarantena), per mettere a confronto quello che è stato fatto nei Paesi sviluppati con quello che si potrebbe fare nei Paesi in via di sviluppo. In qualche caso (il punteruolo rosso delle palme e la tignola del pomodoro) si tratta di specie che sono avversità emergenti sia in Paesi sviluppati che in Paesi in via di sviluppo; ciò offre l'opportunità di iniziare programmi di cooperazione internazionale mirati allo sviluppo di tecniche e metodologie di controllo. A questo riguardo, risulta estremamente interessante l'esempio dell'emittero *Nilaparvata lugens*, considerato un grandissimo problema della coltura del riso, e che è stato eccezionalmente controllato in Indonesia mediante un programma di lotta integrata sostenibile che ha visto il coinvolgimento delle *Farmer Field Schools*.

*Mosche della frutta.* I Tefritidi (*Tephritidae*) sono una famiglia di Ditteri Brachiceri comprendente circa 500 generi con circa 5000 specie. La maggior parte di queste specie sono di grande interesse agrario perché sono comprese fra i principali fitofagi di diverse piante coltivate e sono genericamente chiamate mosche della frutta (Zwölfer, 1982; Thompson, 1999). Sono principalmente diffuse nelle regioni temperate calde e nelle regioni tropicali. Molte specie hanno una diffusione circoscritta e un'importanza locale, tuttavia alcune specie hanno una grande importanza economica per la diffusione su più continenti e per l'entità dei danni provocati alle colture (Fimiani, 1989; White e Elson-Harris, 1992). Fra le specie di maggiore importanza economica si possono citare la Mosca delle olive (*Bactrocera oleae*), il principale fitofago dell'oli-

vo nel bacino del Mediterraneo; la Mosca mediterranea della frutta (*Ceratitis capitata*), un insetto polifago che può infestare i frutti di più di 200 specie e che per questo rappresenta uno dei più importanti pericoli per la frutticoltura nelle regioni temperate calde e tropicali di tutti i continenti; la Mosca orientale della frutta (*Bactrocera dorsalis*), un altro fitofago economicamente molto importante nell'Estremo oriente. Nelle regioni tropicali, infine, si sta rivelando particolarmente temibile la *Bactrocera invadens*, per i suoi attacchi ai frutti tropicali (De Meyer et al., 2007; Drew et al., 2005; Rwomushana et al., 2008).

**Esperienze che possono essere in parte trasferite nei Paesi in via di sviluppo.** Si riportano due esempi di IPM applicato per il controllo di alcune mosche della frutta. Questi lavori sono stati fatti rispettivamente nelle Hawaii (Usa) e nelle Isole Mauritius. Denominatore comune per entrambi il fatto che le aree, in quanto isole, permettevano di applicare metodi di lotta indirizzati all'eradicazione delle specie infestanti da un territorio per l'appunto "isolato". In definitiva, sono due esempi di strategie di controllo basate su metodi di lotta relativamente semplici applicati su tutto il territorio, un grande coinvolgimento degli agricoltori, a cui viene spiegato e insegnato a essere partecipi del programma. Questi due modelli, o parti di essi, potrebbero facilmente essere trasferiti in altre realtà, con simili condizioni climatiche e territoriali, stessi organismi da combattere, ma con condizioni socio-economiche più svantaggiose.

*Hawaii: "Sanitation".* Proprio le osservazioni sul bisogno di proteggere e usare i parassitoidi hanno permesso di promuovere il concetto di "Agricoltura Sostenibile a Basso input" (Klungness e Messing, 1999; Jang et al., 2007), portando alla costituzione di strutture di campo adatte a confinare la frutta infestata così che gli adulti delle specie parassite non possono scappare e infestare la frutta, mentre i parassitoidi hanno la possibilità di svilupparsi e volare via. Questo tipo di strutture, utilizzate in un programma Area-Wide nelle Hawaii ha preso il nome di *augmentorium* (plurale *augmentoria*) (Klungness et al., 2005; Jang et al., 2007). Per convincere gli agricoltori all'importanza del sistema di "Sanitation", si riporta la strategia usata da Jang et al. (2007). Tale approccio è suddiviso in 4 fasi:

Fase 1. Dimostrazione iniziale pratica. Trovato un contadino compiacente, si collocava nel suo campo un "*augmentorium*", nel quale veniva trasferita settimanalmente la frutta caduta a terra. Nel campo (delle dimensioni massime

di 1 ettaro) era anche posizionata una trappola a feromoni, per monitorare le catture ed eventualmente metterle a confronto con quelle di un campo limitrofo da considerare come controllo. Una volta accettato il sistema di controllo, l'agricoltore concordava di allestire due ulteriori *augmentoria* nel suo campo.

Fase 2. Seconda dimostrazione pratica. Simile alla prima, ma in un'altra fattoria con un altro agricoltore. In questo caso, nell'esperienza di Jang, si trattava di un agricoltore che usava pesticidi, ma senza un risultato accettabile. Il sistema di monitoraggio metteva in luce una diminuzione significativa delle catture in relazione alla presenza del sistema di *sanitation*, e anche in questo caso l'agricoltore si convinceva a mettere un ulteriore *augmentorium* nel suo campo.

Fase 3. Espansione iniziale del sistema. Basandosi sulla precedente esperienza positiva dei primi 2 agricoltori, 15 *augmentoria* furono collocati in 12 fattorie. La maggior parte di essi veniva monitorata, mettendo una trappola attrattiva all'interno di ogni *augmentorium*.

Fase 4. Espansione del sistema su scala territoriale. In questa fase furono distribuiti gli *augmentoria* a tutti gli agricoltori che ne avevano fatto richiesta. Nell'esperienza di Jang et al. (2007) 40 altri *augmentoria* furono collocati in circa 30 fattorie, riuscendo a contenere le infestazioni di mosca della frutta a un basso livello di danno.

*Esperienza Mauritius: Approccio IPM.* Poche specie di mosche della frutta (Diptera, Tephritidae) considerate *pest* di frutta e ortaggi sono realmente originarie delle Isole Mauritius. Alcune specie sono state accidentalmente introdotte sino dai primi anni '50. Ad esempio, *Ceratitis rosa*, è stata catturata per la prima volta nel 1953 ed è entrata in competizione sostituendo in breve tempo *Ceratitis capitata* (Orian e Moutia, 1960). *Bactrocera zonata* è stata riscontrata per la prima volta nel 1987 (MAFNR, 1987), e ha rimpiazzato a sua volta *C. rosa*, divenendo in breve tempo la specie di mosca della frutta più dannosa delle Mauritius (MAFNR, 1990). Questo tipo di fenomeno è già stato registrato in altri Paesi, dove le specie introdotte hanno mostrato di avere una fitness o un livello di competizione maggiore delle specie autoctone. Per esempio, in India, *B. dorsalis* e *B. zonata* hanno ridotto la popolazione di *Ceratitis capitata* a livelli insignificanti (Kapoor e Grewal 1986). Tuttavia, tutte le specie introdotte, anche se con popolazioni molto basse, sono diventate parte dell'entomofauna delle isole Mauritius.

1. *Bactrocera dorsalis* (oriental fruit fly), è stata riscontrata per la prima volta nelle Isole Mauritius il 5 giugno 1996 (MAFNR, 1996). Una singola femmi-

na è stata catturata in una trappola Mc Phail innescata con sali d'ammonio, collocata a Camp Carol, un villaggio a circa 1 km dall'aeroporto. Questo rilevamento così precoce è stato frutto di una campagna di monitoraggio mediante una sistemazione di trappole innescate con attrattivi per tutto il territorio dell'isola (Soonnoo et al., 1995; Permilloo et al., 1997). Questo programma di controllo, finanziato dalla Comunità Europea e dal Governo delle Mauritius, è operativo nelle Regioni Nord e Nord Est dell'isola, e include anche un programma di quarantena. Proprio il programma di quarantena, che prevedeva la collocazione di trappole vicino a porti e aeroporti, ha permesso il rilevamento di una femmina adulta di *B. dorsalis*, sicuramente in una fase molto precoce di infestazione del territorio.

*Bactrocera dorsalis* è riconosciuta come una delle più dannose mosche della frutta al mondo, a causa della sua ampia polifagia, della sua fitness riproduttiva, e delle sue elevate capacità di dispersione sul territorio e della capacità di adattamento a diverse condizioni climatiche. La sua presenza nelle Mauritius è stato il primo rilevamento in una regione africana, e quindi la stabilizzazione di una popolazione permanente nelle Mauritius è da ritenersi un serio rischio per i Paesi africani confinanti. Inoltre, la presenza di *B. dorsalis* nelle Mauritius è stato un grosso ostacolo per la commercializzazione e per l'esportazione di frutta e ortaggi. I principali metodi di lotta usati per il controllo di *B. dorsalis* sono stati due sistemi di cattura massale: le tecniche di *Bait Application* (BAT) e *Male Annihilation* (MAT). La differenza tra le due tecniche è semplicemente dato dal tipo di attrattivo usato: nel caso delle BAT era un sale di ammonio, che come esca alimentare permetteva di catturare sia maschi che femmine; mentre nel caso delle MAT, l'attrattivo era un feromone sessuale sintetico e catturava essenzialmente i maschi (Soonnoo et al. 1995; Permilloo et al., 1997). Il BAT e il MAT sono definiti come "*Bait station*", un semplice dispositivo realizzato con un economico supporto contenente un attrattivo alimentare volatile e a lento rilascio e un insetticida che funziona sia per contatto che per ingestione. La metodologia delle *bait-stations* non prevede le catture degli individui attirati dall'esca, perché gli effetti dell'insetticida si manifestano solo alcuni minuti dopo l'ingestione o il contatto, quando la mosca si è allontanata dal dispositivo (Cunnigham e Suda, 1986). Tale procedimento, se da un lato consente di abbassare in modo considerevole i costi (le *bait-station* costano un decimo rispetto al costo delle trappole comunemente usate per le catture massali, tipo *MaPhail*, e non hanno bisogno della visita periodica per svuotarle del contenuto di insetti morti), dall'altro ha lo svantaggio di non permettere una valutazione dell'efficacia del metodo e quindi di non poter essere usato

in un programma di monitoraggio. Anche per questo, sono state distribuite sul territorio trappole nella misura di 2 per ettaro, con l'unico obiettivo di monitorare l'andamento della popolazione di *B. dorsalis* e delle altre specie di mosca della frutta in correlazione con la presenza delle *bait stations* e di altri sistemi di controllo. Per il programma di eradicazione del tefritide *B. dorsalis* dalle Isole Mauritius, il sistema basato sulle BAT e MAT è stato rinforzato con altre strategie di difesa, quali: ricoprire con reti a maglia sottile gli alberi da frutto, raccogliere i frutti caduti dagli alberi e metterli in appositi contenitori (*sanitation*) oppure cospargerli di insetticida e seppellirli sottoterra. Infine, coprire i frutti in fase precoce con bustine di carta traspirante ma resistente alla pioggia. Il programma di eradicazione ha preso in considerazione anche la collocazione sul territorio di trappole (e *bait stations* in una fase successiva) in posti di non facile accesso e/o lontani dalle colture bersaglio. Obiettivo di tale approccio era quello di individuare gli spostamenti sul territorio del tefritide, in relazione a stimoli fisiologici diversi da quelli della ricerca della pianta ospite (quali condizioni climatiche favorevoli, zone rifugio, presenza di acqua, ecc.) (Seewooruthun et al., 2006).

**2. Problema emergente: “*Bactrocera invadens*”.** *Bactrocera invadens* è stata rinvenuta per la prima volta nell'Africa continentale in Kenia nel 2003 (Lux et al., 2003). Poco tempo dopo, individui della stessa specie sono stati catturati in altri Paesi del continente africano (Drew et al., 2005). Studi recenti ci confermano che la sua distribuzione riguarda gran parte dell'Africa tropicale, comprendendo un territorio che va dal Senegal al Mozambico, come anche le Isole Comore nell'Oceano Indiano (De Mayer et al., 2007). La specie fitofaga dannosa è nativa dell'Asia centro meridionale, in una regione compresa tra lo Sri Lanka e la parte meridionale dell'India (Drew et al., 2005). Questa specie invasiva è considerata di grande importanza economica, in quanto produce un danno particolarmente rilevante alla produzione orto-frutticola, in particolare su mango (Puilles-Duplaix, 2007). Vayssières (2007) riporta che nel Benin, ad esempio, più del 60% della produzione di mango è compromessa a causa dell'attacco di *B. invadens*. Non è chiaro come e quando questa specie fitofaga dannosa si sia insediata nel territorio africano; i dati negativi di un ampio campionamento territoriale condotto dal 1992 al 1996, monitorando più di 800 specie di piante da frutto in un'area compresa tra le coste della Guinea e il Mali, fanno presupporre, comunque, che *B. invadens* non fosse presente nel continente africano prima del 2000 (Vayssières et al., 2004). Questi dati confermano che, considerando la rapidità con cui questa specie si è distribuita

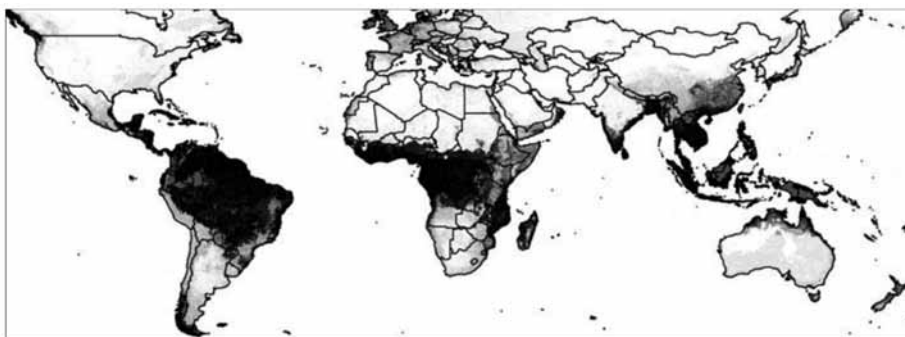


Fig. 1 *Modello di previsione della distribuzione di Bactrocera invadens* (da: De Meyer et al., 2009)

nell'Africa, sia in termini di densità di popolazione che di distribuzione sul territorio, esiste un reale pericolo che essa possa adattarsi e diventare invasiva anche in altre regioni del mondo. In due modelli revisionali, il primo presentato da Stephens et al. (2007), basato sulla corrispondenza geografica di dati climatici analizzati attraverso il software CLIMEX, e il secondo da De Meyer et al. (2009), basato su analisi matematiche con algoritmi genetici (fig. 1), si ipotizza il possibile areale futuro di distribuzione di tale specie sulla Terra.

Tuttavia, osservazioni di campo hanno rilevato la presenza di questa specie fitofaga dannosa anche in aree con condizioni climatiche differenti da quelle in cui si era insediata all'inizio. Per esempio, il dittero è stato registrato nelle zone umide e nelle savane dell'Africa occidentale, del Sudan e dello Zambia, che presentano un clima con periodi di siccità e di temperature elevate decisamente più lunghi di quelli presenti nella prima area di distribuzione africana (De Meyer et al., 2009).

**3.** Il punteruolo rosso delle palme, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera, Curculionidae), è di origine asiatica, ed è stato introdotto nel 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 in Italia, in Turchia e in Grecia dove si è insediato prevalentemente su piante di *Phoenix canariensis* soprattutto adulte e di sesso maschile. Recentemente in Sicilia sono state riscontrate infestazioni anche su esemplari giovani e su piante adulte di *P. dactylifera*, di *Washingtonia* sp., di *Chamaerops humilis*, di *Syagrus romanzoffiana*, di *Jubaea chilensis* e di *Livistona chinensis*. In Nord Africa e in Medio Oriente l'insetto è considerato più dannoso alle giovani palme da datteri. Attualmente è presente in tutta l'area mediterranea.

**Biologia:** Individuata una palma idonea, i maschi di *R. ferrugineus* producono un feromone di aggregazione capace di richiamare maschi e femmine, il cui componente principale è il (4S,5E)-2-methyl-5-hepten-4-ol), commercializzato come *rhynchopherol*. 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.

La regione del Golfo nella Penisola Arabica produce più del 30% della produzione globale di datteri. Dalla metà degli anni '80 la produzione agricola è in pericolo per l'arrivo di *Rhynchophorus ferrugineus*. L'insetto è un coleottero curculionide di grosse dimensioni (adulto di 3-4 cm e larva lunga fino a 6 cm), che ha un comportamento endofita a spese dei tessuti meristematici di varie specie di palme. Il danno economico dovuto all'abbattimento e conseguente smaltimento delle palme attaccate è stato valutato tra l'1 e il 5% di infestazione, con un costo stimato tra i 5.28 e 25.92 milioni di dollari rispettivamente. Inoltre, è stato previsto un intervento di difesa preventiva per le palme che ancora non sono state attaccate, con un costo stimato tra i 20 e i 103 milioni di dollari.

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. Uno studio particolarmente interessante è quello che è stato realizzato dal 2007 in Italia nella Regione Sicilia (Colazza e Filardo, 2009): seguendo un criterio che integrava una ricerca di base e un programma sociale, è stata avviata l'iniziativa progettuale *Fitopalmitro* che con lo slogan "adotta una trappola" ha permesso la collocazione e il periodico controllo dei dati e la manutenzione di 500 trappole innescate con *rhynchopherol*, il feromone di aggregazione della specie. Tale iniziativa, ha sicuramente una valenza importantissima nel monitoraggio della specie fitofaga dannosa su un vasto territorio, e potrebbe avere in un futuro possibili applicazioni in programmi di lotta che prevedono l'utilizzo della tecnica del maschio sterile (Cristofaro, com. pers.). Nei Paesi asiatici e in Medio Oriente, dove la palma ha una valenza agro-economica di gran lunga superiore, per limitare le infestazioni del punteruolo rosso 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, monocrotofos, triclorfon) e carbammati (es. carbaril, carbosulfan). In Spagna, le

palme dei parchi pubblici sono state ripetutamente trattate con esteri fosforici (fenitrothion, clorpirifos, diazinone, metidation), oppure mediante iniezioni ai tronchi con prodotti a base di carbaril e imidacloprid.

4. La tignola del pomodoro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), è un piccolo lepidottero la cui larva mina le foglie e i frutti del pomodoro e di altre Solanaceae.

Il lepidottero è originario dell'America Centrale, e ha colonizzato successivamente il Sud America, dove è stato riportato in Bolivia, Brasile, Cile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Uruguay e Venezuela; nel continente americano ha una distribuzione che va da circa 1000 m fino al livello del mare (Vargas, 1970; Luna et al., 2007). Il lepidottero è stato di recente accidentalmente introdotto anche nel Bacino del Mediterraneo, con una prima segnalazione in Spagna nel 2006. Ora è ampiamente distribuito in tutta la penisola iberica, e ha fatto la sua comparsa dal 2008 anche in Algeria e Marocco, causando ingenti danni su pomodoro tanto da essere stato segnalato come organismo nocivo sotto ufficiali misure di sicurezza (Luna et al., 2007).

*Tuta absoluta* ha fatto la sua comparsa nello stesso anno in 4 regioni italiane (Calabria, Campania, Sardegna e Sicilia), e nel 2009 sono state segnalate infestazioni in alcune zone della Francia (in Corsica e sulla Francia meridionale che si affaccia sul Mediterraneo) e in Tunisia. Finora in tutto il Bacino del Mediterraneo l'insetto è stato registrato unicamente su pomodoro, senza alcuna segnalazione su altre Solanaceae (EPPO, 2008).

*Importanza economica e tipologia di danno.* Il danno è causato dal comportamento endofita della larva, che mina foglie e steli della pianta di pomodoro. Il lepidottero preferisce attaccare i germogli, ma in fase avanzata il danno viene registrato in tutta la parte epigea della pianta, inclusi i frutti. Comunque, anche quando in una fase precoce il danno interessa solo i germogli della pianta, la produzione subisce una drastica riduzione con perdite fino al 100% del raccolto. Il danno sui frutti viene registrato solo in casi di grosse infestazioni, ma la presenza anche di un piccolo danno sul frutto lo rende assolutamente non commerciabile; inoltre, i frutti colpiti dalla tignola vanno facilmente incontro a fenomeni di marcescenza (Torres et al., 2001).

*Misure di controllo.* Tre principi attivi hanno mostrato di essere efficaci nei confronti degli stadi larvali nelle infestazioni di *T. absoluta* in Spagna: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, indoxacarb e lo spinosad. Anche la deltametri-na sembra aver mostrato una certa efficacia, determinando il classico effetto abbattente sull'adulto tipico dei piretroidi e viene utilizzata principalmente

nelle situazioni di serra. Dove le popolazioni sono ancora relativamente contenute (1-3 catture/settimana), la cattura massale con trappole innescate con il feromone e acqua ha dato buoni risultati in Spagna. Il feromone sessuale è comunque disponibile e sicuramente va utilizzato in sistemi di monitoraggio preventivi.

Anche le pratiche agronomiche possono in parte aiutare a contenere le infestazioni del lepidottero. Tra queste la rotazione colturale, e la rimozione dell'intero campo di pomodoro (nelle situazioni di gravi infestazioni) o delle piante attaccate (nel caso di piccole infestazioni), hanno mostrato di essere un valido sistema di controllo della specie fitofaga dannosa. Nel caso di gravi infestazioni, e quindi di rimozione della coltivazione di pomodoro attaccata, da non sottovalutare la presenza, e il conseguente monitoraggio e/o rimozione, di altre Solanaceae spontanee e coltivate nelle aree limitrofe. Tutto il materiale vegetale considerato potenzialmente infestato, deve essere distrutto seguendo delle corrette pratiche fitosanitarie.

##### 5. Pest del riso.

*Nilaparvata lugens* Stål. (Homoptera: Delphacidae), "brown planthopper o cicalina del riso", è uno dei fitofagi chiave di questa coltura. Appartiene all'ordine dei Rhynchotha, insetti caratterizzati da apparato pungente e succhiante. L'insetto si nutre di linfa e succhi vegetali che sugge direttamente dai tessuti attraverso gli stiletti boccali, provocando avvizzimento, disseccamento e imbrunimento (hopper burn) (Sogawa, 1982).

Contemporaneamente con l'immissione di saliva diventa vettore di virus quali il "Rice Grassy Stunt Virus" e "Wilted Stunt Virus" (Powell et al., 1995), che possono portare alla morte della pianta. Le infestazioni avvengono in genere alla base della pianta dove le condizioni di ombra e umidità favoriscono l'attività di adulti e ninfe responsabili del danno (Sogawa e Cheng, 1979). L'incidenza di *N. lugens* è quindi legata alla presenza di umidità (elevata nel periodo delle piogge o sulle colture irrigue). Dopo un periodo di pre-accoppiamento (2 gg) e di pre-ovideposizione (3-4 gg), la femmina depone gruppi di uova nel tessuto delle foglie basali (o anche di quelle apicali in caso di forte infestazione). Ogni femmina può deporre 100-200 uova. Queste, in ambienti tropicali, schiudono in 7-11 gg. Il ciclo larvale dell'emittero svolge 5 stadi ninfali che si sviluppano in 10-15 gg. A una temperatura media di 25° C il ciclo vitale si conclude in 28-32 giorni. Considerando che il ciclo colturale del riso può durare da 78 a 230 gg a seconda della cultivar (Grist, 1968), si può calcolare una successione di 2-8 generazioni. Può svernare allo stadio di uovo

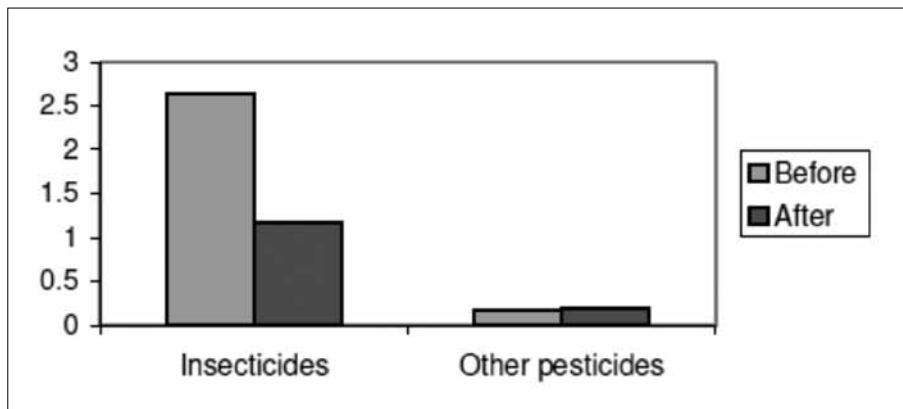


Fig. 2 *Media delle applicazioni di pesticidi nei campi di riso, prima e dopo il programma IPM per il controllo di N. lugens (da H. Van den Berg, 2004)*

o frequentemente si verificano migrazioni estive delle forme alate dai Paesi tropicali verso quelli temperati (Kisimoto, 1971).

Nel passato, il riso veniva coltivato in Indonesia per tutto l'anno, ma questo tipo di pratica agronomica ha fatto sì che durante il 1970 e il 1980 ci sia stata una graduale crescita di organismi nocivi associati alla coltura, e in particolare l'emittero *Nilaparvata lugens* (Stål). La produzione di riso iniziò ad avere un'inesorabile discesa, nonostante un cospicuo aumento dell'uso di insetticidi (Oka, 1991), che anzi ottenne l'effetto contrario, azzerando le popolazioni dei nemici naturali di questa specie fitofaga dannosa. Probabilmente a causa di questo fattore nel 1985 ci fu una spaventosa esplosione della popolazione dell'emittero e la produzione di riso fu praticamente distrutta, portando parecchi contadini ad abbandonare i loro campi (Oka, 1997; Resosudarmo 2001; Phanthong and Patterson, 2005).

Alla fine è stato messo a punto un programma per il salvataggio del riso indonesiano. La prima azione è stata quella di mettere al bando 57 dei 64 pesticidi usati in Indonesia. Poi sono stati messi a punto scuole di formazione per personale tecnico per renderlo in grado di riconoscere ed eventualmente proteggere l'entomofauna utile, rappresentata da parassitoidi, ragni e altri predatori che, se presenti in buon numero, potevano essere perfettamente in grado di mantenere sotto controllo la popolazione di *N. lugens*.

Insieme alla riduzione drastica dell'uso di insetticidi in termini qualitativi e quantitativi (fig. 2), il programma prevedeva anche un rinnovamento nelle pratiche agronomiche. Invece di avere la coltivazione di riso per tutto l'anno, è stato chiesto ai contadini di ridurre la produzione a 9 mesi per anno, in modo

di avere 3 mesi di “riposo”. L'assenza della pianta ospite in questi 3 mesi ha decretato un netto abbattimento della popolazione di *N. lugens* a una soglia di danno trascurabile. Inoltre, come beneficio aggiunto di tale approccio, era regredita anche la resistenza agli insetticidi, costruita velocemente negli anni precedenti con un uso smodato di essi.

## CONCLUSIONI

Le avversità delle piante hanno da sempre rappresentato un serio problema per gli agricoltori. Il tipo di danno che esse implicano può essere di tipo economico (perdita del raccolto) ma anche psicologico (frustrazione, senso di impotenza). Combattere le avversità è una necessità per il singolo agricoltore. Tuttavia, la presenza di un organismo fitofago dannoso in un campo coltivato, pone inevitabilmente a rischio tutti i campi coltivati adiacenti e, successivamente, quelli poco lontani. Ne consegue che il contenimento degli organismi *pest* non può prescindere da un rapporto di stretta cooperazione e di informazione tra gli agricoltori. Le strutture governative, come anche gli enti pubblici e le iniziative private, potrebbero e dovrebbero contribuire al processo di coordinamento dell'informazione e delle iniziative da prendere per cercare di risolvere un problema emergente creando infrastrutture e servizi, basati sulla conoscenza, sulla ricerca e sull'informazione: la loro attuazione sarebbe il sistema migliore e più sostenibile per fornire un supporto a lungo termine alle comunità agricole.

Gli organismi fitofagi dannosi sono in grado di creare allarmanti situazioni e di avere un comportamento e una distribuzione epidemica quando, in circostanze ecologiche a loro favorevoli, possono accrescersi numericamente in assenza di fattori limitanti superando le soglie di danno economico. Quando questo succede in agricoltura il danno biologico che esse arrecano ha una grave valenza economica che, in molti Paesi in via di sviluppo può degenerare fino a creare enormi problemi di carattere sociale.

Le *Farmer Field Schools* in Asia hanno coinvolto più di 2 milioni di agricoltori in più di una dozzina di Paesi, supportate da governi, gruppi OGN e agenzie internazionali. Molte sono le lezioni che possono essere apprese da questa esperienza, sia per i Paesi in via di sviluppo sia per quelli sviluppati (Bartlett, 2005).

Recentemente si riscontra una continua crescita di interesse per sostenere i programmi di pest management basati sul controllo biologico e su quello

integrato. Tuttavia, le condizioni in cui vanno a inserirsi tali programmi, cambiano notevolmente tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo.

Per questo motivo è importante mettere in luce le differenze nella gestione delle specie invasive tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo: solo valutando gli aspetti storici, politici, sociali ed economici che possono aver contribuito alla diffusione delle specie invasive, si può pianificare un intervento efficace per la loro gestione e successivo auspicabile controllo, e per un futuro sistema di prevenzione sostenibile (Nunez e Pauchard, 2009).

Anche molte delle altre esperienze illustrate in precedenza, rappresentano esempi reali e importanti di come la gestione dei fitofagi dannosi possa e debba essere affrontata nell'ottica di una sempre maggiore sostenibilità: l'esperienza hawaiana, quella delle Isole Mauritius, quella del riso indonesiano, sono esempi concreti di gestione sostenibile di organismi *pest* ad alto impatto, da cui prendere spunto per progettare nuovi interventi in realtà socio-economiche ed ecologiche più fragili ma ancora potenzialmente sulla via di un vero sviluppo sostenibile.

Le invasioni di specie fitofaghe dannose alloctone sono un problema globale, e non vanno considerate come un problema di tipo regionale, con responsabilità per la diffusione che vanno attribuite sia al Paese che esporta che al Paese che riceve la specie invasiva.

Il quadro politico che influenza la gestione dei fitofagi dannosi sta guidando in tutto il mondo il cambiamento nell'applicazione in questo ambito della lotta biologica e delle biotecnologie. Tuttavia, le condizioni che determinano il cambiamento differiscono tra i Paesi in via di sviluppo e i Paesi sviluppati. Nei Paesi sviluppati il cambiamento deriva dai nuovi standard nei protocolli per lo screening di nuovi pesticidi, dalla preoccupazione pubblica sui pesticidi chimici, e dai costi legati allo sviluppo di nuovi prodotti chimici da immettere sul mercato (Congresso degli Stati Uniti, 1995). Al contrario, il cambiamento nei Paesi in via di sviluppo nasce dalla necessità di ridurre i costi di produzione e di rafforzare la tutela dei sistemi di produzione (Waage, 1995). Il quadro politico legato a questi problemi è molto esteso ed è influenzato dalle risposte nazionali alle preoccupazioni internazionali relative allo sviluppo ecologicamente sostenibile, alle convenzioni sulla biodiversità, al commercio globale e al cambiamento climatico.

L'ultimo decennio ha visto un rapido sviluppo dell'idea che le pratiche agricole contemporanee debbano essere sia sicure ed economicamente sostenibili, che soddisfare le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future. Questa filosofia ha ampliato le priorità della ricerca

e dello sviluppo dei sistemi di produzione primaria (Lubchenco et al., 1991). Vi è dunque meno enfasi sull'efficienza e la produttività e una maggiore attenzione verso la sostenibilità. In questo contesto, l'agricoltura sostenibile è definita come l'uso di pratiche e sistemi agricoli che mantengono o migliorano la redditività economica della produzione agricola, la base di risorse naturali e di altri ecosistemi influenzati dalle attività agricole (Scarm, 1993). Questo spostamento di equilibrio ha avuto un triplice effetto sulle politiche per la gestione dei fitofagi dannosi. A livello internazionale è ora infatti riconosciuta la necessità di:

- 1) promuovere la ricerca e lo sviluppo di sostenibilità;
- 2) concentrarsi su un approccio che minimizzi l'uso di sostanze chimiche in agricoltura;
- 3) elaborare strategie di lotta contro i parassiti integrate nei sistemi regionali di coltivazione.

Cosa può essere fatto per migliorare?

Il bisogno economico di controllare le invasioni di specie fitofaghe dannose per l'agricoltura è generalmente più evidente nei Paesi in via di sviluppo, dove l'economia dipende più strettamente dalle risorse naturali, e in particolare dall'agricoltura, ma l'alternativa non può essere considerata quella di trasferire le conoscenze e i modelli usati nei Paesi sviluppati in quelli in via di sviluppo. I fattori che hanno determinato l'arrivo di una stessa specie *pest* alloctona e/o la sua invasione territoriale, possono essere molti diversi tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo, e quindi vanno affrontati biologicamente, socialmente ed economicamente in modo diverso. In altre parole, non esiste un "modello" unico e ideale che si adatta a tutte le situazioni, ma deve essere ristrutturato tenendo conto del contesto sociale, economico e agro-ecologico del Paese o della regione in cui si deve intervenire. Un programma di sviluppo sostenibile deve prendere in considerazione non solo gli aspetti agro-ecologici ma anche il contesto culturale e sociale in cui si opera, le tradizioni culturali delle comunità, e su questo background socio-culturale innestare le possibili tecnologie "evolute".

Il problema delle avversità emergenti nei Paesi in via di sviluppo va affrontato essenzialmente in due modi: migliorando il sistema di prevenzione (se la specie non è ancora arrivata o non ha ancora un andamento endemico), oppure intervenendo con programmi sostenibili di lotta integrata (nel caso che la specie abbia già espresso la sua potenzialità invasiva). Sia per la pre-emergenza che per il controllo, si debbono prevedere due tipi di intervento,

uno strutturale e l'altro gestionale. Quello *strutturale* può essere definito come la realizzazione di un sistema di monitoraggio centralizzato, in grado di prevenire le invasioni (in una situazione di pre-emergenza) o di controllare l'efficacia dei sistemi di controllo. A seconda delle realtà sociali della regione o del Paese, può essere statale, regionale, o una semplice cooperativa di agricoltori di una regione. Un esempio importante è quello che Lux et al. (2003) hanno riportato in Africa Centrale per monitorare e catalogare la presenza e l'insorgenza sul territorio delle mosche della frutta. Questo tipo di informazione ha permesso di inquadrare storicamente la nuova emergenza *B. invadens*, e di cercare di pianificare una strategia di controllo sostenibile e su vasta scala. Un altro esempio è fornito da quello che Colazza e Filardo (2009) stanno realizzando in Sicilia nell'ambito del progetto Fitopalmitro: la collocazione e il periodico controllo e manutenzione di 500 trappole sul territorio della provincia di Palermo per il monitoraggio e la cattura massale del punteruolo rosso delle palme, è stato possibile soltanto attraverso l'iniziativa "Adotta una trappola".

Quello *gestionale* deve definire le linee guida di intervento; ha una valenza più tecnico-scientifica e deve programmare la strategia da usare per abbassare il rischio di invasione o riportare una specie invasiva a un livello di impatto accettabile. Gli esempi più calzanti ed evoluti tra quelli presentati per questa fase, potrebbero essere quelli riferiti alle 2 specie di tefritidi *C. capitata* e *B. dorsalis*. Sia nel primo caso (Jang et al., 2007) che nel secondo (Soonnoo et al. 1995; Permalloo et al., 1997), l'approccio prevedeva un serie di azioni che integravano diverse strategie di lotta con un programma di formazione e informazione accurato.

Ovviamente i problemi nei Paesi in via di sviluppo sono diversi rispetto a quelli sviluppati, e le soluzioni devono essere prese in funzione di tali differenze. In questo ambito, l'esempio riportato per il controllo della specie fitofaga dannosa del riso in Indonesia, l'emittero *N. lugens*, e la capacità progettuale a riportare l'infestazione a una soglia di danno trascurabile, è di gran lunga il più rivoluzionario e rappresentativo (Resosudarmo, 2001). L'integrazione in questo caso, non ha solo preso in considerazione l'approccio sociale, ma è stata realizzata anche per mezzo di programmi cooperativi di educazione e di informazione tra gli agricoltori, organizzati e gestiti da loro stessi, gettando le basi per quella che è stata considerata la più grande evoluzione agro-culturale dei Paesi in via di sviluppo: la nascita delle *Farmer Field School* (Bartlett, 2005).

Ovviamente non mancano gli esempi di insuccesso, o di casi in cui si è ancora in fase preliminare di studio delle strategie da applicare per il controllo delle specie infestanti alloctone, e questo spesso vale sia per i Paesi sviluppati che per quelli

in via di sviluppo. Tra gli esempi riportati in questo contesto, a tale riguardo si possono menzionare la tignola del pomodoro, *T. absoluta*, e il punteruolo rosso delle palme, *R. ferrugineus*: le soluzioni per il contenimento di queste due specie fitofaghe dannose sono per lo più ancora assolutamente insufficienti per instaurare un efficace controllo, e sono limitate per lo più ad affrontare il problema solo su piccola scala e non seguendo un vero approccio territoriale, l'unico che, integrando strategie di controllo e campagne di formazione e informazione, può permettere la realizzazione di programmi territoriali (area-wide) sostenibili e che tengono conto del contesto sociale, economico e agro-ecologico.

#### RINGRAZIAMENTI

Un particolare ringraziamento va al dr. E. Arcuri, al dr. M. Iannetta, al dr. G. Marconi e alla dr.ssa P. Nobili dell'ENEA; al dr. A. Sonnino e al prof. A. Bozzini della FAO; al dr. E. Jang, al dr. S. Clement, al dr. L. Smith e al dr. R. Sforza dell'USDA ARS; al dr. Serge Quilici del CIRAD; alla dr.ssa E. Gerber del CAB; al dr. G. Andreoli dell'Agriconsulting; alla dr.ssa A. La Marca della BBCA; e al prof. S. Colazza dell'Università di Palermo; per il loro indispensabile e prezioso aiuto nella ricerca e selezione del materiale bibliografico.

#### RIASSUNTO

Gli insetti fitofagi dannosi determinano la distruzione di circa il 14% della produzione agricola a livello mondiale, mentre per il loro contenimento vengono applicati all'anno circa 3.000 milioni di chilogrammi di pesticidi.

Questo lavoro mette a confronto i programmi IPM realizzati nei Paesi sviluppati con le strategie sostenibili utilizzate nei Paesi in via di sviluppo. Nello specifico, sono stati presi in considerazione 2 progetti *area-wide* per l'eradicazione di mosche della frutta (Tefritidi) nelle Isole Hawaii e Mauritius, per quanto riguarda i Paesi sviluppati; e la realizzazione delle *Farmer Field School* per i Paesi in via di sviluppo. Particolare considerazione è stata data all'uso di strategie come le *bait station*, la lotta biologica e il metodo della *sanitation*, come esempi di metodologie trasferibili nelle realtà agricole dei Paesi in via di sviluppo. Le *Farmer Field School* sono un sistema educativo per adulti, indirizzato a far prendere conoscenza e confidenza agli agricoltori delle basi ecologiche elementari delle strategie di *Integrated Pest Management*, applicabili e sostenibili nel loro agro-ecosistema, a discapito dell'utilizzo spesso improprio o esagerato dei pesticidi.

#### ABSTRACT

*Socio-economic impact of invasive arthropod crop pest species in developing Countries.*  
The major insect pests of crops destroy approximately 14% of all potential food

production despite the yearly application of more than 3,000 million kilograms of pesticides.

This paper is comparing the IPM approach used in developed countries with the sustainability of new strategies of pest control for developing Countries. Special emphasis was done on the area-wide projects on fruit flies in Hawaii and Mauritius Islands (as developed Countries), and the Farmer Field School approach for developing Countries. In particular, the use of strategies such as bait stations, biological control, and sanitation were taken under special consideration from the fruit fly experience as sustainable methods for developing Countries. The Farmer Field School is a form of education, which uses experiential learning methods to build farmers' expertise. Their approach evolved from the need to strengthen the ecological basis of Integrated Pest Management to deal with the variability and complexity of agro-ecosystems whilst reducing reliance on pesticides.

## REFERENCES

- BARTLETT A. (2005): *Farmer field schools to promote pest management in Asia: the FAO experience*, in: *Case study: IPM Farmer Field Schools*, Workshop on Scaling Up Case Studies in Agriculture, International Rice Research Institute, Bangkok, pp. 1-15.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE (1994): *The exotic fruit fly eradication program using aerial application of malathion and bait. Final Programmatic Environmental Impact Report*, State Clearinghouse Number 91043018, US: California Department of Food and Agriculture, pp. 5 -13.
- CDFA (2004): *see under* California Department of Food and Agriculture.
- COLAZZA S., FILARDO G. (2009): *Presentazione dei progetti "Fitopalmitro" e "Medea"*, in *La ricerca scientifica sul punteruolo rosso e gli altri fitofagi delle palme in Sicilia*, Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, vol. 1, pp. 17-18.
- CUNNINGHAM R.T., SUDA D.Y. (1986): *Male Annihilation through mass-trapping of male flies with methyl eugenol to reduce infestation of Oriental Fruit Fly (Diptera:Tephritidae) larvae in papaya*, «Journal of Economic Entomology», 79, pp. 131-135.
- DE MEYER, M., MOHAMED S., WHITE I.M. (2007): *Invasive fruit fly pests in Africa*, <http://www.africamuseum.be/fruitfly/AfroAsia.htm> (accessed).
- DE MEYER M., ROBERTSON M.P., MANSELL M.W., EKEI S., TSURUTA K., MWAIKO W., VAYSSIÈRES J-F, PETERSON A.T. (2009): *Ecological niche and potential geographic distribution of the invasive fruit fly Bactrocera invadens (Diptera, Tephritidae)*, «Bulletin of Entomological Research», Published online by Cambridge University Press 27 Mar 2009 doi:10.1017/S0007485309006713, pp. 1-14.
- DEPARTMENT OF AGRICULTURE, SOUTH AUSTRALIA (1992): *Pest Eradication Unit Manual*, p. 52.
- DREW R.A.I, TSURUTA K., WHITE I.M. (2005): *A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa*, «African Entomology» 13, pp. 149-154.
- EL-SABEA A.M. R., FALEIRO J. R., ABO-EL-SAAD M. M., (2009): *The threat of red palm weevil Rhyncophorus ferrugineus to date plantations of the Gulf Region in the Middle-East: an economic perspective*, «Outlook on pest-management», 20, pp. 131-134.

- EPPO (2008): *Additional information provided by Spain on EPPO A1 Pests*. EPPO Reporting Service (Es-Ta/2008-01).
- (FAO) FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1996): *FAO EMPRES Expert Consultation*, 24-26 July 1996, FAO, Rome, Italy.
- (FAO) FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2003): *1961-2002 Production yearbook*, FAO, Rome, Italy.
- FETIEN A. (2007): *Diversity, adaptation and GxE interaction of barley (Hordeum vulgare L) genotypes in northern Ethiopia*, PhD thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås. pp 1-260.
- FETIEN A., WATERS-BAYER A., BJØRNSTAD Å. (2008): *Farmers' seed management and innovation in varietal selection: implications for barley breeding in Tigray, northern Ethiopia*, «Ambio», 37, pp. 312-320.
- FIMIANI P. (1989): *Mediterranean region. World Crop Pests*, vol. 3A, Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam (Netherlands), pp. 39-50.
- GRIST D.H. (1968): *Ricc. Longmans*, London, xxiii, pp. 1-548.
- HEINRICHS E.A. (1991): *Entomology in the developing world*, in *Proceedings, Symposium: Progress and Perspectives for the 21st Century, Centennial National Symposium*, a cura di Menn, J. J., and A. L. Steinhauer, Lanham, MD, Usa, pp. 29-42.
- HOKKANEN H.M.T., PIMENTEL D. (1989): *New association in biological control: theory and practice*, «Canadian Entomologist», 121, pp. 828-840.
- JANG E., SMITH S. E J. ARMSTRONG (1996): *Assessment of the Papaya Fruit Fly eradication program in North Queensland*, Report of visit by scientific panel, 04-08 November 1996, pp 1-14.
- JANG E.B., KLUNGNESS L.M., MCQUATE G.T. (2007): *Extension of the use of Augmentoria for Sanitation in a cropping system susceptible to the alien terphritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii*, «Journal of Applied Sciences and Environmental Management», 11, pp. 239-248.
- JARVIS D.I., PADOCH C., COOPER D. (2006): *Managing biodiversity in agricultural ecosystems*, a cura di D.I. Jarvis, C. Padoch e D. Cooper., Columbia University Press. pp. 1-472.
- JIMENEZ A., PAUCHARD A., CAVIERES L.A., MARTICORENA A., BUSTAMANTE, R.O. (2008): *Do climatically similar regions contain similar alien flora? A comparison between the Mediterranean areas of Central Chile and California*, «Journal of Biogeography», 35, pp. 614-624.
- KAPOOR V.C., GREWAL J. S. (1986): *Fruit flies and their host preference in India*, in *Proceedings of the second International Symposium on Fruit Flies*, Crete.
- KISIMOTO R. (1971): *Long distance migration of planthopper, Sogatella furcifera and Nilaparvata lugens*, in *Proceedings of Symposium on Rice Insects, Tropical Agricultural Research Center, Ministry of Agriculture and Forestry, Japan*.
- KOYAMA J., TERUYA T., TANAKA K. (1984): *Eradication of the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) from the Okinawa Islands by a Male Annihilation method*, «Journal of Economic Entomology», 77, pp. 468-472.
- LEVINE J.M., D'ANTONIO C.M. (2003): *Forecasting biological invasions with increasing international trade*, «Conservation Biology», 17, pp. 322-326.
- LIN W., ZHOU G., CHENG X., XU R. (2007): *Fast economic development accelerates biological invasives in China*, «PLoS ONE», 2, pp. e1208.
- LUBCHENCO J., OLSON A., BRUBAKER L.B., CARPENTER S.R., HOLLAND M.J., HUBBELL S.P., LEVIN S.A., MACMAHON J.A., MATSON P.A., MELILLO J.M., MOONEY H.A., PETERSON C.H., PULLIAM H.R., REAL L.A., REGAL P. J., RISSER P.G. (1991): *The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda*, «Ecology», 72, pp. 371-412.

- LUNA M.G., SANCHEZ N.E., PEREYRA CEPAVE P.C. (2007): *Parasitism of Tuta absoluta (Lepidoptera, Gelechiidae) by Pseudapanteles dignus (Hymenoptera, Braconidae) Under Laboratory Conditions*, «Environmental Entomology», 36, pp. 887-893.
- LUX S.A., COPELAND R.S., WHITE I.M., MANRAKHAN A., BILLAH M.K. (2003): *A new invasive fruit fly species from the Bactrocera dorsalis (Hendel) group detected in East Africa*, «Insect Science and its Application», 23, pp. 355-360.
- MAFNR (1990): *see under* Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources.
- MAU R.F.L., SUGANO J.S., VARGAS R.I., JANG E.B. (2004): *Outcome based implementation of the HAW-FLY-YPM Area-Wide fruit fly suppression Program*, in Proceedings of 5th Meeting of the Working Group on Fruit flies of the western hemisphere. Ft. Lauderdale, FL.
- MEYERSON L.A., MOONEY H.A. (2007): *Invasive alien species in an era of globalization*, «Frontiers in Ecology and the Environment», 5, pp. 199-208.
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND NATURAL RESOURCES (1986): *Annual Report of the Agricultural Services of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources of Mauritius Islands*.
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND NATURAL RESOURCES (1987): *Annual Report of the Agricultural Services of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources of Mauritius Islands*.
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND NATURAL RESOURCES (1990): *Annual Report of the Agricultural Services of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources of Mauritius Islands*.
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND NATURAL RESOURCES (1996): *Annual Report of the Agricultural Services of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources of Mauritius Islands*.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B., KENT J. (2000): *Biodiversity hotspots for conservation priority*, «Nature», 403, pp. 853-858.
- NUNEZ M., PAUCHARD A. (2009): *Biological invasion in developing and developed countries: does one model fit all?*, «Biological Invasions», DOI 10.1007/s10530-009-9517-1.
- OKA J. N. (1991): *Successes and challenges of the Indonesian national integrated pest management program in the rice-based cropping system*, «Crop Protection», 10, pp. 163-165.
- OKA J.N. (1997): *Integrated crop pest management with farmers participation in Indonesia*, in *Reasons for hope: instructive experiences in rural development*, a cura di Krishna, A., Uphoff, N. and Esman M.J., Kumarian Press, Connecticut, Usa, pp 97-109.
- ORIAN A., MOUTIA L.A. (1960): *Fruit flies (Trypetidae) of economic importance in Mauritius*, «Revue Agricole et Sucrière de l' Ile Maurice», 38, pp. 142-150.
- PERMALLOO S., SEEWORUTHUN S. I., SOONNOO A. R., GUNGAH, B., UNMOLE L., BOODRAM R. (1997): *An area wide control of fruit flies in Mauritius*. (Paper presented at second annual meeting of agricultural scientists, Food and Agricultural Research Council, Mauritius).
- PHANTHONG K., PATTERSON D. (2005): *The problem is plantations*, <http://www.geocities.com/rainforest/7813/monpaper.htm>
- PIMENTEL D. (2007): *Area-Wide Pest Management: Environmental, Economic, and Food Issues, in Area-wide control of insect pests*, a cura di Vreysen M.J.B., Robinson A.S., Hendrichs J., Springer, Heidelberg, pp. 35-47.
- PIMENTEL D., LACH L., ZUNIGA R., MORRISON D. (2000): *Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States*, «BioScience», 50, pp. 53-65.

- POWELL K.S., GATEHOUSE A.M.R., HILDER V.A., GATEHOUSE J.A. (1995): *Antifeedant effects of plant lectins and an enzyme on the adult stage of the rice brown planthopper*, *Nilaparvata lugens*, «Entomologia Experimentalis et Applicata», 75, pp. 51-59.
- (PRB) POPULATION REFERENTE BUREAU (2004): *World population data sheet*, Population Reference Bureau, Washington, DC USA, pp. 1-16.
- PUILLES-DUPLAIX A. (2007): *Edito. La lutte régionale contre les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'Ouest*, COLEACP/CIRAD, «Lettre d'information», 1, pp. 1.
- PYSEK P., JAROSIK V., CHYTRY M., KROPA Z., TICHY L., WILD J. (2008): *Geographic and taxonomic bases in invasion ecology*, «Trends in Ecology and Evolution», 23, pp. 237-244.
- RESOSUDERMO B.P. (2001): *Impact of the integrated pest management program on the Indonesian economy*, Economics and Environment Network Working, Australian National University, Economics and Environment Network, Economic Division, Canberra, Australia, Papers 0102.
- REYNOLDS T., BAILEY P., PEREPELICIA N. JESSOP A. (1995): *Integrated chemical and sterile fly release trial no.3 to eradicate Queensland fruit fly at Clarence Gardens*, Pest Eradication Unit, Primary Industries, Adelaide, South Australia, pp. 1-37.
- RWOMUSHANA I., EKESI S., GORDON I., OGOL C.K.P.O. (2008): *Host Plants and host plant preference studies for Bactrocera invadens (Diptera: Tephritidae) in Kenya, a new invasive fruit fly species in Africa*, «Annals of the Entomological Society of America», 101, pp. 331-334.
- SCARM (1993): *Sustainable Agriculture: Tracking the Indicators for Australia and New Zealand*, A Discussion Paper prepared by the SCARM Expert Group on Indicators of Sustainable Agriculture and Resource Management. Report No 51, CSIRO, Melbourne.
- SEEWORUTHUN S.I., SOONNOO A.R. (2006): *An Area Wide Control of Fruit Flies in Mauritius*, in Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, Brazil.
- SEEWORUTHUN S.I., SOOKAR P., PERMALLOO S., JOOMAYE A., ALLECK M., GUNGAB B., SOONNOO A.R. (2006): *An attempt at the eradication of the oriental fruit, Bactrocera dorsalis (Hendel) from Mauritius*, in Annual Report of the Agricultural Services of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources.
- SMITH R.J., MUIR R.D.J., WALPOLE M.J., BAMFORD A., LEADER-WILLIAMS N. (2003): *Governance and the loss of biodiversity*, «Nature», 426, pp. 67-70.
- SOGAWA K. (1982): *The rice brown planthopper: feeding physiology and host plant interactions*, «Annual Review of Entomology», 27, pp. 49-73.
- SOGAWA K., CHENG C.H. (1979): *Economic thresholds, nature of damage and losses caused by the brown planthopper*, in *Brown planthopper: threat to rice production in Asia* International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp. 125-142.
- SOONNOO A.R., SMITH E.S.C., JOOMAYE A., PERMALLOO S., GUNGAB B. (1995): *A large scale fruit fly control programme in Mauritius*, in *Problems and Management of Tropical Fruit Flies. Proceedings of a Workshop*, CHUA TH and KHOO SG eds University of Malaysia, pp. 52-60.
- STEINER L.F., HART W.G., HARRIS E.J., CUNNINGHAM R.T., OHINATA K., KAMAKAHI D.C. (1970): *Eradication of the Oriental fruit fly from the Mariana Islands by the methods of Male Annihilation and Sterile Insect Release*, «Journal of Economic Entomology», 63, pp. 131-135.
- STEINER L.F., MITCHELL W.C., HARRIS E.J., KOZUMA T.T., FUJIMOTO M.S. (1965): *Oriental fruit fly eradication by male annihilation*, «Journal of Economic Entomology», 58, pp. 961-964.

- STEPHENS A.E.A., KRITICOS D.J., LERICHE A. (2007): *The current and future potential geographical distribution of the oriental fruit fly*, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), «Bulletin of Entomological Research», 97, pp. 369-378.
- TAYLOR B.W., IRWIN R.E. (2004): *Linking economic activities to the distribution of exotic plants*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America», 101, pp. 17725-17730.
- THOMPSON F.C. (Ed.) (1999): *Fruit fly expert identification system and systematic information database*, «Myia», 9, ix+524 pp.
- TORRES J.B., FARIA C.A., EVANGELISTA W.S., PRATISSOLI D. (2001): *Within-plant distribution of the leafminer Tuta absoluta (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology*, «International Journal of Pest Management», 47, pp. 173-178.
- U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1995): *Biologically Based Technologies for Pest Control*, OTA-ENV-636 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office), September 1995.
- VAN DEN BERG H. (2004): *IPM Farmer Field Schools: a synthesis of 25 impact evaluations*, FAO, pp 1-53.
- VARGAS H.C. (1970): *Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, Gnorimoschema absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)*, «Idesia», 1, pp. 75-110.
- VAYSSIÈRES J.F. (2007): *Edito. La lutte régionale contres les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'Ouest*, COLEACP/CIRAD Lettre d'information 1, p. 3.
- VAYSSIÈRES J.F., SANOGO F., NOUSSOUROU M. (2004): *Inventaire des espèces de mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) inféodées au manguier au Mali et essais de lutte raisonnée*, «Fruits», 59, pp. 1-14.
- VILA M., PUJADAS J. (2001): *Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African Countries*, «Biological Conservation», 100, pp. 397-401.
- WAAGE J. K. (1995): *International pest management in the light of changing policies of IPM and biodiversity*, in *Policy making, a must for the benefit of all*, a cura di Mann G. C. Zadoks J. C. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, The Hague, The Netherlands, pp. 25-30.
- WESTPHAL M., BROWNE M., MACKINNON K., NOBLE I. (2008): *The link between international trade and the global distribution of invasive alien species*, «Biological Invasions», 10, pp. 391-398.
- WHITE I.M., ELSON-HARRIS M.M. (1992): *Fruit Flies of Economic Significance: their Identification and Bionomics*, CAB International, London, pp. 86 -110.
- WILLIAMSON M. (2006): *Explaining and predicting the success of invasive species at different stages of invasion*, «Biological Invasions», 8, pp. 1561-1568.
- YOHANNES GEBRE M., WATERS-BAYER A. (2007): *Trees are our backbone: integrating environmental and local development in Tigray Region of Ethiopia*, in Drylands Programme Issue Paper 145, International Institute for Environment and Development. London, pp. 1-36.
- ZWOLFER H. (1982): *Life systems of resource exploitation in Tephritids. Fruit flies of economic importance*, in Proceedings of the CEC/IOBC International symposium, Athens, Greece, pp. 16-30.



## Ruolo della collaborazione internazionale nella gestione di gravi avversità delle piante

Nelle precedenti presentazioni è stata illustrata una serie di avvenimenti storici che riguardano le ricadute socio-economiche causate da importanti avversità delle piante coltivate, fornendo una serie di informazioni tecniche e scientifiche sull'argomento oggetto di questa giornata di studio.

Certamente queste problematiche sono molto meno conosciute da parte del grande pubblico di quelle che riguardano le conseguenze socio-economiche di malattie e pestilenze che hanno in passato coinvolto la salute umana. Ma considerando che le piante sono alla base, direttamente o indirettamente, della nutrizione dell'uomo e quindi della disponibilità di cibo e considerando come da sempre la fame abbia rappresentato per l'intera umanità forse la causa più importante dei decessi, tale argomento è certamente degno di maggiore attenzione da parte di tutti.

Proprio in Ottobre, alla FAO, a Roma si è tenuta la riunione annuale sulla Alimentazione, con la partecipazione di rappresentanti di alto livello di quasi tutti i Paesi membri dell'ONU, in cui il Direttore Generale della FAO ha notificato che sui sette miliardi di umani che oggi vivono nel pianeta, ben un miliardo soffre per la mancanza di cibo. Purtroppo la fame continua a essere il principale fattore di mortalità anche nel nostro mondo attuale.

Il professor Matta, nella sua dotta e documentata analisi storica, che ha riguardato le gravi carestie provocate dall'esplosione di gravi crisi epidemiche che hanno coinvolto in passato le piante coltivate, ha citato l'episodio biblico degli effetti dell'invasione delle cavallette nell'antico Egitto; i casi di avvelenamento collettivo causati, nell'alto Medioevo, dall'ergotismo, dovuto alle infestazioni della *Claviceps purpurea* nella segale; gli effetti tragici della

\* Già Dirigente FAO, ENEA

introduzione della peronospora della patata in Irlanda a metà 1800, che causò nell'isola milioni di morti per fame e la migrazione massiva di larga parte della popolazione in Nord America; la successiva diffusione in Europa dei tre più nefasti parassiti della vite provenienti dall'America: l'oidio nel 1845, la fillossera nel 1863 e la peronospora nel 1878, che minacciarono la completa distruzione della viticoltura europea; la ruggine del caffè nel 1868 in Sri Lanka e, successivamente, in Europa, la grafiosi dell'olmo, la peronospora del tabacco, il cancro del castagno e nel Bangladesh, nel 1943, l'elmintosporiosi del riso, poi, in America, quella del mais, ecc. Né, dimentichiamo, la improvvisa diffusione della Dorifora della patata negli anni '40 nel Nord Europa, forse il primo caso di guerra biologica! Una serie di eventi che hanno minacciato addirittura la sopravvivenza di alcune delle più importanti specie domesticate e utili per l'uomo.

Eventi ovviamente legati alla domesticazione di molte specie utili, che ha limitato la diversità biologica, ha incrementato la monocultura e ha favorito la rottura degli equilibri biologici nell'ambito del continuo antagonismo esistente tra tutti gli esseri viventi.

Il contributo del dottor Vurro ha approfondito in particolare l'argomento delle modalità di introduzione di molti patogeni nelle varie aree di coltivazione, legate sia alle pratiche agronomiche, in particolare alle monoculture e alle varie modalità di diffusione dei parassiti, legate spesso alla suscettibilità da parte di selezioni e cloni molto diffusi a causa del loro elevato valore produttivo, ma suscettibili a specie o razze di patogeni non esistenti nelle aree in cui erano stati selezionati.

Un esempio è rappresentato in Africa e in India dalla diffusione di cloni di manioca, moltiplicati per via agamica, di elevate prestazioni produttive, ma suscettibili a ceppi molto virulenti del virus del mosaico della cassava, casualmente introdotti in tali aree, che hanno ridotto alla fame milioni di agricoltori per i quali la manioca rappresentava il cibo di base.

Un altro esempio è rappresentato dalla esplosione della diffusione di varie specie di *Striga* in Africa, emiparassiti dei principali cereali (sorgo, miglio, mais, riso upland) e di leguminose da granella (in particolare il fagiolino dall'occhio) che riducono in modo drastico tali produzioni.

Ancora in molti Paesi centro-occidentali africani, in cui la banana rappresenta l'alimento energetico di base, si sono verificate carestie provocate dalla diffusione del batterio BXW (Banana Xantomonas Wilt).

Infine la comparsa della razza di ruggine nera del frumento nel 1999 in Uganda (da cui il nome Ug 99) cui è suscettibile la stragrande maggioranza delle cultivar di frumenti oggi coltivate nel mondo e che, in pochi anni, ha in-

festato gli altopiani del Kenya, dell'Etiopia, dello Yemen, ed è arrivata alla Penisola Arabica e all'Iran, minacciando le coltivazioni di grano di tutto il Medio Oriente, del Pakistan, dell'India e dei Paesi mediterranei, con il pericolo che venga accidentalmente introdotta anche in altri continenti. Questa minaccia ha determinato una ricerca affannosa, nelle banche del germoplasma, di geni per la resistenza, attuata mediante una fattiva collaborazione tra i ricercatori di molti Paesi e che sembra stia dando buoni frutti. Tutto ciò ha dimostrato l'opportunità, anzi la necessità, di stabilire accordi internazionali per attuare congiuntamente uno sforzo collettivo per affrontare problemi di questo genere.

Inoltre queste continue e ripetute minacce alla sicurezza alimentare hanno anche determinato una continua ricerca di nuovi fitofarmaci da parte di ricercatori di Aziende private e di Organismi pubblici, come pure hanno promosso la ricerca orientata alla identificazione di resistenze genetiche nelle specie attaccate e/o nelle specie selvatiche affini, nonché l'identificazione e l'uso di iper-parassiti capaci di controllare in campo gli agenti patogeni e i parassiti.

Il contributo del dottor Cristofaro riporta, tra l'altro, un dato significativo: è stato stimato che gli insetti dannosi sono responsabili di circa il 14% della perdita delle produzioni alimentari e agricole in senso generale. Infatti, su circa 70.000 organismi nocivi, ben 10.000 sono rappresentati da artropodi. Tra le varie categorie di insetti nocivi oggi più pericolosi e oggi studiati sono citate varie specie di mosche della frutta, il punteruolo rosso delle palme, la tignola del pomodoro, la cicalina del riso, ecc.

I controlli sviluppati sono generalmente basati su iniziative di monitoraggio centralizzato e sull'uso di varie tecnologie oggi disponibili (insetto sterile o sterilizzato, trappole feromoniche, lotta biologica, prodotti antiparassitari, ecc.). È ormai accertato, a livello generale, che la pericolosità di un organismo nocivo è in genere minima per le specie indigene coltivate nelle aree di origine del parassita e massima nelle aree di diffusione esterna, in cui molto probabilmente non esistono altri esseri viventi che li controllino.

Certo, attualmente, la diffusione dei patogeni e dei parassiti è divenuta molto più facile, pericolosa e più difficilmente controllabile a causa dell'incremento dei mezzi di comunicazione terrestri, navali e aeree e della globalizzazione dei mercati.

Inoltre, le misure preventive sono certo le più efficaci, ma più difficilmente realizzabili, per cui le metodologie di controllo oggi più sviluppate sono riconducibili allo sviluppo di metodi di lotta chimica, biologica e integrata, allo sviluppo di accurate modalità di gestione territoriale ed allo sviluppo di programmi educativi (tipo quelli sviluppati in alcuni Paesi emergenti, chiamati *farmers field schools*).

Questi tre contributi sono serviti per focalizzare i problemi e per rendersi conto della pericolosità dei parassiti e patogeni, per identificare le varie modalità di controllo, per analizzare le esperienze e le modalità di collaborazione a livello nazionale e internazionale (i parassiti ignorano le frontiere!) e per prevedere l'esplosione di nuove pandemie e prevenirne gli effetti nefasti. Oggi viviamo in un mondo che diviene sempre più piccolo e in cui le problematiche nazionali e locali non sono più limitate e in cui un evento, quale l'insorgenza di una nuova razza più virulenta di un microrganismo nocivo può mettere a repentaglio la vita dell'uomo, degli animali domestici e delle piante alimentari in aree distanti migliaia di chilometri dal luogo di origine o di evoluzione del parassita stesso.

Purtroppo non tutti i Paesi sono dotati di organismi di monitoraggio e controllo adeguati ed efficienti: mancano i fondi e spesso anche le competenze per poter fronteggiare adeguatamente le nuove minacce incombenti.

Se guardiamo anche al nostro Paese, i controlli alle frontiere, ai porti e agli aeroporti sono un vero colabrodo, a differenza di quanto accade ad esempio in Australia o in Nord America, in cui c'è un controllo strettissimo di ogni prodotto biologico volontariamente o involontariamente trasportato.

Nel nostro Paese il controllo del trasporto di semi, di piantine, di prodotti alimentari dall'estero è decisamente carente. Centinaia di migliaia di tonnellate di cereali, di proteaginose, di oleaginose arrivano nei nostri porti per sopprimere ai nostri bisogni alimentari umani e zootecnici con controlli a campione, spesso effettuati da personale non sufficientemente informato sulla pericolosità di prodotti ottenuti in aree infestate da parassiti e/o patogeni potenzialmente pericolosi. Anche le misure di quarantena sono spesso carenti. Ad esempio non mi risulta che in Italia esista una struttura specializzata che effettui la quarantena di animali domestici o selvatici importati. Ritengo che, ad esempio, gli Istituti statali del CRA, del CNR o universitari che conservano varie categorie di germoplasma vegetale dovrebbero essere anche responsabili delle analisi e delle misure di quarantena delle sementi e/o del materiale vegetale importati anche a scopo di ricerca e sperimentazione. Le recenti introduzioni della Diabrotica del mais, della Tuta del pomodoro, della bega dei gerani (che rappresentavano le colture da fiore in vaso più commercializzate in Italia), del punteruolo rosso delle palme, ecc. dovrebbero far riflettere.

Non c'è sufficiente attenzione alla prevenzione, all'informazione tecnica e spesso non vi è sensibilità e quindi non ci sono fondi per affrontare il problema all'inizio della infestazione e della diffusione del patogeno o del parassita. Anche nei Paesi emergenti la situazione in questo settore è quasi sempre molto

critica, sia per la mancanza di finanziamenti che per carenza conoscitiva. Di fatto, le due Agenzie delle Nazioni Unite residenti a Roma, la FAO e l'IFAD, con gli Istituti di ricerca Internazionali del CGIAR, dislocati nei vari continenti, sono gli organi tecnici cui è affidato sia il monitoraggio delle situazioni pertinenti nei Paesi membri che le iniziative per collaborare alla prevenzione e il controllo delle varie pandemie, insieme, ovviamente, con le varie Istituzioni nazionali pertinenti. Ad esempio, in FAO c'è da sempre un gruppo di esperti per il monitoraggio e il controllo delle locuste, che ha svolto una attività altamente apprezzata e meritoria in tal campo.

Tuttavia, non è ben strutturato, ma lasciato spesso a iniziative individuali, il coordinamento di Istituzioni di Patologia ed Entomologia di Paesi che possono essere interessati alla prevenzione ed eventualmente al successivo controllo di possibili pandemie, che possono riguardare anche specie di fondamentale importanza per l'alimentazione o per l'ambiente: la recentissima diffusione della Diabrotica del mais in Norditalia e del punteruolo rosso delle palme nel Centro-Sud ne sono un esempio.

Penso che sarebbe molto utile creare anche in Europa una iniziativa che coinvolga i principali Centri nazionali di ricerca pubblica in campo patologico ed entomologico, per il monitoraggio di possibili introduzioni di organismi nocivi alle nostre principali colture agrarie e di raccolta e diffusione di informazioni riguardanti le modalità di controllo, specie nelle prime fasi di sviluppo delle possibili pandemie.

Per quanto riguarda il nostro Paese credo che l'Accademia dei Georgofili potrebbe giocare un ruolo importante per proporre e favorire la costituzione di una Unità, ad esempio nell'ambito del CRA, costituita da Patologi ed Entomologi, possibilmente dislocata a Roma, per facilitare i contatti con la FAO, l'IFAD, il PAM e l'Istituto internazionale Bioversity di Maccaresse, che curi il monitoraggio degli organismi fortemente nocivi per la nostra Agricoltura e che presenti ogni anno al MIPAAF, al Ministero per l'Università e la Ricerca, alla Cooperazione dei MAE e alle Regioni, un rapporto sulla situazione attuale e potenziale di attuali e/o di possibili pandemie che possono interessare la nostra produzione agricola e alimentare.

Finito di stampare in Firenze  
presso la tipografia editrice Polistampa  
nel settembre 2010