

AREA DI RICERCA CNR SASSARI  
Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente (IRCoBA)

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SASSARI  
Istituto di Entomologia agraria

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE SASSARI  
Assessorato all'Ambiente

GIORNATA  
sulle  
STRATEGIE BIO-ECOLOGICHE  
di lotta  
CONTRO GLI ORGANISMI NOCIVI

**ATTI**

a cura di  
Romolo Prota  
Roberto A. Pantaleoni

Sassari, 11 aprile 1997  
Sala Conferenze, Camera di Commercio

Publicazione realizzata con il contributo  
del *Consiglio Nazionale delle Ricerche* e  
dell'*Amministrazione Provinciale di Sassari*

Con il patrocinio di:  
*Consiglio Nazionale delle Ricerche*  
*Università degli Studi di Sassari*  
*Amministrazione Provinciale di Sassari*

e la collaborazione di:  
*Camera di Commercio di Sassari*  
*Società Eurodepuratori Sarda - Sassari*  
*Società Sella e Mosca - Alghero (SS)*  
*Società Quadriflor - Olmedo (SS)*

Realizzazione editoriale: Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari  
Coordinamento editoriale: Studio Soluzioni, Valledoria SS  
Fotocomposizione: Composita, SS  
Stampa: TAS, SS

GIORNATA sulle STRATEGIE BIO-ECOLOGICHE di lotta CONTRO GLI ORGANISMI NOCIVI : atti : Sassari, 11 aprile 1997 / a cura di Romolo Prota e Roberto A. Pantaleoni - [S.l. : s.n.] , stampa 1997 (Sassari : TAS).

p. XX ; ill. ; 28 cm.

In testa al front. : AREA DI RICERCA CNR SASSARI, Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente (IRCoBA) ; UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SASSARI, Istituto di Entomologia agraria ; AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE SASSARI, Assessorato all'Ambiente

1. Controllo biologico - Congressi - 1997
2. Entomologia urbana I. Prota, Romolo  
II. Pantaleoni, Roberto A.

CDD 595.7 : 632.96

Volume dedicato  
alla memoria del  
***Prof. Raffaele Cavalloro***  
convinto assertore delle strategie  
di difesa ecocompatibili



## INTERVENTO DI SALUTO AI PARTECIPANTI

Piero CAPPUCCINELLI  
*Presidente Comitato di Area CNR*  
*Sassari*

È per me un grande piacere oltre che un onore rivolgere un caloroso saluto ai partecipanti a questa Giornata di studio e di riflessione su di un argomento che sta giustamente diventando uno dei punti cruciali dello sviluppo sostenibile sul nostro pianeta. Come tutti sapete, i nodi derivanti dalla politica dissennata fin qui sviluppata nei confronti dell'ambiente stanno ormai arrivando ad una fase di estrema pericolosità e numerosi governi, anche sulla spinta di un'opinione pubblica sempre più motivata ed a seguito di conferenze internazionali promosse dalle Nazioni Unite e da altre agenzie internazionali, si sono rassegnati a mettere in cantiere delle politiche concrete per contenere i rischi ambientali e riparare almeno in parte ai danni già causati.

Vorrei ricordare che la Conferenza di Rio de Janeiro sull'Ambiente e lo Sviluppo del 1992, ha indicato che le strategie nazionali di sviluppo sostenibile debbano essere volte a costruire strumenti a forte componente partecipativa "destinati a garantire uno sviluppo economico consapevole dell'ordine sociale e rispettoso delle risorse e dell'ambiente, a favore delle generazioni future".

Queste enunciazioni generali sono state definite più in dettaglio in documenti successivi e nel maggio 1996 i Paesi facenti parte dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) hanno concordato lo sviluppo di politiche comuni aventi l'obiettivo ambizioso di invertire effettivamente, entro l'anno 2015 e sia su scala mondiale

che nazionale, le attuali tendenze allo spreco delle risorse ambientali ed all'accumulo di sostanze pericolose nell'ambiente. Tenendo conto della enorme complessità dei problemi da affrontare, soprattutto in termini economici, ma spesso anche scientifici e della grande disparità di realtà socio-culturali ed economiche attualmente presenti sul nostro pianeta, non mi sentirei di scommettere sul raggiungimento di questi obiettivi anche se ci sono delle constatazioni obiettive che consentono un certo ottimismo.

La più importante è quella che ci si è ormai resi conto che i problemi ambientali non possono essere considerati circoscritti a regioni geografiche ma travalicano i confini delle nazioni e devono essere affrontati in una ottica globale utilizzando risorse economiche rese disponibili da chi effettivamente le possiede. Altrettanto importante è l'aumento delle capacità di prevenire adeguatamente, individuare tempestivamente ed intervenire sui danni provocati con strumenti tecnologici appropriati direttamente derivati dagli avanzamenti scientifici e tecnologici degli ultimi decenni. Da questa ultima considerazione scaturisce la necessità di programmare e sostenere adeguatamente una politica scientifica per la ricerca e lo sviluppo di modalità appropriate di gestione ambientale rispettose dell'equilibrio naturale e con scarse o nulle capacità inquinanti.

Questa giornata, organizzata dall'Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente del CNR, che ha una lunga tradizione ed una fama internazionalmente riconosciuta sullo sviluppo di strategie alternative, basate sull'utilizzo di agenti biologici e quindi scarsamente inquinanti, per il controllo di organismi nocivi, ha come scopo principale quello di esaminare, dibattere e proporre soluzioni per problemi di grande interesse economico e sociale, e su questo non è il caso che mi dilunghi ulteriormente perché altri lo faranno e con maggiore competenza.

Essa è la prima di una serie di iniziative tematiche che devono servire a favorire e consolidare il rapporto tra l'Area di ricerca del CNR di Sassari ed il tessuto scientifico, istituzionale e sociale, che insiste nello stesso ambito territoriale e, più in generale, nella Regione. Lo scopo è quello di

far conoscere quanto avviene all'interno degli Istituti dell'Area mettendo a disposizione delle realtà locali e territoriali le loro potenzialità in termini di consulenza e servizi. Infatti l'Area CNR, per la tipologia degli Istituti che la compongono, ben si presta a svolgere questo ruolo : dei sette Istituti (uno in realtà è un Centro ma la sua trasformazione in Istituto è imminente) cinque svolgono la loro attività in campi di grande importanza applicativa per l'agricoltura e l'ambiente quali la fisiologia della maturazione e della conservazione del frutto delle specie arboree mediterranee, l'applicazione delle tecniche chimiche avanzate ai problemi agrobiologici, il monitoraggio degli agroecosistemi, lo studio dei pascoli mediterranei ed il controllo biologico dell'ambiente. I restanti due e cioè l' 'Istituto per lo Studio della Patologia del Sangue e degli Organi Emopoietici e l'Istituto di Genetica Molecolare, trovano una loro collocazione importante nell'ambito del sistema sanitario nazionale in particolare per quanto riguarda le malattie del sangue e le malattie genetiche. La stessa struttura di direzione e gestione dell'Area è dotata di moderne attrezzature informatiche che sono utilizzate soprattutto per la formazione, da entità diverse che operano nel territorio.

L'area del CNR di Sassari sta vivendo una fase estremamente importante per il suo futuro : sono in fase avanzata le procedure che porteranno all'inizio dei lavori per la sistemazione degli edifici messi a disposizione dall'Amministrazione Provinciale per la collocazione della quasi totalità (sei su sette) degli Istituti e del Centro Direzionale.

Altrettanto significativo è l'inizio dei concorsi per il completamento degli organici di personale previsti che dovranno far raggiungere, nel giro di pochi anni, una consistenza numerica di circa 150 unità. Tutto questo permetterà di aumentare enormemente le potenzialità dell'Area che dovrà diventare un forte punto di riferimento della politica di sviluppo scientifico della Regione.

Purtroppo l'esperienza passata ci ha insegnato a non essere passivamente ottimisti e ci rendiamo conto che è necessario guadagnarci il so-

stegno e la solidarietà di tutti anche attraverso iniziative come quella che oggi sta per prendere il via.

Vorrei concludere augurando a tutti i partecipanti una giornata di proficuo e piacevole lavoro e ringraziando l'amico Romolo Prota per l'organizzazione di questo incontro e per il contributo allo sviluppo e qualificazione scientifica dell'Area del CNR di Sassari che da sempre ha fornito.

INTRODUZIONE ALLA  
*GIORNATA SULLE STRATEGIE BIO-ECOLOGICHE*  
*DI LOTTA*  
*CONTRO GLI ORGANISMI NOCIVI*

Romolo PROTA  
*Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente*  
*Area CNR Sassari*

In Sardegna le problematiche territoriali emergenti, come è stato ripetutamente segnalato in sede di programmazione regionale, sono riconducibili a due filoni principali: la questione urbana e quella ambientale. Aspetti importanti che costituiscono, pur con argomenti particolari, il tema di questa giornata.

L'obiettivo delle Amministrazioni Pubbliche è di assicurare alla popolazione una corretta gestione igienico-sanitaria dell'ambiente urbano con servizi di alto livello. Il problema del controllo degli agenti infestanti è centrale in questo contesto e deve estendersi, oltre l'ambito cittadino, alle aree suburbane di interesse paesaggistico e ricreativo.

Molti sono i fattori che possono permettere il miglioramento dei servizi, fra questi, e non ultimo, vi è la valorizzazione delle conoscenze scientifiche disponibili, soprattutto se acquisite direttamente sul territorio. Di grande utilità risulterebbe quindi, nel caso particolare, una più stretta collaborazione tra Istituzioni Scientifiche e Pubbliche Amministrazioni. Se gli organi politico-amministrativi saranno in grado di formulare direttive chiare, nel rispetto dell'interesse generale, non sarà difficile riscontrare l'attenzione e la disponibilità delle strutture scientifiche locali.

Per quanto riguarda il settore di nostra competenza possiamo dire di aver avanzato proposte accolte favorevolmente dall'Amministrazione provinciale. Ma già in un prossimo futuro sarà necessario precisare meglio metodologie e procedure, cosa indispensabile per non sprecare capacità di coordinamento e per garantire il raccordo con gli assetti programmatici di entrambi i partners.

Considerando le caratteristiche di tali forme di collaborazione - ferma restando la necessità di una forte, autonoma ricerca di base - sarebbe addirittura auspicabile giungere alla realizzazione di progetti volti a risolvere, proprio sul piano dei servizi, problematiche di grande valenza locale. L'ideale sarebbe aggregare le figure professionali già operanti nei servizi con tecnici, ricercatori, funzionari del settore della ricerca dando vita ad efficienti sistemi con competenze diversificate, ma omogenee nei processi e nell'impegno.

Il soggetto pubblico-amministrativo, assumendo attività di rilevanza generale, dovrà direttamente farsi carico delle strutture e degli investimenti capaci di collegarsi ai laboratori di ricerca. E, d'altro canto, deve finalmente giungere a definire con chiarezza e precisione obiettivi e programmi d'intervento, eliminando le storture e gli sprechi di servizi incapaci anche di conoscere i propri compiti, di qualificare le proprie competenze e di difendere le proprie professionalità.

Non si può qui non far cenno, per entrare nel concreto con esempi scomodi ma reali, ad un malvezzo radicato nei servizi di disinfestazione abitati (mal abitati!) ad intervenire su indicazione delle figure più disparate, dai responsabili delle scuole di ogni ordine e grado ai dirigenti sanitari di un qualsivoglia settore. Operazioni molto spesso eseguite su indicazione altrui con atteggiamento fideista, senza alcun controllo della segnalazione e spesso senza che sia indicato l'agente dannoso da combattere. Con aggettivi poco edificanti sono stati definiti in un recente convegno questi operatori cui non si vuol attribuire alcuna professionalità e a cui, di conseguenza, non si garantisce nessuna autonomia decisionale. Particolarmente istruttivi ri-

sultano al proposito le disinfestazioni post-elezioni nelle scuole sede di seggio. Trattamenti incomprensibili - contro che cosa? - ma evidentemente molto graditi visto che comportano la chiusura totale degli Istituti per almeno un paio di giorni. E si potrebbe continuare. Nel corso della giornata sarà comunque ulteriormente esaminato ed approfondito l'importante caso della lotta alle zanzare a cui si rimanda.

Per entrare più nello specifico della materia che ci riguarda possiamo affermare che le pullulazioni di infestanti urbani e suburbani costituiscono anche in Sardegna un problema di notevole attualità oltre che di rilevante interesse storico. Basti ricordare le grandi campagne di disinfestazione condotte negli anni 1946-50 contro le zanzare per l'eradicazione della malaria, o gli interventi - talvolta discutibili - riguardanti la lotta alle cavallette e, più recentemente, i programmi di controllo dei defogliatori forestali con insetticidi microbiologici.

I principali organismi animali infestanti gli ambienti antropici sono Artropodi, quasi esclusivamente Insetti ed Aracnidi. Non bisogna tuttavia sottovalutare l'attività di alcuni vertebrati sinantropici quali, in particolare, Uccelli e Mammiferi Roditori, che possono costituire un problema di notevole importanza e complessità in molte realtà urbane e suburbane.

Il controllo di tali organismi nel passato è stato spesso, anche da parte di strutture pubbliche, sinonimo di impiego, più o meno indiscriminato, di quantità massicce di insetticidi. Questa metodica - che oltre al danno tossicologico è spesso perdente anche sul piano dei risultati - non è compatibile con le moderne esigenze di tutela sanitaria e con l'eccezionale evoluzione dei sistemi di difesa verso tecniche a basso impatto ambientale.

Per programmare un'azione efficace di contenimento degli Artropodi e dei Vertebrati dannosi occorre innanzitutto prevedere uno studio biologico ed ecologico finalizzato all'acquisizione di svariate informazioni, dal rilevamento e dalla mappatura dei focolai di infestazione, agli andamenti stagionali di popolazione, all'eventuale presenza di fattori naturali di contenimento. Queste conoscenze sono fondamentali per poter impostare stra-

tegie più razionali di lotta, anche in relazione al semplice impiego dei prodotti chimici di sintesi, ma soprattutto in previsione dell'adozione di metodologie integrate che si avvalgono di mezzi alternativi biotecnici e biologici (predatori e parassitoidi). Altrettanto importante risulterà una costante e capillare opera di informazione e divulgazione sia sui problemi specifici che sulle iniziative intraprese per contrastarli, al fine di garantire un'adeguata base di consenso e di partecipazione popolare.

A livello regionale, la normativa vigente (L.R. 21/01/86 n. 13) delega alle Province le funzioni concernenti la tutela e la difesa dell'ambiente in relazione al controllo degli insetti nocivi e dei parassiti dell'uomo, degli animali e delle piante ed alla loro lotta. Competenza di tali Enti è altresì la predisposizione di programmi tecnico-finanziari annuali e pluriennali di intervento, indicando le esigenze sia tecniche che economiche per consentire una corretta ed adeguata attività di prevenzione e controllo dei fenomeni negativi legati alle pullulazioni di infestanti.

All'Assessorato all'Ecologia sono attribuite le funzioni di indirizzo, coordinamento e controllo delle attività, prevedendo, eventualmente, per tali scopi, il supporto di strutture esterne come Istituti universitari o altri Enti di ricerca. Sulla base di queste considerazioni, si ritiene che sussistano i presupposti legislativi per impostare una corretta gestione di sanificazione ambientale col contributo di tutti, per migliorare la vita degli abitanti *umani* delle città.

## IL CNR PER LA PREVENZIONE E L'AMBIENTE

Alfredo LIBERATORI

*Comitato Nazionale per le Scienze e le Tecnologie dell'Ambiente e  
dell'Habitat, CNR  
piazzale A. Moro, 7 - 00185 Roma*

RIASSUNTO. Nell'ambito della ricerca e dell'interesse ambientale, il CNR ha selezionato alcuni problemi-chiave stabilendo delle linee scientifiche da approfondire sia in collaborazione con le Amministrazioni pubbliche sia attraverso progetti integrati CNR-Università. L'attività del CNR dagli anni '60 ad oggi ha permesso l'articolazione di un Comitato Ambiente che con i suoi 14 Organi Afferenti copre tutto il territorio nazionale; i suoi punti più importanti sono costituiti dai "progetti finalizzati" che ricercano nel campo ambientale e nella salute, e dai "progetti strategici" dai quali emergono non solo cospicue produzioni scientifiche ma possibilità di reale supporto tecnico ad Aziende, Ministeri, Servizi e Agenzie. Le iniziative di ricerca non si svolgono solo in territorio nazionale ma, dal 1981, si snodano anche in campo internazionale toccando almeno 6 settori tra cui la microbiologia e la geologia marina: in quest'ottica è stato istituito l'Istituto Nazionale di Coordinamento per le Scienze del Mare e sono state fornite attrezzature e strumentazioni idonei al progetto. Per la formazione ambientale, inoltre, dal '95 sono state istituite 240 borse di studio di cui 196 per i laureati del Mezzogiorno.

### LINEE SCIENTIFICHE

Il CNR, allo scopo di evitare dispersione di risorse nei numerosi temi riconducibili alla ricerca o all'interesse ambientale, ha selezionato alcuni problemi chiave che richiedono un approfondimento di conoscenze che possono essere utilmente trasferite alle amministrazioni pubbliche preposte alla gestione della risorsa ambientale.

I temi selezionati sono i seguenti:

- uso del suolo e riflessi sulle risorse idriche;
- gestione e trattamento dei rifiuti, in particolare tossici e nocivi;
- condizioni ambientali nelle zone metropolitane;

- semplificazione dei processi e delle tecnologie di trattamento dei reflui, dei rifiuti solidi e di potabilizzazione delle acque;
- affidabilità dei sistemi di monitoraggio e di allarme contro le catastrofi naturali;
- progettazione e assetto del territorio;
- valutazione e gestione di ecosistemi forestali;
- criteri sociali, economici e giuridici per la protezione ambientale.

Il tema della educazione ambientale risulta trasversale ai vari temi indicati. In particolare, è stata dedicata una grande attenzione a progetti integrati CNR-Università che hanno riguardato i seguenti temi di comune interesse:

1. Economia e Politica Ambientale, affidate al Dipartimento di Economia Pubblica e Territoriale dell'Università di Pavia di concerto con l'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico (RM).
2. Qualità ecologica delle acque, affidata al Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università di Milano di concerto con l'Istituto di Idrobiologia di Pallanza.
3. Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico mediante tecniche integrate, affidato al Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente dell'Università della Basilicata di concerto con l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale (PZ).
4. Metodologie Analitiche per il Controllo dell'Ambiente, affidate al Dipartimento di Chimica dell'Università di Roma, di concerto con l'Istituto di Ricerca sulle Acque (RM).

## ORGANI AFFERENTI

L'attività del CNR nel settore ambientale inizia fin dagli anni '60 con i programmi della Commissione per la Protezione della Natura. Prosegue negli anni '70 con i Progetti Finalizzati dei quali la principale espressione è stato il P.F. "Promozione della Qualità dell'Ambiente".

Il Comitato Ambiente, sorto nel 1988, ha quindi ereditato esperienze da attività precedenti ed ha dedicato la propria attenzione alla costituzione di organi propri di ricerca fino a costituire una rete abbastanza completa sul territorio nazionale comprensiva di 14 organi, con circa 150 ricercatori e altrettanti tecnici, ritenendo che gli stessi potessero svolgere con maggiore efficacia la loro attività di ricerca nell'ambito delle linee indicate dal Comitato.

Attualmente gli organi del Comitato sono i seguenti:

- Istituto Talassografico - Trieste
- Istituto Sperimentale Talassografico - Taranto
- Istituto Sperimentale Talassografico - Messina
- Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza
- Istituto di Biologia del Mare - Venezia
- Istituto per lo Studio degli Ecosistemi Costieri - Lesina
- Istituto Inquinamento Atmosferico - Montelibretti
- Istituto di Ricerca sulle Acque - Roma
- Istituto di Ricerca sulla Pesca Marittima - Ancona
- Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - Venezia
- Istituto sulla Tecnologia della Pesca e del Pescato - Mazara del Vallo
- Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente - Sassari
- Istituto Metodologie Avanzate ed Analisi Ambientali - Potenza
- Istituto per l'Inquinamento Atmosferico e l'Agrometeorologia - Lecce

## PROGETTI FINALIZZATI

“Ambiente e territorio”, approvato dal MURST nel 1990, è attualmente ancora all'esame del CIPE. Il progetto è considerato dalla Comunità Scientifica Nazionale un punto irrinunciabile per una seria attività scientifica. Il P.F. affronta i problemi chiave identificati dalla Commissione di Fatibilità e dal Piano Nazionale di Ricerche Ambientali.

Esso risulta articolato nei seguenti sottoprogetti:

1. Analisi e rappresentazione dei sistemi ambientali.
2. Circolazione, soglie di rischio, livelli di controllo degli inquinanti ambientali.
3. Ripristino dei sistemi ambientali degradati, di processi ecologici e di risorse naturali compromesse.
4. Ambiente urbano, fattori di nocività e salute dell'uomo.
5. Modifiche recenti, processi in atto e tendenze evolutive dell'ambiente fisico italiano e del pianeta.
6. Possibilità tecnologiche di riduzione dei problemi ambientali.
7. Innovazione tecnologica, trasformazioni territoriali e tutela dell'ambiente antropico.
8. Meccanismi istituzionali, criteri e metodi giuridici ed economici per la tutela e la gestione dell'ambiente.
9. Domanda d'ambiente, informazione, problemi di consenso.

A distanza di sei anni il progetto conserva la propria attualità e scientificità, tanto è vero che gli ultimi bandi dell'Unione Europea sono focalizzati su tematiche di ricerca già individuati durante la proposizione del progetto della Commissione di Fattibilità.

## PROGETTI STRATEGICI

Il Comitato ha operato attraverso due progetti strategici ciascuno dei quali dotato di un budget di 800 milioni:

1. Sistemi naturali e antropici: analisi delle trasformazioni ambientali, modelli di controllo e ipotesi di intervento.
2. Criticità della disponibilità di acqua da utilizzare a scopi potabili.

I risultati conseguiti hanno dato luogo a una cospicua produzione scientifica con numerose comunicazioni presentate in Congressi, Seminari, Riunioni specialistiche e a un numero più ridotto ma apprezzabile di memorie su riviste nazionali e internazionali, che attualmente risultano circa 50 considerando anche i lavori in corso di stampa.

Elevato è risultato l'interesse di aziende sia pubbliche sia private e di Ministeri, Servizi, Presidi Multizonali, Agenzie verso le quali è stata effettuata un'opera di trasferimento basata non solo su differenti forme di supporto tecnico, ma anche sulla predisposizione di linee guida, protocolli di indagine e in generale di strumenti operativi. Tra i più significativi ricordiamo:

- la costituzione presso l'IRSA su richiesta del Ministero dell'Ambiente di un Gruppo di Lavoro per l'elaborazione di linee guida per l'applicazione della normativa di applicazione delle aree sensibili e/o vulnerabili delle acque sotterranee all'inquinamento da pesticidi di cui ai D.L 194/95 (attuazione della direttiva CEE 91/414);
- la realizzazione e la sperimentazione di protocolli di monitoraggio delle aree di protezione delle captazioni idropotabili insieme ad aziende acquedottistiche emiliane;
- la collaborazione con le aziende acquedottistiche siciliane per l'elaborazione di modelli di rappresentazione delle falde della piana di Palermo;
- la pianificazione del sistema di approvvigionamento idrico delle aree e-sondabili della Val Tanaro.

#### ALTRE INIZIATIVE

L'esperienza maturata dagli organi di ricerca e la disponibilità di un apparato amministrativo collaudato ha indotto Amministrazioni pubbliche a stipulare contratti e convenzioni con il CNR su programmi di ricerca ai quali hanno partecipato gli esperti della Comunità Scientifica Nazionale e i principali organismi sia pubblici che privati. Nel seguito sono riportate soltanto le due attività più significative.

### Sistema Lagunare Veneziano

Il 1995 è stato l'anno di conclusione dei finanziamenti al progetto che è stato strutturato in tre tematiche di ricerca:

1. Metodologie di sperimentazione e di rilevamento; studio dei processi.
2. Modellistica del sistema lagunare.
3. Studi per interventi migliorativi e utilizzazioni delle risorse.

Il contenuto delle linee di ricerca del primo punto hanno riguardato aspetti eminentemente scientifico-metodologici; i risultati ottenuti quindi hanno riguardato l'ottenimento di informazioni che sono state oggetto di numerose pubblicazioni scientifiche.

Per quanto riguarda il secondo punto l'impostazione scientifica non ha riguardato solamente i metodi di valutazione o di comprensione dei processi. È stato necessario affrontare schemi che studiano le interrelazioni tra i diversi fenomeni e il loro sviluppo temporale e spaziale. Si dispone quindi, oltre alle pubblicazioni scientifiche, di modelli per la gestione dell'ambiente lagunare.

Il terzo tema, caratterizzato da linee di ricerca che mirano ad una utilizzazione di alcune risorse lagunari, presenta importanti aspetti socio-economici, come l'acquacoltura, ed altre attività che possono portare benefici di tipo ambientale, come lo sfruttamento della biomassa algale. Anche in questo caso le informazioni ottenute sono considerate di possibile utilizzazione.

### Attività di ricerca e sperimentazione in Mare Adriatico

Il MURST ed il CNR, attraverso le attività oggetto della convenzione "Attività di ricerca e sperimentazione in mare Adriatico", si propongono come punto di riferimento essenziale e prioritario per azioni di ricerca coordinate, finalizzate ad una crescita culturale sull'argomento e volte a fornire strumenti per una corretta politica ambientale e per il governo dell'ecosistema adriatico. Per quanto riguarda il soddisfacimento delle necessità conoscitive su cui basare interventi di protezione o risanamento

dell'ambiente, si ricorda che il Piano-programma che costituisce il riferimento delle attività nell'ambito della Convenzione MURST-CNR identifica i seguenti sette obiettivi generali:

1. Oceanografia fisica e caratteri dinamici: conoscenza dei processi idrodinamici, biogeochimici elementari e destino delle sostanze inquinanti sversate nell'ambiente marino.
2. Nutrienti: individuazione delle sorgenti, destino ed effetti dei nutrienti sversati nell'ambiente marino come risultato delle attività umane.
3. Sostanze tossiche: individuazione e caratterizzazione delle sorgenti, destino ed effetti delle sostanze tossiche sversate nell'ambiente marino come risultato delle attività umane.
4. Agenti biologici: individuazione e caratterizzazione delle sorgenti, destino ed effetti sugli organismi marini di agenti biologici (patogeni, alghe tossiche, alghe produttrici di gelatine, organismi non indigeni) che sono introdotti dalle attività umane.
5. Alterazione e modifica degli habitat marini: conoscenza e comprensione degli effetti di scomparsa o di modifica degli habitat marini come risultato delle attività umane.
6. Condizione attuale dell'ecosistema Adriatico: puntuale ricognizione delle tendenze evolutive dell'ecosistema marino.
7. Salute umana: comprensione delle implicazioni dei diversi aspetti dell'inquinamento marino sulla salute umana.

Tali obiettivi identificano linee di ricerca generali che mirano ad assicurare uno sviluppo della conoscenza relativo alle aree problematiche più urgenti in termini sia temporali che di impatto sulla popolazione costiera, quali l'eutrofizzazione, gli aspetti sanitari, l'erosione costiera, il trasporto di sostanze pericolose, le attività estrattive e il dumping.

Gli enti partecipanti sono, oltre al CNR, l'ENEA, l'Istituto Superiore di Sanità, le Università, l'OGS, l'ICRAM, la Stazione Zoologica (Na), il Laboratorio Centrale di Idrobiologia, il Laboratorio di Biologia Marina (TS), l'IRC (Ispra) e strutture ospedaliere della fascia adriatica.

Per quanto riguarda i prodotti utilizzabili le ricerche sono state indirizzate allo studio dei sistemi frontali, alla predisposizione e all'aggiornamento di carte delle biocenosi, delle alterazioni e del rischio ecologico, allo studio di modelli di trasporto degli inquinanti, all'analisi delle componenti antropiche, all'analisi di immagini aeree relative alla variabilità spazio temporale del fitoplancton, delle strutture frontali e di misure al contorno (coste, fiumi) e una conoscenza più approfondita del fenomeno delle alghe tossiche e delle sue possibili evoluzioni, alla realizzazione di un sistema informatico multidisciplinare relativo ai dati dell'ecosistema Adriatico.

## ATTIVITÀ INTERNAZIONALI

### Programma Nazionale di Ricerche in Antartide

Nel 1985 l'Italia, dopo avere firmato il Trattato Antartico nel 1981, ha dato inizio al suo Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. La gestione del programma è affidata all'ENEA e la responsabilità Scientifica al CNR. Nell'ambito di questo Programma, che vede coinvolti i principali Enti Pubblici di Ricerca e molti Dipartimenti Universitari, si svolgono attività di ricerca in diversi settori. Sono descritte qui di seguito le attività svolte e/o coordinate dal CNR.

Il sistema antartico ha un ruolo fondamentale nella formazione del clima globale. È noto che l'energia immagazzinata negli oceani regola la dinamica delle acque, permette l'instaurarsi di processi biologici e chimici legati ai sistemi ecologici ed influenza i processi di scambio energetico con l'atmosfera determinando, in parte, il bilancio energetico responsabile del clima globale. La conoscenza dei sistemi ecologici oceanici, ed in particolare di quelli dell'Oceano Australe, può essere raggiunta studiando in modo coordinato tutte le componenti chimiche, fisiche e biologiche che li determinano. Il Consiglio Nazionale delle Ricerche ha contribuito allo studio di quest'ultima tematica con l'attività di 10 istituti di Ricerca nei campi della

fisica, chimica, microbiologia e biologia marina, geologia marina e sedimentologia. I settori succitati sono riportati analiticamente di seguito.

*Fisica* - L'Oceano Australe è caratterizzato da importanti processi fisici legati al fenomeno ciclico di formazione e scioglimento dei ghiacci. Questo fenomeno determina la circolazione orizzontale e verticale degli oceani, consentendo la formazione e la diffusione nelle profondità oceaniche di masse d'acqua ricche di ossigeno e nutrienti e favorendo nella zona eufotica e costiera un delicato sistema ecologico che sostiene una ricca fauna attraverso meccanismi ancora poco conosciuti. La dinamica dei ghiacci, attraverso le variazioni di assorbimento di energia da parte dell'oceano, influenza ed è influenzata dal clima in un sistema di feedback il cui delicato equilibrio può risentire, in modo violento, anche di piccole alterazioni climatiche. Allo scopo di descrivere quei fenomeni fisici che avvengono in quelle aree dove l'interazione col fondo marino assume un ruolo fondamentale, l'Istituto per l'Automazione Navale, in collaborazione con l'Istituto Idrografico della Marina, esegue ricerche idrologiche, mareografiche, correntometriche e idrografiche nell'area costiera e della piattaforma continentale. Un aspetto di questa attività consiste nella descrizione della morfologia dei fondali attraverso la pubblicazione di carte batimetriche. Per quanto riguarda le zone d'altura, l'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima ha effettuato misure di idrologia oceanica nell'area nord-occidentale della piattaforma continentale del Mare di Ross e dell'oceano Antartico, per individuare le aree in cui avvengono fenomeni fisici di rilevante importanza ai fini della produzione di materiale organico. Con analoghe finalità, l'Istituto di Fisica dell'Atmosfera realizza modelli oceanici per lo studio dei movimenti verticali ed orizzontali delle acque oceaniche.

*Chimica* - L'ecosistema antartico sembra essere caratterizzato da una scarsa capacità di produzione di materiale organico in rapporto alla quantità di sostanza inorganica e di energia disponibile. Questa ipotesi sembra contrastare con la grande abbondanza di fauna che vive nelle acque antartiche. Per chiarire le ragioni di questo apparente paradosso, l'Istituto Talassogra-

fico di Trieste esegue studi sui processi di trasformazione e diffusione del carbonio, dei nutrienti e di altri elementi che entrano nel ciclo di produzione della sostanza organica, nonché sul ruolo esercitato dal ghiaccio marino come serbatoio di sostanze nutrienti.

*Microbiologia marina* - Lo studio del ruolo dei batteri nella catena alimentare antartica può essere una nuova chiave di lettura per chiarire l'importanza di vie, alternative alla produzione di sostanza organica, in grado di fornire la necessaria energia alla vita della fauna antartica. L'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina studia la massa microbica coinvolta nei processi di trasformazione dell'azoto ai fini della produzione e demolizione della sostanza organica. L'Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli esegue ricerche sulle interferenze da parte dei biofilm microbici sui fenomeni di corrosione di leghe metalliche di largo uso tecnologico.

*Biologia marina* - Nell'ambito del programma internazionale BIOMASS, sono state effettuate molte campagne acustiche negli oceani Atlantico ed Indiano per valutare l'abbondanza del Krill (*Euphasia superba*). Molto meno si conosce sulla abbondanza, distribuzione e comportamento del Krill nell'Oceano Pacifico del Mare di Ross. L'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima, mediante una sofisticata metodologia acustica, stima le caratteristiche geometriche (dimensioni, forme), strutturali (densità, taglie) e distribuzione verticale del Krill nelle aree oceaniche polari meno note (settore Pacifico, Mare di Ross). Il sistema acustico utilizzato è stato appositamente progettato per fornire prestazioni d'avanguardia ed una estrema flessibilità d'uso.

*Biochimica* - Lo studio chimico di quelle sostanze che presiedono a fenomeni biologici quali l'allarme, le relazioni preda-pescatore (metaboliti secondari) in organismi marini dà contributi alla comprensione di tali fenomeni fondamentali nel rapporto alimentare fra le specie e può consentire l'individuazione di nuovi farmaci (antitumorali, antivirali, antibiotici). L'Istituto per la Chimica di Molecole di Interesse Biologico effettua uno

studio comparato dei metaboliti secondari isolati da organismi marini antartici e quelli provenienti dai mari temperati, per la valutazione delle attività biologiche e farmacologiche.

*Progetto Europeo EPOS* - Lo studio biologico, chimico e geologico dei sedimenti di fondo è finalizzato alla valutazione degli scambi tra la colonna d'acqua ed il sedimento stesso e, più in generale, per gli studi sulla ecologia degli organismi che vivono a contatto con i fondali marini. L'Istituto di Biologia del Mare ha partecipato allo studio dell'ecosistema antartico nel Mare di Weddell, inserito nell'ambito del progetto europeo EPOS (European Polar Survey). L'attività svolta ha riguardato lo studio dei nutrienti disciolti, del fitoplancton, dei flussi di materia e dei sedimenti di fondo e della loro interazione con gli organismi di fondo.

*Geologia marina* - L'Antartide presenta alcune caratteristiche che lo rendono un laboratorio naturale di enorme importanza per lo studio dei processi sedimentologici. In particolare, l'ambiente marino è caratterizzato da alta stagionalità e bassissime temperature, assenza di apporti fluviali importanti, fenomeni di trasporto da parte dei ghiacciai e da sedimentazione di origine biologica, soprattutto silicea. Allo scopo di studiare i fenomeni attuali di accumulo, i possibili cambiamenti legati alle variazioni climatiche e di conoscere i fenomeni geochimici e sedimentologici connessi alle successioni dei periodi glaciali ed interglaciali, l'Istituto per la Geologia Marina esegue ricerche sulla sedimentazione di origine biologica e dovuta al ghiaccio marino, sulla composizione geochimica dei sedimenti, sulla individuazione delle aree sorgenti e sui meccanismi di trasporto ed accumulo. In questa attività di ricerca è previsto anche l'impiego di radionuclidi che consentono lo studio di un periodo compreso fra i cento e le migliaia di anni.

*Remote sensing* - La clorofilla influenza il colore dell'acqua mediante processi di assorbimento ed emissione (fluorescenza) nel visibile e vicino infrarosso. Tale proprietà consente di determinare variazioni spaziali e temporali della distribuzione della concentrazione di clorofilla negli strati superiori del mare utilizzando sensori ottici remoti installati su aereo o sa-

tellite. L'Istituto per le Metodologie Geofisiche ed ambientali studia l'applicabilità di immagini ricavate da satelliti Landsat nella determinazione della concentrazione della clorofilla nei mari antartici.

#### Progetto Everest - K2

Il progetto Everest - K2 è iniziato nel 1987 con l'iniziativa del Prof. Ardito Desio con lo scopo di effettuare una esatta misura delle altezze del Monte Everest e del K2. Nello stesso tempo è stato considerato fondamentale estendere l'interesse per studi nei seguenti campi:

- Scienze della Terra
- Scienze biologiche
- Scienze mediche
- Ricerche tecnologiche
- Scienze Ambientali

Nel 1990 fu eretto il laboratorio di studi e ricerche ad elevata altitudine denominato "Piramide". Il laboratorio, situato all'altitudine di 5050m, misura 13,22m alla base e 8,40m in altezza ed è in grado di ospitare fino a 20 persone. Il laboratorio è dotato di un sistema di generazione elettrica che include una unità idraulica di 6 KW, pannelli fotovoltaici di 3 KW e un generatore eolico da 3 KW e di un sistema di smaltimento di rifiuti in grado di minimizzare l'impatto ambientale. Il laboratorio è inoltre dotato di una stazione automatica che registra in continuo i dati di temperatura, umidità, pressione, radiazione solare, forza e direzione dei vento e attività sismiche. Attualmente, ogni ricerca che richiede la conduzione in alta quota o in condizioni estreme o in aree remote può essere condotta presso la "Piramide" o nelle sue vicinanze. Nel corso del 1995 è stato fatto il punto delle attività scientifiche, da cui risulta che sono stati ospiti della "Piramide" circa 400 ricercatori che hanno prodotto oltre 200 pubblicazioni scientifiche nei campi precedentemente indicati. Il laboratorio è oggetto di interesse di numerose istituzioni scientifiche nazionali ed internazionali con le quali il CNR ha stipulato accordi di cooperazione

La base scientifica del CNR in Artico

In occasione della “European Networking Conference of Research in the North (Longyearbyen, Svalbard 12-16 Settembre 1995)”, promossa dal governo Norvegese in collaborazione con la Commissione Europea DG-XII e con il supporto dell’Istituto Polare Norvegese, è stata perfezionata la cessione del fabbricato che costituisce la Base del CNR presso la stazione internazionale di ricerca di Ny-Alesund (80° N). Si tratta di una costruzione di circa 300 mq, utilmente disposta per poter ospitare diversi laboratori scientifici ed una foresteria per 5-7 persone. La Base è raggiungibile per via aerea o marittima tutto l’anno. A Longyearbyen (capitale delle Svalbard, c.a. 150 Km a sud di Ny-Alesund) è operativo un aeroporto internazionale; un successivo collegamento aereo unisce Longyearbyen a Ny-Alesund.

Nella prima fase di avvio, le aree individuate sono le seguenti:

- Andamento biochimico e fisiologico degli organismi marini.
- Diffusione a larga scala di inquinanti.
- Elettroclimatologia.
- Esperimenti da palloni sonda (in collaborazione con ASI).
- Magnetosfera, Ionosfera e Studio Aurorale (All-Sky Camera).
- Misure Lidar per Ozono ed aerosol.
- Oceanografia fisica e geologia marina.
- Supporto logistico operativo ad Airbone Polar Experiment.
- Telemedicina.
- Telerilevamento da satellite.
- Test di prototipi, strumentazioni e metodologie polari.

Con questa acquisizione, l’Italia (tramite il CNR) diventa una delle 6 Nazioni (Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Italia, Norvegia) a risiedere nella più attrezzata e settentrionale stazione scientifica internazionale e l’unico paese al mondo ad avere tre basi scientifiche in aree remote paragonabili (Ny-Alesund, K2-Everest, Terra Nova) disposte longitudinalmente su tutto l’emisfero, due delle quali sono CNR e la terza appartiene ad un Programma Nazionale di cui il CNR ha la responsabilità

ad un Programma Nazionale di cui il CNR ha la responsabilità scientifica ed una vasta e qualificata partecipazione. Ciò pone l'Italia (ed il CNR in particolare) in una posizione privilegiata nell'ambito della Comunità scientifica internazionale.

## ALTA FORMAZIONE

Nel corso del 1995 molta attenzione è stata dedicata alla formazione ambientale attraverso il conferimento di 240 borse di studio. In particolare, oltre ai finanziamenti del Comitato circa 740 milioni, corrispondenti a 44 borse di studio da fondi ordinari e fondi dei progetti strategici, sono stati utilizzati i fondi di formazione dei Fondi Strutturali Europei per oltre 3 miliardi corrispondenti a 196 borse di studio riservate a laureati residenti nel Mezzogiorno.

In particolare sono stati potenziati i seguenti settori:

	Borse
Mare e risorse marine	50
Gestione, trattamento, qualità e ecologia delle acque	20
Qualità dell'aria	10
Metodologie avanzate di monitoraggio e controllo dell'ambiente	60
Sistemi agrari e forestali	20
Pianificazione e gestione dell'ambiente	35
Studi socio-economici, storici e giuridici	20
Effetti sull'ambiente e sull'uomo	26

I risultati sono stati presentati in numerosi Workshop e Convegni e hanno evidenziato in generale un buon livello culturale dei giovani laureati, una approfondita analisi delle problematiche ambientali del Mezzogiorno ed una sistematica integrazione con i problemi delle regioni centro-settentrionali. Anche in termini di pubblicazioni, rapporti e comunicazioni a convegni i risultati sono apparsi di buon livello.

## ISTITUTI NAZIONALI

La proposta di istituire l'Istituto Nazionale di Coordinamento per le Scienze del Mare (il primo istituto nazionale approvato dal Consiglio di Presidenza del CNR) si basa sulla constatazione delle reali risorse strutturali che il CNR oggi possiede nel settore; è sembrato fondamentale rilevare che gli istituti coprono, con rilevante livello scientifico, tutto lo spettro delle competenze necessarie: la fisica, la chimica. La geologia, le risorse, la tecnologia, ecc..

È, quindi, risultato urgente proporre un piano di ricerca pluriennale di grande respiro, in grado di agganciarsi efficacemente alle principali iniziative nazionali ed internazionali e che si articoli su più aree. In particolare sono state individuate due linee di ricerca:

### Conoscenza del mare

- Studio e determinazione delle proprietà radioattive del mare; telerilevamento
- Determinazione delle caratteristiche idrodinamiche di un bacino
- Modellistica dinamica e trofica
- Interazione aria-mare e moto ondoso
- Caratteristiche fisico-chimiche delle masse d'acqua
- Dinamica delle "acque basse"
- Meccanismi di scambio alle interfacce (acqua, aria, sedimento)
- Geochimica della soluzione marina
- La sostanza organica e le sue interazioni
- Flusso del Carbonio, Fosforo e Azoto nelle e tra le diverse componenti dell'ecosistema marino
- Interazioni trofiche tra i domini pelagici e bentonico
- Struttura e dinamica delle comunità bentoniche di substrato duro e molle
- Caratteristiche biologiche del batiale mediterraneo
- Meccanismi biologici di alterazione della qualità delle acque e dell'ambiente marino

- Fattori fisico-chimici del mare in funzione della patologia molecolare e cellulare
- Dinamica delle zone litorali-costiere
- Interazioni mare-lagune
- Caratteri, origine ed evoluzione della piattaforma continentale
- Origine ed evoluzione degli archi e dei bacini sedimentari
- Evoluzione dell'ecosistema mediterraneo

#### Risorse e tecnologie del mare

- Valutazione delle risorse viventi
- Valutazione delle risorse non viventi
- Tecnologie per lo sfruttamento delle risorse viventi
- Tecnologie per lo sfruttamento delle risorse non viventi
- Utilizzazioni di inerti in mare
- Tecnologie e metodologie per il loro impiego
- Automazione e strumentazione
- Navigazione
- Idroacustica e comunicazioni sottomarine
- Mezzi navali e subacquei
- Impiego di materiali (speciali e non) e corrosione dei metalli
- Sistemi di acquisizione dati
- Banche dati oceanografici

#### Ruolo e funzioni dell'Istituto Nazionale

Il ruolo e le funzioni dell'Istituto Nazionale sono elencati di seguito:

1. Coordinamento dell'attività intramurale tematica a livello nazionale e suo collegamento con quella extramurale.
2. Individuazione e gestione delle grandi apparecchiature o infrastrutture.
3. Rappresentanza scientifica di riferimento nazionale del CNR nei confronti di:
  - istituti Nazionali di settore (in particolare consorzi universitari o altri enti quali l'ENEA)

- istituzioni internazionali del settore
  - Enti, quali Ministeri o Amministrazioni Locali, rappresentativi o gestori di contesti legislativi nell'ambito della tematica
  - Comunità Economica Europea, nell'ambito dei progetti Comunitari, utilizzando l'ufficio CNR presso la CEE.
4. Ruolo di organismo operativo del Comitato Guida nella gestione dei Progetti Finalizzati sulla tematica, o di loro Sottoprogetti di settore allo scopo di agevolare un'adeguata partecipazione degli Organi CNR ai Progetti stessi.
  5. Acquisizione finanziaria di iniziative scientifiche in ambito nazionale coordinandone lo svolgimento.
  6. Redazione di un Bollettino informativo delle attività e delle opportunità da diffondere all'interno e all'esterno dell'Ente.

#### Gli Organi di Ricerca

1. Istituto Talassografico (IT), Trieste
2. Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse (ISDGM), Venezia
3. Istituto di Biologia del Mare (IBM), Venezia
4. Istituto di Geologia Marina (IGM), Bologna
5. Istituto di Ricerca sulla Pesca Marittima (IRPEM), Ancona
6. Istituto per lo studio di Ecosistemi Costieri (ISEC), Lesina (FG)
7. Istituto Sperimentale Talassografico (IST), Taranto
8. Istituto Sperimentale Talassografico (IST), Messina
9. Istituto per la tecnologia della pesca e del pescato (ITPP), Mazara del Vallo (TP)
10. Istituto di Ricerca GEOMARE SUD, Napoli
11. Istituto per la Ricerca sulle Acque (IRSA) - Reparto di Scienze Marine, Roma
12. Istituto di Biofisica, Reparto di Biofisica Ambientale, Pisa

I seguenti organi hanno avviato procedure per una prossima afferenza:

- Centro di Studio per la Chimica e la Tecnologia per l'ambiente (CSCTA), Venezia
- Istituto di Fisica dell'Atmosfera (IFA), Reparto di Oceanografia Fisica, Roma
- Istituto per le Metodologie Geofisiche Ambientali (IMGA)
- Reparto di Oceanografia Fisica e Modellistica Numerica, Modena
- Istituto per l'Oceanografia Fisica (istituendo, IOF), S.Teresa di Loro (SP)
- Istituto per l'Automazione Navale (IAN), Genova
- Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli (ICMM), Genova
- Istituto di Cibernetica e Biofisica (ICB), Sezione di Oristano

## GRANDI ATTREZZATURE

### Nave oceanografica "URANIA"

La nave oceanografica, lunghezza 61,30, stazza 100 t, ospita ogni anno ricercatori del CNR ed è disponibile per tutta la comunità scientifica nazionale.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche tecniche.

*Laboratori e depositi* - Il laboratorio Umido (55mq) è articolato in tre aree separate: trattamento campioni, locale chimico, locale analisi e misure. Il laboratorio Fisico (45 mq). Il locale Elaborazioni (36 mq) posto sul ponte inferiore comprende tre posti lavoro con calcolatori e l'area gravimetro. L'accesso per il gravimetro è previsto attraverso un boccaporto pari al soprastante laboratorio fisico. Sullo stesso ponte inferiore sono sistemati: depositi per campioni, strumentazioni ed apparecchiature scientifiche, elettroniche e fotografiche.

*Aree di lavoro e macchinario* - Ci sono due aree di lavoro all'esterno, a poppa e al centro dritta, ciascuna servita da: portali, gru, argani, verricelli e buttafuori. Il sistema carotaggio e dei verricelli (ponte cassero lato DRY)

comprendono una serie numerosissima di apparecchiature destinate ad osservazioni idrologiche di vario tipo.

*Sistemi di navigazione* - La nave dispone, oltre agli apparati d'obbligo di moderno impiego mercantile, di un complesso per la navigazione scientifica composto come segue:

- A - sistema di navigazione principale Andrews con elaboratore e software per gestione dati di navigazione, registrazione dati delle periferiche, controllo qualità.
- B - sistema di postelaborazione: software di elaborazione dati di radio-posizionamento e di batimetria. Creazione mappe di navigazione e piani quotati con uso di PC 486 e plotter piano AO e tavolo luminoso.
- C - Sistema di navigazione in contatto strumentale con costa: KODEN.
- D - Una serie di scandagli utilizzabili dal sistema di navigazione principale e costiera.
- E - Sistema di posizionamento acustico HPR 1507 della SIMRAD a bassa frequenza, portata 6.000 m per localizzazione veicoli a traino oppure interfacciato con il posizionamento dinamico quale punto di riferimento sul fondo.
- F - Sistema di posizionamento dinamico della SIMRAD che permette un controllo della navigazione (velocità, rotta, stazionamento su un punto) mediante un software di elaborazione dati.

*Strumentazione e gestione operativa* - Urania ha una dotazione strumentale di base costituita dal macchinario di coperta e dai sistemi di navigazione, già descritti. Essa dispone inoltre di un parco strumentazione specifica, la cui configurazione risponde a criteri di uso generale ed alle indicazioni prevalenti della comunità scientifica. Tutta la strumentazione è gestita da un apposito reparto SO.PRO.MAR. che dispone di personale specializzato a terra ed a bordo. Il personale a bordo garantisce la conservazione, i controlli di funzionamento, la manutenzione ordinaria e l'assistenza all'impiego su base di orario giornaliero di lavoro, e sulle 24 ore tramite turni di ispezione e su chiamata. Il personale a terra provvede, oltre

all'organizzazione logistica, alle tarature, manutenzioni straordinarie, riparazioni, ecc.. Inoltre i laboratori di terra SO.PRO.MAR. possono fornire postelaborazioni di crociera, analisi chimiche, analisi biologiche. La gestione operativa dei sistemi di navigazione e del macchinario di coperta è di competenza dell'equipaggio.

#### Flotta minore

Il "Salvatore Lo Bianco" è un peschereccio costruito nel 1967. Noleggiato a scafo nudo dal CNR nel 1969 ed assegnato all'Istituto di Ricerca sulla Pesca Marittima di Ancona, è stato definitivamente acquisito nel 1973. Prende il nome da un illustre naturalista autodidatta (1860-1910) che prestò la sua opera presso la Stazione Zoologica di Napoli, con tale successo scientifico da meritarsi la laurea *honoris causa* in scienze naturali. È attrezzata con tutte le dotazioni per la pesca in mare ed è dotata di ampi locali utilizzabili a laboratori per lo studio della biologia marina.

Il "D'Ancona": la nave oceanografica U. D'Ancona è stata costruita nel 1967 dai Cantieri Navali Liguri di Riva Trigoso. Prende il nome dall'illustre studioso padovano (1896-1964) che fu direttore del Centro Studi Talassografici (l'attuale Istituto di Biologia del Mare del CNR) ed al quale si deve il progetto della nave stessa. È attrezzata particolarmente per lo studio della biologia lagunare e marina e per il controllo dell'inquinamento delle acque costiere e d'altura.

#### Piattaforma Oceanografica Acqua Alta

È una struttura in ferro alta 12 m dal livello del mare, messa a disposizione dell'Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse dalla Società MICOPERI e da essa stessa installata su un fondale di 16 m, ad 8 miglia al largo del lido di Venezia (Lat 45° 18' 8" Nord, Long. 12° 30' 5" Est). Di forma perimetrica quadrata (5 x 5 m), è articolata su tre piani, ai quali si accede mediante scalette in ferro. Il piano più alto consiste in un alloggiamento di 5 x 6 m, comprensivo di laboratorio, cucina, servizio; è in

grado di ospitare fino a 6 persone ed è climatizzato. È dotato di sistemi di sicurezza, di officina autonoma, di un sistema di alimentazione a bassa tensione a batterie e a tensione di rete da generatori (fino a 20 KW), i contenitori di acqua dolce hanno capacità di 3,5 ton, mentre la capacità dei serbatoi di gasolio per i gruppi è di 5 ton.

#### Laboratorio aereo per ricerche ambientali

Al fine di offrire alla Comunità scientifica nazionale ed internazionale un'attività di supporto alla ricerca ambientale il CNR ha istituito il Progetto LARA (Laboratorio Aereo per Ricerche Ambientali) che dal luglio 1994 è pienamente operativo. Il progetto LARA provvede all'acquisizione di dati telerilevati da piattaforma aerea, CASA-212 serie 200, equipaggiata con un apparato iperspettrale che opera ad alta risoluzione spaziale (IFOV=2 milliradiani) e spettrale (102 bande). Lo spettrometro impiegato è un *Daedalus AA5000 MIVIS* (Multispectral Infrared and Visible Imaging Spectrometer) che raccoglie la radiazione elettromagnetica proveniente dalla superficie terrestre registrandola su quattro spettrometri. Il primo registra le radiazioni nel campo del Visibile-Infrarosso Vicino (20 canali tra 0.43 e 0.83 microns), il secondo nell'infrarosso Vicino (8 canali tra 1.15 e 1,55 microns), il terzo nell'infrarosso Medio (64 canali tra 1,98 e 2,48 microns) ed infine, il quarto nell'infrarosso Termico (10 canali tra 8.21 e 12.7 microns). Le finestre spettrali sono state scelte per soddisfare le necessità della ricerca per applicazioni avanzate in discipline scientifiche come l'Agronomia, la Botanica, la Geologia, l'Idrologia, l'Oceanografia, la Pedologia, le Scienze Atmosferiche ed altre. L'attività del Centro di Calcolo del Progetto LARA, con sede a Pomezia (Roma), è finalizzata alla produzione (calibrazione radiometrica, geometrica ed atmosferica), l'archiviazione, l'analisi e la diffusione dei prodotti MIVIS tramite un sistema software MIDAS (Multispectral Interactive Data Analysis System), installato su una piattaforma UNIX Silicon Graphics e sviluppato per gestire in modo flessibile strutture di dati tridimensionali. Per queste sue pecu-

liarità, il laboratorio LARA costituisce quanto di meglio disponibile in Europa per l'osservazione spettrale del territorio da piattaforma aerea.

#### SUMMARY

THE CNR FOR PREVENTION AND THE ENVIRONMENT - In the ambit of research in the interests of the environment, CNR has selected some key problems establishing scientific lines to be examined closely in collaboration both with public administration and via integrated CNR-University projects. The work of CNR from the sixties to the present has enabled the setting up of an Environment Committee that with its 14 Adherent Organizations covers the entire national territory; its most important points consists of the 'specific task projects' that research the environment and health in the field, and 'strategic projects' from out of which come not only conspicuous scientific articles but also the possibility of real technical support to business, Ministries, Services and Agencies. Research activities are carried out not only on national territory but, since 1981 have been undertaken in the international field involving at least 6 sectors among which microbiology and marine geology: for this aspect The National Institute of Co-ordination for Marine Studies has been established and suitable equipment and instrumentation has been supplied to the project. Furthermore, for environmental studies, 240 scholarships have been set up since 1995 of which 196 for graduates in the South of Italy.

KEY WORDS: Italy, CNR, Research activities

## UNA NUOVA FRONTIERA: LA GESTIONE AMBIENTALE COME PREVENZIONE

Vittorio DELUCCHI  
*Im Langstuck 8, Gockhausen, CH-8044 Zurigo*

**RIASSUNTO.** La gestione ambientale è una complessa pratica agronomica atta a diversificare l'agroecosistema per cui si rende l'ambiente meno favorevole allo sviluppo delle popolazioni di fitofagi. Si tratta quindi di una tattica di prevenzione fitosanitaria basata su ricerche che toccano varie discipline. Per illustrare tale tattica sono stati scelti dei progetti realizzati nelle regioni temperate del globo su vaste aree e per periodi sufficientemente lunghi. Sono state considerate consociazioni di colture pluriannuali e annuali con piante selvatiche, di due o più colture, miscele di varietà e multilinee, colture-trappola, varietà transgeniche, nonché l'introduzione di specie esotiche. La gestione ambientale funziona attualmente nelle colture dove essa rappresenta l'unica alternativa ai pesticidi e dove viene sussidiata (o imposta) da enti pubblici, ma il suo sviluppo è in rapida ascesa. È senza dubbio una tattica importante per gettare le basi di una gestione fitosanitaria integrata e di un'agricoltura durevole.

### INTRODUZIONE

*"...while we have the clear duty to control, as best we may, outbreaks of injurious insects of all kinds, yet the time has come at least for some of them, to set our sights toward prevention rather than control. ...To bring about such a control, or prophylaxis, we need to work with nature and not against her, and we need to give very serious thought indeed to changes in the environment that have made the outbreaks possible. We have changed the environment once; we have in our power to change it again; and we should now, I suggest, be making long-term plans for doing so. Such an inspiring objective may be difficult to achieve but it is well within the compass of modern biological science."* (TOTHILL, 1958)

Da quando TOTHILL (1958) ha letto queste frasi (citate anche da VAN DEN BOSCH & TELFORD, 1964) al 10° Congresso Internazionale di Entomologia (Montreal, 1956), le tattiche di prevenzione fitosanitaria (e in particolare quelle relative alla gestione ambientale) non hanno certo fatto molta strada e sono rimaste il più delle volte a livello sperimentale. Prova

ne sia il fatto che, anni fa, per fotografare un esempio di “strip harvesting” (vedi più avanti) nei campi di *Medicago* - pratica raccomandata fin dagli anni '50 per limitare i danni causati dal *Lygus* nei campi di cotone - abbiamo dovuto percorrere tutta la San Joaquin valley (ca. 500 km) in California. Quel poco che è stato realizzato è più merito della resistenza dei fitofagi ai pesticidi, della sovrapproduzione e delle difficoltà di smaltimento dei prodotti agricoli, che non di una presa di coscienza verso i problemi ambientali da parte degli agricoltori. Le eccezioni non fanno che confermare la regola. La gestione ambientale come prevenzione funziona nelle aziende ad agricoltura biologica e laddove lo Stato interviene con aiuti finanziari (vedi più avanti). È invece una pratica normale nelle piccole aziende tropicali. Di fronte all'esiguità delle tattiche di gestione ambientale sta il valore mondiale dei pesticidi commercializzati che è aumentato di circa 100 volte dal 1950 passando da 300 milioni a 32 miliardi di \$US nel 1995 (anche con l'aggiustamento del valore monetario l'incremento è pur sempre enorme).

#### Definizione

L'espressione “gestione ambientale” corrisponde a quelle anglosassoni di “habitat management”, “vegetational management” (ALTIERI & LETOURNEAU, 1982), “ecosystem management” (SPEIGHT, 1983), o a quella tedesca di “Lebensraumgestaltung” ed è considerata qui in senso stretto: si riferisce cioè a pratiche agronomiche atte a diversificare l'agroecosistema per cui si rende l'ambiente meno favorevole alla riproduzione, dispersione e sopravvivenza degli organismi nocivi o potenzialmente tali. Per agroecosistema si intende l'insieme della(e) coltura(e) e delle aree circostanti non coltivate in una determinata zona. Per il fitoiatra, lo scopo della gestione ambientale è di ridurre l'impiego di pesticidi e di creare le basi per un'agricoltura durevole (“sustainable”). Contrariamente a quanto propongono COPPEL (1986) e STINNER & BRADLEY (1989), vengono escluse in questa breve rassegna quelle pratiche agronomiche che, pur avendo lo stesso scopo, non comportano una diversificazione ambientale, come ad es. la

scelta della data di semina, la densità delle colture, le misure d'igiene, la gestione dell'acqua e dei fertilizzanti, il collocamento di rifugi artificiali per antagonisti, ecc. ecc., come pure quelle pratiche di uso comune come ad es. la rotazione delle colture. Si è anche tralasciato di considerare l'agrisilvicoltura, poichè le pubblicazioni pertinenti non fanno mai riferimento ai problemi fitoiatrici e i pochi dati raccolti da noi in America Latina non permettono di tirare conclusioni.

#### La valutazione della nocività

La pianificazione della gestione ambientale dovrebbe avvenire dopo una valutazione accurata delle perdite economiche causate dagli organismi nocivi, siano essi fitofagi, fitopatogeni o erbacce. Troppo spesso il danno causato da un organismo non rappresenta una perdita economica e può essere tollerato. Non volendo correre rischi si applicano però trattamenti chimici anche se non necessari, i quali generano effetti collaterali ben noti. In Indonesia, un programma internazionale di gestione integrata nelle risaie ha ridotto il numero delle applicazioni di pesticidi da 4,5 a 0,5 di media aumentando nel contempo il rendimento da 6.1 t a 7,4 t/ha (ANONIMO, 1988), il che significa che 4 applicazioni erano semplicemente superflue. L'esperienza di molti entomologi ci insegna che almeno il 50% dei cosiddetti fitofagi nocivi non provocano nessuna perdita economica, anche se il danno alla coltura può essere talvolta spettacolare (caso di insetti defogliatori e di acari). Quindi, prima di considerare tattiche fitoiatrici, preventive o curative - le quali richiedono informazioni non sempre facili da ottenere - è buona norma valutare il grado di nocività di quegli organismi che possono mettere in pericolo il raccolto.

#### Le risaie malgасe

Nei lavori sulla gestione ambientale si fa spesso riferimento alle piccole aziende tropicali, dove il contadino cerca di sfruttare al massimo il terreno disponibile consociando due o più colture, mantenendo nel contem-

po le popolazioni di artropodi a densità tollerabili (vedi in particolare STEINER, 1982, sulle consociazioni tropicali, con particolare riferimento all'Africa occidentale). Prima di considerare alcuni casi di gestione ambientale alle nostre latitudini, vorremmo descrivere una situazione che, per certi versi, è il contrario di quanto è stato fatto in Indonesia e in altri paesi asiatici.

Per una decina d'anni (1983-93) siamo stati confrontati con problemi fitosanitari nella regione del lago Alaotra (Madagascar), a ca. 300 km a nord-est di Antananarivo, dove vengono coltivati ca. 80.000 ha di riso irrigato (un solo raccolto). Si tratta praticamente di una monocoltura imposta dall'irrigazione, ma le risaie sono inserite in un paesaggio dove dominano le graminacee e le ciperacee selvatiche. In queste risaie di tipo estensivo, a basso rendimento (2 t/ha), la fauna e la flora sono molto ricche: per quanto concerne gli artropodi, sono state identificate 950 specie tra le quali figurano foratori, defogliatori, cicaline e cimici di pessima reputazione mondiale, che però non causano un danno economico richiedente un intervento. Il fattore principale limitante il rendimento è costituito dalle erbacce; la loro eliminazione meccanica a un momento determinato dello sviluppo della risaia (una sola sarchiatura) ha per effetto un aumento triplo del rendimento e nel contempo una diminuzione della fauna associata dell'80-90% senza che si registri un aggravamento della situazione. Molto probabilmente ciò è dovuto all'effetto "tampone" che esercitano non solo le dighe che delimitano le risaie, ma tutto l'ecosistema "naturale" che circonda le aree irrigate. Basta contare il numero dei ragni installati sulle linee elettriche e telefoniche che attraversano la regione per avere un'idea dell'abbondanza della fauna predatrice. Ciò che è stato dimostrato sperimentalmente al livello del campo di riso - e cioè la possibilità di triplicare il rendimento senza causare un aggravamento della situazione fitosanitaria - probabilmente non vale più se tutti i coltivatori adottano la stessa tattica del diserbo puntualizzato. È però compito della gestione ambientale di individuare quei fattori che mantengono i fitofagi a densità tollerabili. Nel caso del lago Alaotra, non è tanto la

monocoltura che è messa in causa, quanto il mantenimento di un agroecosistema che eserciti una pressione costante e sufficiente sulle popolazioni fitofaghe. Qui si parte da una situazione ideale e si tenta di non perturbarla pur aumentando il rendimento delle risaie; da noi si parte da situazioni perturbate e si cerca di creare degli agroecosistemi che abbiano un effetto tampone simile a quello degli ecosistemi naturali e senza che vi sia diminuzione di rendimento.

## ESEMPI DI GESTIONE AMBIENTALE

Dalla massa di lavori pubblicati sulla gestione ambientale abbiamo scelto alcuni progetti che, per la loro durata e le loro dimensioni, meritano senz'altro di essere ricordati e considerati come esempi validi.

### Consociazione coltura/piante selvatiche

*Colture pluriannuali* - Un esempio classico di questo tipo di consociazione concerne la cicalina della vite (*Erythroneura elegantula* Osb.) in California. Riassumendo ciò che è stato descritto ampiamente altrove (DE-LUCCHI, 1994), la cicalina californiana della vite è diventata un problema fitosanitario con l'estendersi del vigneto e il progressivo allontanamento del parassitoide oofago *Anagrus epos* Gir. (Hym. Mymaridae), il quale si riproduce d'inverno su altre cicaline associate a due specie di rovi (*Rubus* sp.). Con l'induzione della resistenza ai pesticidi nelle popolazioni di cicaline, e i conseguenti effetti collaterali dei trattamenti chimici, si è dovuto risolvere il problema "riparando" l'agroecosistema, reinserendo cioè i rovi nel vigneto in modo da ristabilire la relazione esistente precedentemente tra cicalina e parassitoide. Ulteriormente si è cercato di sostituire i rovi con susini, i quali albergano un'altra cicalina (*Edwardsiana prunicola* Edw.) pure ospite dell'*Anagrus*; i risultati di questa consociazione vigna/susino non sono però conosciuti. Una situazione simile a quella californiana esiste anche da noi con la cicalina della vite (*Empoasca vitis* Goethe) e il suo parassitoide oofago *Anagrus atomus* Hal. (CERUTTI, 1989).

Un altro esempio meno conosciuto, anche se di data anteriore, concerne la semina di *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) nei frutteti dell'Uzbekistan, per sincronizzare la parassitizzazione della cocciniglia di S. Josè da parte dell'*Aphytis proclia* Walk. (Hym. Aphelinidae). La mancanza di sincronizzazione era dovuta all'assenza di nutrimento per gli adulti di *Aphytis*. È stato dimostrato che tre successive semine di *Phacelia* aumentano il parassitismo dal 5 al 76% (VAN DEN BOSCH & TELFORD, 1964; COPPEL, 1986). Lo stesso effetto è stato notato su *Aphelinus* parassitoide di afidi e sui *Trichogramma*. Un altro esempio simile, sempre dalla Russia, è menzionato da DENT (1991). Si sa inoltre che le stesse colture di *Phacelia* nei frutteti sono in grado di decuplicare il parassitismo della *Cydia pomonella* L. da parte dei tachinidi. Questo tipo di diversificazione, introdotto nei frutteti svizzeri, non è stato di nessun vantaggio. Nello "strip-cropping" cereali/erbe selvatiche la *Phacelia* ha avuto in Svizzera un ruolo piuttosto negativo sull'attività dei sirfidi (HEITZMANN *et al.*, 1992), mentre in Inghilterra, consociata con mais dolce, ha dato ottimi risultati (HICKMAN & WRATTEN, 1994). È chiaro, quindi, che i risultati ottenuti in un determinato agroecosistema dipendono dalle specie sulle quali si vuole esercitare un determinato influsso e possono difficilmente essere estrapolati senza ulteriori ricerche. Ciò rende difficile la diffusione pratica di questa tattica di prevenzione.

Recenti esperimenti intrapresi nei frutteti intercalando fasce erbose hanno messo in evidenza il ruolo importante che possono avere i ragni nella limitazione degli afidi, in particolare *Dysaphis plantaginea* Pass. e *Aphis pomi* DeGeer (WYSS, 1995; WYSS *et al.*, 1995).

*Colture annuali* - Nell'agricoltura moderna le dimensioni dei campi coltivati sono a misura delle macchine e la monocoltura rende difficile, in tempi relativamente brevi, la lotta biologica da parte di specie indigene. In Svizzera si è potuto stabilire che l'alternanza di fasce erbose con piante nettariifere e fornitrici di polline, di 1,5 m di larghezza, con campi di cereali

larghi 24 m (“strip-cropping”) offre una situazione ottimale per sfruttare l’attività degli antagonisti (NENTWIG, 1992; HEITZMANN *et al.*, 1992). Dato che il problema fitosanitario delle colture di cereali è costituito da specie di afidi e di *Oulema*, con le fasce erbose si cerca di favorire i loro antagonisti (LYS & NENTWIG, 1992; HEITZMANN & NENTWIG, 1993). Delle 80 specie di erbe seminate, il 25% soltanto ha mostrato di avere una buona attrazione per i sirfidi. Tra le specie più idonee si possono annoverare *Sinapis arvensis*, *S. alba*, e *Raphanus sativus* con fioritura precoce, e *Centaurea cyanus* e *Oenothera biennis* con fioritura di lunga durata. Ottime specie entomofile selvatiche (non seminate) sono pure *Sonchus arvensis*, *Erysimum cheiranthoides* e *Galinsoga ciliata*. Queste specie citate attirano più di 15 sirfidi/m<sup>2</sup> in 15 min. Se si combinano piante a fioritura precoce con quelle a fioritura di lunga durata e piante basse con piante a steli più alti, la frequenza delle visite può oltrepassare 40 sirfidi per m<sup>2</sup> in 15 min. In un campo di 8 ha sono state identificate 37 specie di sirfidi, 2/3 delle quali si nutrono di afidi. Poichè una femmina di sirfide depone fino a 1000 uova e una larva di sirfide distrugge fino a 1000 afidi e i sirfidi hanno da 2 a 5 generazioni annuali, si può valutare il potenziale di distruzione che tali antagonisti rappresentano. Naturalmente, nelle fasce erbose non si riscontrano soltanto sirfidi: in esse sono state identificate specie appartenenti a più di 100 generi di artropodi. Gli esperimenti in pieno campo eseguiti nel 1993-94 (HAUSAMMAN, 1996) indicano che gli antagonisti delle fasce sono in grado di contenere le popolazioni di afidi (soglia di tolleranza=50% delle spighe e dell’ultima foglia infestate) e di *Oulema*, mentre nel campo di cereali sprovvisto di fasce erbose è stato necessario applicare un insetticida contro gli *Oulema*. Siccome gli studi sull’alternanza di cereali con fasce erbose sono stati iniziati nella Germania meridionale agli inizi degli anni ‘80 e proseguiti in Svizzera fino ad oggi, gli effetti registrati hanno sicuramente un valore più che collaudato.

In questi studi è stata rilevata l’importanza degli artropodi che sopravvivono nelle fasce durante l’inverno, in particolare dei carabidi, degli

stafilinidi e dei ragni: sono stati contati in media 337 carabidi al m<sup>2</sup> appartenenti a 14 specie, 807 stafilinidi al m<sup>2</sup> appartenenti a 19 specie, e 223 ragni al m<sup>2</sup> appartenenti a 5 famiglie (in tutto più di 1300 predatori polifagi al m<sup>2</sup>). La larghezza dei campi di cereali è stata stabilita tenendo conto degli spostamenti dei carabidi (LYS & NENTWIG, 1992), alcuni dei quali (*Poecilus cupreus* L. e *Pterostichus anthracinus* Ill.) possono percorrere da 10 a 20 m al giorno. In primavera, i predatori migrano dalle fasce erbose ai campi di cereali dove raggiungono una densità 12 volte maggiore e anche una più elevata fecondità (LYS *et al.*, 1994; ZANGGER *et al.*, 1994) che nei campi sprovvisti di fasce. Altri antagonisti importanti che trovano rifugio e nutrimento nelle fasce sono i crisopidi, le coccinelle e i parassitoidi. Lo svernamento di certi predatori è abbinato a certe piante, come per es. le coccinelle che preferiscono l'*Arctium minus*, i carabidi e gli stafilinidi l'*Achillea millefolium* e, i ragni il *Sympytm officinale*, ma tale relazione può sussistere tutto l'anno. Anche le altre specie predatrici hanno le loro preferenze e l'ovideposizione di certi predatori non avviene a caso: per es., la *Chrysoperla carnea* Steph. è maggiormente attirata dalle borraginacee, un po' meno dalle papaveracee e dalle fabacee, e non viene attirata dalle lamiacee e dalle brassicacee; anzi certe specie di quest'ultime famiglie sono perfino repellenti. Questo vale anche per le coccinelle, che sono molto attratte dalle asteracee. Il lettore troverà una rassegna delle preferenze vegetali di diversi predatori nell'arco di un anno in NENTWIG (1992, 1993). Per questo la scelta delle piante che compongono le fasce dev'essere fatta tenendo conto del periodo di fioritura, della fauna e della coltura da proteggere.

Le fasce vengono falciate ogni due anni per eliminare le piante legnose; si raccomanda di falciarle in modo alternato o di falciarle soltanto per metà, in modo da permettere agli antagonisti di trovare rifugio nelle fasce non falciate, e di lasciare l'erba falciata sul posto per alcuni giorni. L'intercalazione delle fasce comporta una riduzione della superficie coltivata del 4,5% e anche un maggior lavoro per la loro cura (HEITZMANN, 1994), per cui in alcuni cantoni svizzeri le fasce vengono sovvenzionate,

specialmente se realizzate nel quadro della cosiddetta “produzione integrata”.

Le fasce erbose non rappresentano un problema per le colture di cereali, in quanto la soglia di tolleranza per le erbacce è di circa 40 piante al m<sup>2</sup> (copertura del suolo di circa il 5%). Siccome le fasce rimangono stazionarie per almeno tre anni, è stato valutato il rischio che esse rappresentano per le altre colture nelle aziende che praticano la rotazione. Nel caso delle rape d’inverno (*Brassica napus*) non è stato notato nessun influsso negativo; anzi, le popolazioni di artropodi considerati nocivi, come i *Meligethes*, i *Ceutorhynchus* e la *Dasineura*, erano meno dense in vicinanza delle fasce (HAUSAMMANN, 1996). Anche il grado di parassitizzazione dei *Meligethes* era più elevato nelle vicinanze delle fasce erbose.

#### Consociazione di colture (“intercropping”)

*Cotone/altra coltura* - Questo esempio ci porta nella vallata del Yangtze Kiang in Cina, dove il 30% delle terre arabili è coltivato a cotone e il 50% a frumento invernale. Il maggior problema fitosanitario è rappresentato dall'*Helicoverpa (Heliothis) armigera* L., specie notoriamente polifaga, e dagli afidi che attaccano il cotone all’inizio del periodo vegetativo (FANG *et al.*, 1989). In maggio, nei campi di frumento il numero dei predatori (coccinelle, nabidi, phytoseidi, crisopidi, sirfidi) può superare i 15.000/ha e le larve di *Helicoverpa* sono parassitizzate dal 16 al 47% da icneumonidi e tachinidi. Dove il frumento è consociato al cotone in campi di 10 ha, alla maturazione del frumento questa massa di antagonisti migra verso i campi di cotone, dove mantengono le popolazioni di *Helicoverpa* al di sotto della soglia di tolleranza (che è di 20 larve di 3° stadio/100 piante). Dove non esiste la consociazione con il frumento, la densità delle popolazioni di *Helicoverpa* nel cotone supera la soglia di tolleranza. Con la consociazione di colture è stato possibile ridurre fino al 50% la superficie richiedente trattamenti chimici ed eliminare fino a 2 applicazioni di pesticidi nelle zone trattate. La consociazione di colture è praticata su 150.000 ha.

Un incremento del numero degli antagonisti nei campi di cotone consociato al sorgo è conosciuto dall'Oklahoma, negli USA (STINNER & BRADLEY, 1989). Il numero dei predatori (coccinellidi, crisopidi, nabidi, ragni) nei campi di cotone adiacenti a quelli di sorgo supera del 20-50% il numero dei predatori nei campi di cotone non consociati e il rendimento in cotone è proporzionale alla densità dei predatori. La consociazione del cotone con altre colture, come ad es. la soja, il granturco, le arachidi, ha dato risultati meno buoni, per cui appare che la diversità in sè è meno importante del tipo di diversità.

PAIR *et al.* (1982) hanno intercalato bande di sesamo (*Sesamum indicum*) ai campi di cotone (5% della superficie totale) nel delta del Mississippi, USA, per vedere se la consociazione di colture poteva ridurre il numero delle applicazioni di pesticidi contro *Helicoverpa zea* Boddie e *H. virescens* Fab. nel cotone attraverso un maggior incremento degli antagonisti. Il sesamo ha un potere di attrazione molto forte verso le *Helicoverpa*. Dopo 4 anni di sperimentazione si è constatato che il complesso dei parassitoidi era più ricco e le larve di *Helicoverpa* più parassitizzate nelle bande di sesamo che non nei campi di cotone. In particolare è stato notato che l'icneumonide *Campoletis sonorensis* Cam. attacca le larve di *Helicoverpa* sul sesamo, ma non sul cotone, mentre altrove viene indicato come un parassitoide delle *Helicoverpa* sul cotone. Se l'identificazione è esatta, la varietà di cotone avrebbe un grande influsso sul comportamento del parassitoide.

La consociazione ("strip-cropping") cotone/*Medicago* e lo "strip-harvesting" nelle colture di *Medicago*, propagandato in California negli anni '60, ha lo scopo di trattenere i fitofagi, in particolare i rincoti del genere *Lygus*, che, in mancanza della *Medicago*, migrerebbero sul cotone, e creare nel contempo una riserva dove gli antagonisti possano continuare a riprodursi. Tale tattica non ha mai avuto le simpatie degli americani e viene praticata molto di rado, nonostante si possa trarne un beneficio non indifferente. Sembra che il rifiuto di adottare la falciatura scaglionata della *Medicago*

sia dovuta essenzialmente a problemi d'irrigazione e a fattori economici. COPPEL (1986) riferisce che tali problemi vengono normalmente evitati falciando i campi di *Medicago* per metà, una pratica che non abbiamo mai incontrato in tutta la California.

*Altre colture* - Probabilmente è in Russia che furono ottenuti, agli inizi di questo secolo, i primi successi nella lotta contro i fitofagi consociando cavoli e pomodori per diminuire i danni causati da *Plutella xylostella* L.. Tale pratica ha avuto poco successo in India, nelle Filippine e a Taiwan (TALKAR & SHELTON, 1993). A Taiwan l'infestazione dei cavoli da parte di *P. xylostella* è stata ridotta consociando con *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris* e *Trifolium repens*.

Esperimenti di consociazione di colture annuali sono stati intrapresi a partire dagli anni '60 in Inghilterra, nella maggior parte dei casi per diminuire gli attacchi di *Brevicoryne brassicae* L. e di *Delia radicum* L. sui cavoli di Bruxelles, *Brassica oleracea* var. *gemmifera*. La consociazione con trifoglio, spinaci, fagiolini, e *Lolium* ha ridotto considerevolmente l'infestazione; in particolare, l'abbinamento cavolo /trifoglio con copertura del suolo maggiore del 50% ha diminuito dell'80% l'attacco da parte degli afidi e del 77% le uova deposte dalla mosca rispetto alla monocoltura, e ha inoltre aumentato l'attività dei predatori (carabidi e stafilinidi) presenti sulla superficie del suolo. La coltura consociata interferisce con il volo delle forme alate dell'afide, disturba il comportamento della mosca che depone meno uova, e protegge i predatori (COAKER, 1980). FINCH & EDMONDS (1994) riferiscono che la copertura del suolo dev'essere completa perchè ci sia un'interferenza con l'afide o la mosca. Per *D. radicum* è stato notato un cambiamento nel comportamento in colture consociate di rape (*Brassica napus* spp. *rapifera*): sembra infatti che la mosca perda spesso il contatto con la pianta ospite e abbia un volo atipico, per cui non depone più anche quando ritrova l'ospite (KOSTAL & FINCH, 1994). THEUNISSEN (1994) ipotizza inoltre che la competizione tra due specie di piante, come ad es. il ca-

volò consociato con il *Trifolium subterraneum*, causa nella coltura principale cambiamenti fisiologici che la rendono meno attrattiva e meno idonea ai fitofagi nocivi. Non ci sarebbero quindi soltanto vantaggi derivanti da un'attività più elevata degli antagonisti e da una modifica del comportamento dei fitofagi, ma anche da un influsso tra le diverse specie vegetali.

In RISCH (1980), ALTIERI & LETOURNEAU (1984), GAHUKAR (1989), GOLD *et al.* (1989), ALTIERI *et al.* (1990), LETOURNEAU (1990b), LEROI *et al.* (1990), e GOLD (1991) il lettore interessato troverà altri dati concernenti la consociazione di colture nei tropici.

*Miscele di varietà* - Anche i fitopatologi cercano di ridurre l'applicazione di fungicidi reintroducendo nelle colture di cereali la tattica delle miscele di varietà e multilinee, tattica che esisteva prima della meccanizzazione agricola e dell'industrializzazione dei processi di trasformazione. Da studi intrapresi su larga scala in Inghilterra, Germania e Svizzera con miscele di varietà di orzo e di frumento che posseggono geni diversi di resistenza ai fitopatogeni, appare evidente che l'applicazione di tale tattica rallenta lo sviluppo di epidemie frenando la diffusione dei patogeni e stabilizzando (o perfino migliorando) il rendimento, e crea le premesse necessarie per un'agricoltura durevole (WOLFE, 1990a, 1990b, 1991, 1993, 1994, 1995). La validità di tale tattica è stata dimostrata nella prevenzione degli attacchi di oidio (*Erysiphe graminis*) e diverse specie di ruggine (*Puccinia sp.*) in vari paesi europei. In Polonia le miscele di varietà sono preferite dal contadino alle varietà pure (FINCKH *et al.*, 1996). Alla fine degli anni '80, nella Germania orientale tutta la superficie a cereali estivi (350.000 ha) era coltivata con miscele di cv di orzo (per la fabbricazione della birra). In Svizzera sono state introdotte nel 1992 le sovvenzioni ai contadini che rinunciano all'applicazione di pesticidi e regolatori di crescita seminando miscele di cv di cereali. Nel caso dell'orzo, che viene coltivato in generale come cereale d'inverno per gli animali, la superficie seminata a miscele (due componenti) raggiunge in alcune regioni il 40% (MERZ & WOLFE,

1996). In passato non mancavano in Europa le colture di miscele di cereali (avena/orzo in Olanda orientale, frumento/segale in Wesfalia) come pure le colture miste di cereali e leguminose (frumento/veccia in Toscana) che avevano il merito di sormontare deficienze idriche e nello stesso tempo di essere meno infette da patogeni (ZADOKS, 1979).

La tattica vale anche per le colture pluriannuali come i meleti. Ogni varietà di melo è diversamente sensibile ai ceppi del fungo della ticchiolatura (*Venturia inaequalis*). Se il meletto è costituito da una sola varietà e viene invaso da spore di un ceppo virulento, si verificherà un attacco generalizzato. Mescolando diverse varietà di meli, solo una parte delle spore potrà svilupparsi. Secondo WOLFE (1995), più il sistema è complesso, più l'effetto è grande.

*Colture-trappola* - La consociazione di colture può avere lo scopo di concentrare l'attacco di determinati nocivi in una delle colture, la quale funziona da trappola ("trap-crop"). HOKKANEN (1991) ha riassunto in poche pagine gli esempi che vertono su tale tattica, la quale è vecchia di secoli, ma sempre impiegata in aziende agricole tradizionali. La consociazione con colture-trappola presenta non pochi rischi, come per es. l'impossibilità di intervento al momento opportuno (fattori climatici avversi, pesticidi non disponibili, ecc.), l'induzione della resistenza ai pesticidi, e la distruzione degli antagonisti nella coltura-trappola. Tuttavia, nell'agricoltura moderna, la consociazione di quattro colture - cotone, soja, patate, cavolfiori - con piante-trappola ha permesso di lottare efficacemente contro 11 specie di nocivi. HOKKANEN (1991) valuta a 35-40 il numero dei nocivi importanti (in maggioranza lepidotteri) che potrebbero essere controllati con l'inserimento delle piante-trappola. La coltura-trappola può essere della stessa specie della coltura principale (soja/soja, patata/patata), oppure diversa (mais/sorgo).

Riferisce HOKKANEN (1991) che in certe regioni della Finlandia le invasioni di *Meligethes aeneus* Fab. degli anni '80 hanno costretto i conta-

dini all'abbandono delle colture di cavolfiori. Tali invasioni avvenivano poco prima del raccolto, distruggendone fino a un terzo, senza che ci fosse la possibilità di lottare chimicamente. La consociazione con colture-trappola, come quelle di girasole, calendola, rape, cavoli cinesi, o una loro miscela, si è rivelata molto utile. Data l'elevata mobilità dei *Meligethes*, sono state create delle fasce di coltura-trappola larghe da 5 a 20 m e poste trasversalmente alla direzione delle invasioni del coleottero, per una lunghezza di 5 km, in modo da proteggere 42-45 ha di cavolfiori. Le fasce ricevono da 2 a 4 applicazioni di pesticidi.

Come secondo esempio citeremo il caso della soja consociata con varietà conspecifiche precoci. È stato dimostrato che con una coltura-trappola di soja precoce equivalente all'1-10% della coltura principale è sufficiente per attirare l'85% degli organismi nocivi, in particolare rincoti e coleotteri. Insetticidi vengono applicati al momento opportuno alla coltura-trappola, evitando così di trattare il 90-99% della superficie coltivata. Per il controllo dell'*Epilachna varivestis* Muls. si consiglia pure di seminare 6-12 righe (marginali) di una varietà di *Phaseolus vulgaris* 2 settimane prima della soja e di applicare un insetticida al momento giusto.

Evidentemente la tattica delle colture-trappola necessita di alcune considerazioni: la coltura-trappola dev'essere più attrattiva della coltura principale (e l'attrattività può essere potenziata con l'uso di caïromoni e sostanze nutritive), dev'essere seminata a intervalli per favorire la coincidenza con il nocivo, e richiede soprattutto una certa organizzazione nell'intervento con prodotti chimici per evitare l'induzione della resistenza ai pesticidi.

*Varietà transgeniche* - La coltivazione di varietà transgeniche può contribuire a diversificare l'ambiente, anche se il loro inserimento in agricoltura esige parecchie precauzioni e non è sempre bene accolto dall'opinione pubblica.

La coltura del cotone assorbe circa un quarto degli insetticidi su sca-

la mondiale e quasi la metà di essi è applicata contro specie di lepidotteri che sono sensibili all'azione del *Bacillus thuringiensis* (=Bt). Siccome però i preparati a base di Bt non sono competitivi rispetto agli insetticidi tradizionali, l'industria cerca nuove vie per creare delle alternative al metodo della lotta chimica. Una di queste vie è l'introduzione di varietà transgeniche che esprimano convenientemente l'endotossina del Bt e che avrebbero il vantaggio, tra l'altro, di diminuire l'esposizione dell'uomo e dell'ambiente ai prodotti tossici (negli USA si indica una possibile riduzione degli insetticidi del 40-80%), di ridurre i costi di applicazione, e di conservare gli antagonisti dei fitofagi. Da esperienze recenti, anche su altre colture (WHALON & MCGAUGHEY, 1993), si sa però che tali varietà transgeniche selezionano popolazioni di fitofagi resistenti alla tossina, allo stesso modo dei pesticidi tradizionali, per cui è necessario adottare una strategia di coltivazione che diminuisca la pressione di selezione. Tra le strategie che sembrano avere maggior successo citeremo la creazione, in vicinanza dei campi di cotone-Bt o nei campi stessi, di aree coltivate a cotone non-Bt, oppure l'utilizzazione di sementi di cotone-Bt mescolate a quelle di cotone non-Bt (similmente a quello che viene realizzato dai fitopatologi nella lotta contro i patogeni dei cereali), come pure le miscele multilinee che esprimono tossine diverse. Anche qui si tratta di gestire l'ambiente in modo tale che l'effetto positivo dell'ingegneria genetica si prolunghi il più possibile nel tempo. E anche qui il problema è di sapere come inserire queste aree di cotone non-Bt e quale sarà il loro impatto sul rendimento (PERLAK & FISCHHOFF, 1993). Quello che vale per il cotone vale anche per le altre colture esprimenti le tossine del Bt. In Europa, dove si comincia a permettere l'introduzione di varietà transgeniche, l'aspetto della diversificazione varietale è piuttosto negletto.

Nel caso delle varietà transgeniche che esprimono una tolleranza a certi erbicidi (soja, cotone, patata, riso, mais) (AMMON, 1996; MEISSER & GUENAT, 1996) e che non richiedono una diversificazione ambientale, l'effetto positivo sull'ambiente dovrebbe risultare da una diminuzione delle

applicazioni di pesticidi. Se si considerano però il pericolo di incrocio con forme selvatiche tassonomicamente vicine (genere *Brassica*, *Avena*, ecc.) e il maggior impegno nelle pratiche agronomiche (mais) (AMMANN *et al.*, 1996; MEISSER & GUENAT, 1996), il gioco non vale la candela.

Per quanto riguarda gli effetti collaterali dovuti all'introduzione di varietà transgeniche vedi in particolare FRANCK-OBERASPACH & KELLER (1996) come pure AMMANN *et al.* (1996).

#### Introduzione di specie esotiche

Le ricerche sullo sviluppo di un'agricoltura durevole ("sustainable") concernono solitamente le colture tradizionali. Delle migliaia di specie vegetali che vengono utilizzate nell'alimentazione umana, 15 coprono il 90% del fabbisogno mondiale e 3 (riso, frumento e mais) il 60% (PAOLETTI *et al.*, 1992). Pensando alle 500 mila specie vegetali esistenti sulla terra (media delle stime) e alla quantità di specie consumabili dall'uomo, ci si domanda come diversificare l'agricoltura introducendo nuove piante per l'alimentazione.

BECKER *et al.* (1992) propongono l'introduzione di specie di *Amaranthus*, già coltivate dai Maya e dagli Aztechi e poi abbandonate con la dominazione spagnola. La selezione a partire dagli anni '80 ha prodotto delle varietà nane di *Amaranthus* ad alto rendimento che possono essere utilizzate in aziende meccanizzate e sostituire una parte dei nostri cereali.

BECKER *et al.* (1992) propongono pure l'utilizzazione di specie di *Prosopis*, leguminose molto aggressive che sopravvivono in condizioni ambientali molto estreme e che possono essere utilizzate in agrosilvicoltura, in particolare in zone semiaride. I baccelli e le foglie di queste leguminose servono ad alimentare gli animali domestici. Gli stessi autori propongono infine la sostituzione di varietà annuali di frumento con varietà perenni che diminuiscano il lavoro meccanico e proteggano il suolo dall'erosione, specialmente se consociate con leguminose.

Nella prov. di Oruro, in Bolivia, vengono coltivati circa 2 mila ha di

quinoa (*Chenopodium quinoa*), di cui si utilizzano i semi e che assomiglia al grano saraceno (i francesi la chiamano anche “petit riz”). Con la selezione si sono create delle varietà povere di saponina che possono essere utilizzate per l'alimentazione umana. Sembra che la specie sia già stata introdotta in Europa, probabilmente senza successo dal momento che nessuno ne parla.

## CONCLUSIONE

Quindici anni fa, RISCH *et al.* (1983) hanno esaminato 150 pubblicazioni concernenti gli effetti della diversificazione degli agro-ecosistemi sull'abbondanza dei fitofagi, giungendo alla conclusione che (a) spesso, ma non sempre, la diversificazione diminuisce l'abbondanza delle popolazioni di fitofagi, (b) l'effetto della diversificazione è più marcato sul comportamento dei fitofagi che non sull'attività degli antagonisti (in particolare nel caso di monofagi in colture annuali), (c) il rendimento derivante dalla diversificazione è tanto più elevato quanto più la competizione tra le piante è debole, e (d) la diversificazione rimarrà una caratteristica dei paesi meno sviluppati. Pur riconoscendo l'importanza della diversificazione agricola per la conservazione del suolo (erosione) e per eliminare in parte gli effetti collaterali dei pesticidi, la conclusione non era allora delle più ottimistiche. Qualche anno più tardi, RUSSELL (1989), confermando quanto precede, rivedeva leggermente il punto (b) scrivendo che i due aspetti, cioè diversità delle risorse vegetali e antagonisti, sono complementari.

Gli studi compiuti negli ultimi quindici anni sulla base di ricerche a lunga scadenza dimostrano che si può essere più ottimisti e che l'effetto positivo della gestione ambientale dipende in primo luogo dal come essa viene realizzata (strutturata), in secondo luogo dal come la biodiversità viene mantenuta (gestita). È logico che la gestione ambientale richiede una strategia che consideri maggiormente la biogeografia regionale e il paesaggio, e questo è vero per altre tattiche che mirano a diminuire l'impatto dei fito-

fagi. Quando si utilizzano i *Trichogramma* nella lotta biologica contro l'*Ostrinia*, i risultati sono piuttosto deludenti se i lanci avvengono in un solo campo di mais, mentre sono molto positivi se i lanci avvengono nei campi di mais di tutta una regione. Inoltre i lanci del primo anno possono dare risultati magri, ma se i lanci vengono ripetuti nella stessa regione per parecchi anni i risultati sono decisamente migliori. Nella gestione ambientale c'è una componente spaziale e una temporale che sono molto importanti. La maggior parte degli esperimenti di gestione ambientale sono stati compiuti su aree ridotte e per una o poche stagioni, oppure copiando schemi di agricoltura primitiva, e difficilmente permettono di definire delle tendenze che costituiscano la base di un'agricoltura durevole ("sustainable").

Per il fitoiatra, la gestione ambientale ha lo scopo di diminuire la densità dei fitofagi nocivi o ritenuti tali, in modo da contenere, e nel migliore dei casi di evitare, l'applicazione di pesticidi. Altri benefici derivanti la gestione ambientale sono la protezione del suolo contro l'erosione e il miglioramento della qualità dei prodotti. La diminuzione delle densità dei fitofagi nocivi è spesso dovuta sia a un aumento dell'attività degli antagonisti, sia a un influsso sul comportamento dei fitofagi dovuto a interferenze fisiche (LETOURNEAU, 1990a) e/o chimiche (THEUNISSEN, 1994). I meccanismi che sono alla base di questi cambiamenti sono molto complessi e devono essere compresi caso per caso (ALTIERI, 1983). Se lo scopo della gestione ambientale è quello di incrementare la lotta biologica, la scelta delle specie vegetali, con le quali si vuole diversificare l'ambiente, assume un'importanza fondamentale. Ciò è confermato da studi recenti sul *Cardiochiles nigriceps* Vier. (Hym. Braconidae), parassitoide dell'*Heliothis virescens* Fab., i cui adulti vengono attirati da composti volatili contenuti nei fiori e nelle foglie di certe specie di *Nicotiana*; tali composti attirano gli adulti anche in assenza dell'ospite (JACKSON *et al.*, 1996). Il microclima creato dalla consociazione o dalla vicinanza di piante selvatiche può essere pure determinante ai fini della lotta biologica (DYER & LANDIS, 1996).

Dal punto di vista economico, mancano analisi complete che tenga-

no conto non soltanto della perdita di raccolto dovuta all'influsso di una coltura sull'altra o del terreno che viene sacrificato alla diversificazione (es. fasce erbose), ma anche degli effetti benefici a breve e a lunga scadenza (sempre difficilmente cifrabili). STEINER (1982) valuta molto positivamente la consociazione di colture nei tropici. Stime fatte in Europa indicano invece perdite di raccolto fino al 40% (FINCH & EDMONDS, 1994). Ma queste valutazioni hanno poco valore per le colture i cui fitofagi nocivi manifestano una resistenza verso i pesticidi e dove la consociazione rimane l'unica alternativa.

#### SUMMARY

HABITAT MANAGEMENT AS A PREVENTIVE MEASURE FOR PEST CONTROL: A NEW FRONTIER - Habitat management is a complex agronomic practice leading to a diversification of the agroecosystem which creates a less suitable environment for the development of phytophagous populations. It is a preventative tactic based on interdisciplinary research. To illustrate this tactic, several projects have been selected which were carried out in temperate regions over several years; some of them are also known for their dimensions. Intercropping of perennial and annual crops with wild plants, intercropping of two or several crops, mixed varieties and multilines, trap-crops, transgenic varieties, and also the introduction of exotic species have been considered. Habitat management is now adopted in crops where the use of pesticides is not or no more possible and where it is subsidized (or imposed) by public institutions; however, its application is increasing under the pressure of the public opinion. The tactic is basic to the strategy of integrated pest management and to the development of a sustainable agriculture.

KEY WORDS: habitat management, cropping forms, trap-crop, transgenic cultivars, exotic plant species, pests, biological control

#### BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI M., 1983 - Vegetational designs for insect-habitat management. *Environm. Management*, 7: 3-7.
- ALTIERI M.A., LETOURNEAU D.K., 1982 - Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1(4): 405-430.
- ALTIERI M.A., LETOURNEAU D.K., 1984 - Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(2): 131-169.
- ALTIERI M.A., GLASER D.L., SCHMIDT L.L., 1990 - Diversification of agroecosystems for insect pest regulation: experiments with collards. In GLIESSMAN S.R. (ed.), *Agroecology*. Springer-Verlag, New York, 70-82.
- AMMANN K., JACOT Y., RUFENER AL MAZYAD P., 1996 - Field release of transgenic crops in Switzerland - An ecological risk assessment of vertical gene flow. In SCHULTE E., KAEPELI O. (ed.), *Gentechnisch veränderte krankheits- und*

- schädlingsresistenten Nutzpflanzen. Eine Option für die Landwirtschaft?.* Schweiz. Nationalfonds, Bern, vol. 1: 101-157.
- AMMON H.U., 1996 - Oekologisch verbesserte Anbauverfahren mit resistenten Sorten und neue Unkrautprobleme. *Schweiz. Ges. Phytomedizin Info*, 2: 16-19.
- ANDOW D.A., RISCH S.J., 1985 - Predation in diversified agro-ecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleo-megilla maculata* and its food. *J. Appl. Ecology*, 22: 357-372.
- ANONIMO, 1988 - Integrated pest management in rice in Indonesia. *FAO Jakarta*, 13 pp.
- BECKER R., MEYER D., WAGONER P., SAUNDERS R.M., 1992 - Alternative crops for sustainable agricultural systems. *Agricul. Ecosyst. Environm.*, 40: 265-274.
- CERUTTI F., 1989 - Modellizzazione della dinamica delle popolazioni di *Empoasca vitis* GOETHE (Hom. Cicadellidae) nei vigneti del Canton Ticino e influsso della flora circostante sulla presenza del parassitoide *Anagrus atomus* Haliday (Hym. Mymaridae). *Tesi di dottorato no. 9019*, Scuola Politecnica Federale di Zurigo, 117 pp.
- COAKER T.H., 1980 - Insect pest management in *Brassica* crops by intercropping. *Bull. OILB/SROP*, 3(1): 117-125.
- COPPEL H.C., 1986 - Environmental management for furthering entomophagous arthropods. *Fortschritte der Zoologie*, 32: 57-73.
- DELUCCHI V., 1994 - La fitoiatria del buon senso. *La difesa delle piante*, 17(3-4), 81-94.
- DENT D., 1991 - Insect pest management. *C.A.B. International*, 604 pp.
- DYER L.E., LANDIS D.A., 1996 - Effects of habitat, temperature, and sugar availability on longevity of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environm. Entomol.*, 25(5): 1192-1201.
- FANG C.Y., WEN S.G., HU F.Q., 1989 - Protection and utilization of the principal natural enemies to control *Heliothis armigera* in China. *IOBC Proc. of the workshop on biological control of Heliothis: increasing the effectiveness of natural enemies*, New Dehli, India, 11-15.11.1985, 441-448.
- FINCH S., EDMONDS G.H., 1994 - Undersowing cabbage crops with clover - the effects on pest insects ground beetles and crop yield. *Bull. OILB/SROP*, 17(8): 159-167.
- FINCKH M.R., GACEK E.S., NADZIAK J., WOLFE M.S., 1996 - Cereal cultivar and species mixtures in Poland. *Simposio "Horizons in plant sciences"*, Zürich, 11 aprile 1996 (non pubblicato).
- FRANCK-OBERASPACH S.L., KELLER B., 1996 - Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In SCHULTE E., KAEPPELI O. (ed.), *Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen. Eine Option für die Landwirtschaft?.* Schweiz. Nationalfonds, Bern, vol. 1: 15-100.
- GAHUKAR R.T., 1989 - Pest and disease incidence in pearl millet under different plant density and intercropping patterns. *Agricult. Ecosyst. Environm.*, 26: 69-74.
- GOLD C.S., 1991 - Cropping system diversity and cassava herbivores: considerations illustrated by a case study in Colombia. In: NEUENSCHWANDER P., HERREN H.-R., WODAGENEH A., *Integrated pest management in root and tuber crops*, IITA, Ibadan, 27-29.
- GOLD C.S., ALTIERI M.A., BELLOTTI A.C., 1989 - The effects of intercropping and mixed varieties on predators and parasitoids of cassava whiteflies (Hemiptera: Aleo-rodidae) in Colombia. *Bull ent. Res.*, 79: 115-121.

- HAUSAMMANN A., 1996a - The effects of weed strip-management on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *Z. Pfl.krankheiten & Pfl.schutz*, 103: 70-81.
- HAUSAMMANN A., 1996b - Strip-management in rape crop: is winter rape endangered by negative impacts of sown weed strips?. *J. Appl. Ent.*, 120: 505-512.
- HEITZMANN A., LYS J.-A., NENTWIG W., 1992. Nützlings-förderung am Rand - oder: vom Sinn des Unkrautes. *Land-wirtschaft Schweiz*, 5: 25-36.
- HEITZMANN A., 1994 - Die Vegetationsdynamik in angesäten Ackerkrautstreifen in Abhängigkeit verschiedener Saatmischungen. *Z. Pfl.Krankh. Pfl.Schutz, Sonderh.* 14: 75-83.
- HICKMAN J.M., WRATTEN S.D., 1994 - Use of *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) as pollen resource to enhance hoverfly (Diptera: Syrphidae) populations in sweetcorn fields. *Bull. IOBC/WPRS*, 17(4): 156-167.
- HOKKANEN H.M.T., 1991 -Trap cropping in pest management. *Ann. Rev. Entomol.*, 36: 119-138.
- JACKSON D.M., NOTTINGHAM S.F., SCHLOTZHAUER W.S., HORVAT R.J., SISON V.A., STEPHENSON M.G., FOARD T., McPHERSON R.M., 1993 - Abundance of *Cardiochiles nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae) on *Nicotiana* species (Solanaceae). *Environm. Entomol*, 25(5): 1248-1255.
- KOSTAL V., FINCH S., 1994 - Influence of background on host-plant finding and acceptance by the cabbage root fly. *Bull. OILB/SROP*, 17(8): 183-186.
- LEROI B., ALZOUMA I., HUIGNARD J., 1990 - The influence of intercropping millet (*Pennisetum typhoides* Burm.) with cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.) on the egg-laying and development of *Bruchidius atrolineatus* (Pic.)(Coleoptera: Bruchidae). *Agricult. Ecosyst. Environm.*, 31:39-48.
- LETOURNEAU D.K., 1990a - Mechanisms of predator accumulation in a mixed crop system. *Ecological Entomol.*, 15: 63-69.
- LETOURNEAU D.K., 1990b - Two examples of natural enemy augmentation: a consequence of crop diversification. In GLIESMAN S.R. (ed.), *Agroecology*. Springer-Verlag, New York, 11-29.
- LYS J.-A., NENTWIG W., 1992 - Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. *Oecologia*, 92: 383-382.
- LYS J.-A., NENTWIG W., 1994 - Improvement of the overwintering sites for Carabidae, Staphylinidae and Araneae by strip-management in a cereal field. *Pedobiologia*, 38: 238-242.
- LYS J.-A., ZIMMERMANN M., NENTWIG W., 1994 - Increase in activity density and species number of carabid beetles in cereals as a result of strip-management. *Entomol. exp. appl.*, 73: 1-9.
- MEISSER M., GUENAT D., 1996 - Introduction of herbicide tolerant crop plants in Switzerland: possible impacts on the environment and agriculture. *Schweiz. Ges. Phytomedizin Info*, 2: 16-19.
- MERZ U., WOLFE M.S., 1996 - Sortenmischungen im schweizerischen Getreidebau. *Simposio "Horizons in plant sciences"*, Zürich, 11 aprile 1996 (non pubblicato).
- NENTWIG W., 1992 - Die nützlingsfördernde Wirkung von Unkräutern in angesäten Unkrautstreifen. *Z. Pfl.Krankh. Pfl.Schutz, Sonderh.*, 13: 33-40.
- NENTWIG W., 1993 - Nützlingsförderung in Agrarökosystemen. *Verh. Ges. für Oekologie*, 22: 9-14.

- PAIR S.D., LASTER M.L., MARTIN D.F., 1982 - Parasitoids of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mississippi associated with sesame interplantings in cotton, 1971-1974: implications of host-habitat interaction. *Environm. Entomol.*, 11: 509-512.
- PAOLETTI M.G., PIMENTEL D., STINNER B.R., STINNER D., 1992 - Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. *Agricult. Ecosyst. Environm.*, 40: 3-23.
- PERLAK F.J., FISCHHOFF D.A., 1993 - Insect-resistant cotton: from the laboratory to the marketplace. In: KIM L. (ed.), *Advanced engineered pesticides*, Marcel Dekker, Inc., New York, 199-211.
- RISCH S., 1980 - The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. *J. Appl. Ecol.*, 17: 593-612.
- RISCH S.J., ANDOW D., ALTIERI M.A., 1983 - Agroecosystem diversity and pest control data, tentative conclusions, and new research directions. *Environm. Entomol.*, 12: 625-629.
- RUSSEL E.P., 1989 - Enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environm. Entomol.*, 18(4): 590-599.
- SPEIGHT M.R., 1983 - The potential of ecosystem management for pest control. *Agricult. Ecosyst. Environm.*, 10: 183-199.
- STEINER K.G., 1982 - Intercropping in tropical smallholder agriculture with special reference to West Africa. *Schriften-reihe der GTZ no. 137*, Eschborn, 303 pp.
- STINNER R.E., BRADLEY J.R., 1989 - Habitat manipulation to increase effectiveness of predators and parasites. *IOBC Proc. of the workshop on biological control of Heliothis: increasing the effectiveness of natural enemies*, New Dehli, India, 11-15.11.1985, 519-527.
- THEUNISSEN J., 1994 - Effects of intercropping on pest populations in vegetable crops. *Bull. OILB/SROP*, 17 (8): 153-158.
- TOTHILL J.D., 1958 - Some reflections on the causes of insect outbreaks. *Proc. 10th Intern. Congr. Entomol.*, Montreal, 17-25.8.1956, 525-531.
- VAN DEN BOSCH R., TELFORD A.D., 1964 - Environmental modification and biological control. In DeBACH P. (ed.), *Biological control of insect pests and weeds*, Chapman & Hall, Ltd., London, 459-488.
- WHALON M.E., McGAUGHEY W.H., 1993 - Insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. In: KIM L. (ed.), *Advanced engineered pesticides*, Marcel Dekker, Inc., New York, 215-232.
- WOLFE M., 1990a - Mixture of species and cultivars. *Recherche agronom. en Suisse*, 29: 337-340.
- WOLFE M., 1990b - Intra-crop diversification: disease, yield and quality. *BCPC Mono no. 45 Organic and low input agriculture*, 105-114.
- WOLFE M., 1991 - Recent development in using variety mixtures to control powdery mildew of barley. In: JØRGENSEN J.H.(ed.) *Integrated control of cereal mildew: virulence patterns and their change* 235-243.
- WOLFE, M. 1993 - Variety mixtures for simple and sustainable disease control. *Polnohospodarstvo* 39: 476-483.
- WOLFE, M. 1994 - Comparative behavior of three wheat cultivars and their mixture in India Nepal and Pakistan. *Field crop research* 39: 71-83.

- WOLFE, M. 1995. Biodiversität - essentieller Baustein zur nachhaltigen Eindämmung von Pflanzenkrankheiten. *Bull. ETH No. 257*: 46-48.
- WYSS, E. 1995 - The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomol. exp. appl.* 75: 43-49.
- WYSS E. NIGGLI, U., NENTWIG W., 1995 - The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *J. Appl. Ent.*, 119: 473-478.
- ZADOKS J.C., SCHEIN R.D., 1979 - *Epidemiology and plant disease management*. Oxford Univ. Press, Inc., 427 pp.
- ZANGGER A., LYS J.-A., NENTWIG W., 1994 - Increasing the availability of food and the reproduction of *Poecilus cupreus* in a cereal field by strip-management. *Entomol. exp. appl.* , 71: 111-120.



## DEGRADO AMBIENTALE E MALARIA: UNA PROSPETTIVA GEOGRAFICA E STORICA

Eugenia TOGNOTTI

*Dipartimento di Storia - Università dli Sassari*  
*Palazzo Segni, corso Umberto 52 - 07100 Sassari*

RIASSUNTO. La malaria ha assunto in Sardegna i caratteri di malattia endemica solo nella seconda metà dell'Ottocento in conseguenza di un processo accelerato di destrutturazione ambientale a cui concorsero disboscamenti e dissodamenti. Nell'intervento vengono richiamati gli effetti della distruzione del manto forestale e dell'erosione del suolo, in particolare l'accentuarsi del carattere torrentizio dei corsi d'acqua e il disordine dei fiumi a valle con conseguente moltiplicarsi di acquitrini, impaludamenti, raccolte idriche che costituivano altrettanti focolai anofelici. La loro diffusione, sia nelle pianure che negli altipiani, rese più difficile dapprima la lotta antianofelica (condotta con petrolio e "verde di Parigi", nonché col pesciolino predatore del genere *Gambusia*) e, successivamente, nell'immediato dopoguerra, complicò enormemente l'esperimento della Rockefeller Foundation: a conferma dei maggiori ostacoli che si oppongono al risanamento una volta alterati gli equilibri ambientali.

In un "Confidential memorandum" riguardante l'ERLAAS (Ente Regionale per la lotta antianofelica in Sardegna), inviato nel 1948 ai vertici della Rockefeller Foundation da uno dei responsabili dell'Ihd (International health division), si avanzavano parecchi dubbi circa la possibilità che l'eradicazione dell'*Anopheles labranchiae*, il vettore della malaria in Sardegna e nell'intero bacino del Mediterraneo, fosse un fatto compiuto. In realtà - vi si affermava senza mezzi termini - solo "by showing *one year of efficient scouting, during wich time no labranchiae larvae or adult are found can this experiment be called successful*". Al 1° giugno di quell'anno erano stati infatti segnalati pressappoco 84 (su un totale di 4800) settori positivi di larve e adulti di *labranchiae* disseminate in tutta l'isola. D'altra parte poiché l'obiettivo dell'ERLAAS era quello dell'eradicazione dell'*A. labranchiae* "unless this is definitely attained beyond reasonable doubt, the

expenditure of some 12 millions Dollars on this experiment obviously will be wide open to severe criticism”.

La raccomandazione era quindi quella di mettere in piedi - nell’ambito dell’Assessorato alla Sanità - una struttura che avesse la responsabilità “for quarantine against mosquitoes and for the annual routine residual insecticide spraying in houses and out buildings, for general insect disinfection”.

Una volta insediata, quella struttura - indicata come Sardinian Insect Control Service, denominazione che corrisponde al CRAI (Centro regionale anti insetti) - non sembra però avere la fiducia dell’équipe della Rockefeller. In un documento del 1950, G. H. Strode, direttore dell’Ihd, lo afferma senza mezzi termini, dichiarando di non credere “in their ability to complete the eradication” e affidandosi alla speranza che fossero almeno in grado di tenere sotto controllo la situazione affinché la malaria non tornasse alla situazione in cui era prima (Tab. I).

Tab. I - Casi di malaria registrati in Sardegna.

anno	n° casi	anno	n° casi	anno	n° casi
1936	68.360	1947	39.303	1982-83	0
1937	60.017	1948	15.121	1984	3
1938	47.419	1949	1.314	1985	9
1940	48.989	1950	44	1986-89	0
1941	28.431	1951	9	1990	1
1942	49.460	1952-77	0	1991	1
1943	64.655	1978	8	1992	4
1944	63.478	1979	0	1993	8
1945	78.173	1980	1	1994	6
1946	74.641	1981	3	1995	2

Fonti: anni 1936-50 LOGAN (1953); anni 1951-88 fonti varie; anni 1989-95 Istituto Superiore di Sanità, Roma.

Il riferimento riguardava soprattutto agli anni della guerra in cui lo spettro della malaria si era riaffacciato minaccioso anche in conseguenza della minore disponibilità di personale sanitario e di quello specializzato

che faceva capo alle Stazioni antimalariche, cui era demandato il compito della lotta antilarvale condotta attraverso opere di piccola bonifica del terreno, l'irrorazione delle acque col "Verde di Parigi", l'introduzione di Gabusie negli stagni e negli acquitrini, il diserbo e la pulizia di canali e corsi d'acqua. Ma nel richiamare la situazione precedente, come appare dalla corrispondenza privata e dalle relazioni ufficiali, i tecnici della Rockefeller davano per scontato che in Sardegna la malaria avesse sempre avuto i sinistri caratteri di malattia endemica. In realtà la malaria - pur presente dall'antichità nelle marine e nelle terre basse e di difficile drenaggio - era diventata un'emergenza solo nella seconda metà dell'Ottocento in conseguenza dell'alterarsi degli equilibri ambientali.

È ben noto che alla trasmissione della malaria concorrono quattro tessere: l'uomo, l'ambiente, il parassita e il vettore, alcune specie di zanzare del genere *Anopheles*. Ma per la riproduzione di queste ultime sono necessarie acque stagnanti, dolci o poco salmastre. Il nesso tra queste e la malaria è, infatti, così stretto che dai tempi di Ippocrate, praticamente fino al tramonto del secolo scorso, cioè fino alla scoperta del ruolo del vettore, si è creduto che a provocare l'infezione fossero i miasmi o l'aria cattiva, la *malaria* appunto, delle acque ferme e limacciose, mentre, in realtà, è la zanzara a rappresentare l'unico collegamento tra febbri malariche e acque stagnanti. Ma gli impaludamenti, gli acquitrini, i ristagni sono, a loro volta, il risultato di equilibri ambientali alterati da lunghi e lenti processi di degrado (diboscamenti e dissodamenti) o sconvolti da eventi bruschi (costruzioni ferroviarie, acquedotti e così via), cosicché appare indubbio il legame tra l'alterarsi del sistema ecologico e l'aggravarsi dell'incidenza della malattia. Verificare questo nesso nel concreto di una realtà geografica ben definita (quella isolana) e di un periodo storico preciso (la seconda metà dell'Ottocento) non è apparso incongruo in questa sede: anche se il ciclo di trasmissione della malattia è stato definitivamente interrotto (pur essendo la tenacissima *labranchiae* ancora presente nell'isola), essa ci offre un esempio sempre valido di quelli che possono essere - sul piano sanitario, ma non

solo - gli effetti di una brusca alterazione degli equilibri naturali, come quella che si è verificata per l'appunto nella seconda metà del secolo scorso.

Per averne un'idea occorre rifarsi soprattutto alla documentazione tecnica: sono infatti gli *Atti* di convegni e le relazioni di funzionari - ispettori forestali, ingegneri del Genio Civile - a dare conto dell'erosione dei terreni di pendio, del turbamento del regime idraulico e, in generale, del dissesto idrogeologico delle terre di pianura, tutti effetti della selvaggia spoliazione del manto forestale iniziato negli anni a ridosso dell'Unificazione politica e continuato a ritmi accelerati nel periodo successivo in un nuovo quadro di accentuato dinamismo mercantile. Nel triennio 1864-1866 furono esportati in media ogni anno 28.000 tonnellate di carbone vegetale, per la cui produzione era necessario il quintuplo della legna abbattuta.

Bisogna dire, in verità, che lo Stato sabauda prima e il giovane Stato unitario successivamente non brillarono certo per previdenza quanto alla tutela dei boschi: basterà accennare alla leggerezza con cui nel 1856-57 Cavour, allora ministro dell'Agricoltura, concesse all'industriale e banchiere conte Pietro Beltrami e alla ditta Modigliani i boschi ex feudali di sughero con diritto di carbonizzazione nel Marghine e nei salti di Gessa e di Orridda nell'Iglesiente. Successivamente, nel 1863, arrivò la cessione - a titolo di sovvenzione chilometrica - di 200.000 ettari di terre ad una società finanziaria italo-inglese che si era impegnata a costruire la prima linea ferroviaria sarda. Nel 1866 era la volta del provvedimento che aboliva i cosiddetti diritti di *ademprivio* (denominati altrove usi civici) e trasferiva ai comuni ciò che restava dei terreni e dei boschi demaniali (278.247 ettari). A questi si aggiunsero più tardi i terreni restituiti dalla Società delle Ferrovie Sarde in seguito alla revoca della concessione, avvenuta dopo che 20.000 ettari di terre boschive erano state distrutte. Nel breve volgere di alcuni anni l'enorme patrimonio di terre e di boschi di pertinenza dei comuni fu alienato. La maggior parte andò a finire nelle mani di avidi speculatori che trasformarono magnifiche foreste di lecci in carbone, mentre intere sugherete

andarono distrutte sotto la spinta della domanda di tannino, alborno e potassa.

Per completare il quadro, nel 1877 arrivò una legge che svincolava 171.102 ettari di bosco, destinandoli alla distruzione. Ben a ragione alcuni decenni dopo l'ingegnere elettrotecnico pavese Angelo Omodeo, impegnato nello studio delle condizioni idro-geologiche e meteorologiche della Sardegna, avrebbe espresso un giudizio assai severo sulla politica forestale dello Stato unitario: "Con una imprevidenza dolorosa si è fatto in Sardegna, dopo la costruzione del Regno, un vero sterminio delle foreste che in proporzione dell'area erano già meno estese che nel restante territorio italiano". Ad accelerare il ritmo delle distruzioni - a cominciare dai primi anni Settanta - contribuì la realizzazione della rete ferroviaria che richiese l'abbattimento di migliaia di alberi di quercia e di leccio che fornirono le enormi quantità di legno necessario per le traversine ferroviarie (1000 per ogni km di strada ferrata secondo alcune stime).

Alla fine degli anni Settanta la Sardegna era già una delle regioni più "spoglie" del paese, in singolare contrasto, per questo aspetto, con la vicina Corsica: la percentuale della superficie boschiva arrivava appena al 12% contro il 21,1% del Regno. Meno di un cinquantennio dopo, nel 1913, le statistiche ufficiali segnalavano un'ulteriore drastica riduzione delle foreste che occupavano solo il 4,8 della superficie territoriale contro il 19% del Regno.

Contemporaneamente la dissoluzione degli antichi istituti comunitari e il trasferimento in mani private di enormi estensioni di terre comunali - su cui vigevano gli usi collettivi - contribuirono per altre vie alla destrutturazione ambientale. La fame di terra di contadini e pastori poveri, spogliati dei diritti di *ademprivio*, e colpiti dalle limitazioni dei pascoli aperti nelle terre di alta collina e di montagna, andò, infatti, a gravare pericolosamente sui boschi, sulle alture e sui pendii alla ricerca di nuove aree da pascolo e da coltura, soggette, dopo una breve serie di raccolti intensivi, ad un rapido declino, provocato dall'azione di dilavamento degli agenti meteorici : un

ulteriore fattore di aggravamento dei fenomeni erosivi in atto a cui contribuiva anche la pressione delle greggi sul sottobosco e sulle cotiche erbose dei terreni inclinati ed erodibili.

Con la brutale distruzione del manto forestale e della macchia nei bacini collinari e montani vennero progressivamente meno le funzioni esercitate dalla copertura vegetale sul regime idro- meteorologico su cui influiva anche la grande estensione dei terreni impermeabili: attenuare la violenza dei venti, trattenere le acque, porre un freno al loro scorrimento al loro afflusso ai torrenti. A metà degli anni Settanta - stando alle indicazioni di tecnici idraulici e forestali, geografi ed economisti agrari - scoscendimenti e frane cominciarono a farsi più frequenti; le piene divennero più precipitose e gravi a spese delle magre perenni, mentre si aggravava il disordine dei fiumi a valle, con l'alterazione dei letti e l'interramento degli alvei, provocato dai detriti trascinati dalle piene. Le opere ferroviarie realizzate dagli appaltatori in tutta fretta e senza nessuna cura per lo scolo delle acque contribuirono in alcune zone a mettere in crisi i già precari equilibri idrogeologici: così le cosiddette casse di prestito, cioè le profonde fosse create in seguito agli scavi per la costruzione dei terrapieni, si trasformarono in altrettanti serbatoi di acqua stagnante, coperti di erbe palustri; inoltre in molti tratti delle linee l'enorme peso del rilevato della strada ferrata comprimeva il terreno impedendo lo scolo delle acque che dopo le piogge formavano quelle pozze che offrivano condizioni favorevoli alla vita acquatica delle zanzare. Tutto, insomma, contribuiva ad alimentare quel circuito di degrado tra montagna e pianura ben presente ai contemporanei che percepivano i fenomeni che vi erano collegati come mutamenti quasi traumatici di preesistenti equilibri ambientali. Già negli anni Settanta i tecnici dell'Amministrazione Provinciale di Sassari nel compilare una mappa dei terreni paludosi segnalavano che l'equilibrio ecologico e l'habitat di due stagni del territorio di Alghero, Calich e Calighet, alimentati rispettivamente dal rio Serra e dal rigagnolo di Valverde, apparivano completamente sconvolti. Nella loro descrizione essi stabilivano una precisa concatenazio-

ne dei fenomeni che vi avevano concorso. Nello stagno più grande Calich, che si estendeva per 100 ettari, stava avvenendo che “per gli improvvisi tagli di piante sia nel territorio di Putifigari che in Villanova e Valverde il fondo si solleva continuamente onde meglio di una peschiera non tarderà ad essere una palude insalubre”. Negli stessi anni impaludamenti e pozze d’acqua si stavano moltiplicando in alcune regioni litoranee. Sulla costa nord-orientale, nei cosiddetti salti di Buddusò: “La regione tutta fino al 1872 era ricoperta di fitta boscaglia di quercie, sughere e lecci che fu distrutta per trasformarla in carbone. Le acque pluviali non più infrenate hanno creato numerosi ristagni d’acqua”. La stessa cosa, stando alla medesima fonte, era avvenuta sulla costa settentrionale, oggi conosciuta come Costa Smeralda. Anche in quella zona fino a quel decennio “le campagne del rio S. Giovanni e del rio di Liscia erano ricoperte di fitta boscaglia di lecci. Le acque erano contenute nei loro alvei. Oggidì dopo le distruzioni delle foreste, le ombrose valli sono trasformate in desolati piani acquitrinosi”.

Particolarmente significativa è, al riguardo, l’osservazione di uno dei relatori al XII Congresso Geografico italiano (1934) che richiamava l’attenzione dei congressisti sugli effetti perversi del diboscamento sulla piana del Coghinas, uno dei luoghi più tristemente noti dell’isola per la sua malaricità. Nel segnalare come i detriti trasportati dal fiume avessero completamente colmato uno dei rami del fiume Coghinas, convertendo tutta l’area circostante in terreno paludoso e disseminato di tamerici egli annotava: “l’interramento dell’alveo ha proceduto dunque, durante il secolo passato e nei primi anni del presente, con rapidità eccezionale che credo debba mettersi in relazione con la vandalica distruzione delle foreste dell’alto e del basso bacino. Soltanto in seguito al denudamento dei versanti il fiume poté convogliare tanta massa di detriti e di melme da alluvionare, in meno di un secolo, la pianura più di quanto non avesse fatto prima d’allora in molte centinaia di anni.” Il collegamento tra il precipitare degli equilibri ambientali e l’aggravarsi dell’incidenza della malattia era comunemente avvertito. Così il Consiglio sanitario di Sassari segnalava nei primi anni Ot-

tanta: “Nei luoghi alberati - come era la maggior parte delle campagne dell’isola - raro era che le febbri si manifestassero; oggi dopo il depauperamento e la distruzione delle piante succeduto nell’ultimo ventennio non è nuovo che colui che ha preparato la terra per seminarvi vi abbia incontrato le febbri”. Negli stessi anni il deputato sardo Francesco Salaris, relatore per la Sardegna della famosa inchiesta agraria Jacini, scriveva: “Abbattuto tutto quanto tratteneva in alto le acque piovane - i tronchi, le fronde, i rami degli alberi, il terriccio, il fogliame di cui è sempre ricoperto il suolo delle foreste - le acque debbono precipitare giù producendo danni e malanni. Da ciò meno abbondevoli le sorgive d’acqua, più rare le infiltrazioni in basso, più frequenti e più estesi i paludi, donde le incorporevoli pestilenze”.

Non si trattava di un semplice moltiplicarsi di ristagni, acquitrini, espandimenti di acque nelle pianure e nei terreni d’altipiano di difficile drenaggio.

I contemporanei segnalavano unanimemente un cambiamento nelle condizioni d’ambiente su cui doveva influire anche l’aumento della temperatura legato alla nuova era climatica avviatasi a metà dell’Ottocento: una svolta che dovette incidere sulla piovosità e di conseguenza sull’umidità che condizionano la presenza dei focolai larvali, influenzando favorevolmente sul ciclo delle zanzare e particolarmente su quello riproduttivo.

La crisi degli equilibri ambientali doveva peraltro imporsi ai contemporanei con tanta evidenza da entrare con frequenza nelle considerazioni di carattere generale sulla situazione dell’isola. Così in un articolo comparso nel 1906 sulla prestigiosa rivista politico-letteraria “Nuova Antologia” si legge: “Il disboscamento generale dell’isola influì precipuamente sul clima che, abbandonata la sua proverbiale mitezza e temperanza, derivante dall’equilibrio quasi stabile delle stagioni, divenne torrido e secco come quello dell’Africa vicina, alternandosi circa otto mesi di siccità costante con circa quattro mesi di pioggia torrenziale. Così la zona malarica si è allargata e la cachessia palustre delle bassure prossime al mare tende a guadagnare le colline e gli altopiani”.

In effetti la malattia era ormai diffusa dappertutto, anche ad altitudini assai elevate: non ne erano immuni neppure i paesi pastorali come dimostra il fatto che nel primo Novecento il 99% dei comuni della provincia di Sassari - che comprendeva allora anche parte dell'attuale provincia di Nuoro e il cuore montuoso della Sardegna - era "infestato" dalla malaria.

Del resto le cifre della mortalità e della morbilità danno conto delle impressionanti dimensioni del fenomeno malarico nell'isola (Tab. II).

Tab. II - Morti di malaria in Sardegna dal 1887 al 1900

anno	n° casi	anno	n° casi	anno	n° casi
1887	2.234	1892	1.843	1897	1.918
1888	2.102	1893	1.713	1898	1.998
1889	2.100	1894	2.013	1899	2.149
1890	2.241	1895	2.074	1900	2.206
1891	2.108	1896	1.278		

Negli ultimi anni del secolo soccombevano, dunque, in media ogni anno in Sardegna per febbri di malaria e cachessia palustre 2000 persone contro una media nazionale di 11.000: in altre parole l'isola che contava 1/42 della popolazione italiana contribuiva con circa 1/5 al totale dei morti di malaria a livello nazionale. La non disponibilità, fino al primo Novecento, di dati ufficiali, rinvia alle stime dei sanitari per un calcolo degli indici di morbilità generale, attestati sul 20-25%: era opinione comune dei medici che le forme primitive di malaria colpissero ogni anno in media 1/4 della popolazione, cioè non meno di 150.000-180.000 individui, per lo più uomini e donne che esercitavano lo sforzo maggiore in termini di funzioni produttive e riproduttive, con le conseguenze ben note sulla vita economica, sul regime demografico, sullo stato sanitario della popolazione.

La diffusione delle superfici idriche era ormai tale da rendere estremamente difficile, nell'anteguerra e negli anni tra i due conflitti mondiali, la lotta antilarvale condotta con vari mezzi quali il petrolio, il Verde di Pa-

rigi, ecc.. Nell'immediato dopoguerra, secondo l'équipe scientifica della Rockefeller Foundation i luoghi di riproduzione potenziali erano 1.200.000 se si consideravano come tali anche i tratti di fiume di almeno 200 metri. Una situazione che rendeva l'esperimento di eradicazione in Sardegna molto più difficile di quello brasiliano condotto contro l'*A. gambiae*: mentre in quel caso si era potuta facilmente circoscrivere l'area da trattare - dove con operazioni antilarvali concentrate si era riusciti ad ottenere un brillante successo - in Sardegna ci si trovava praticamente di fronte - come scriveva una pubblicazione dell'ERLAAS - ad un terreno di trattamento che "comprendeva ogni specchio d'acqua dolce che si (trova) nell'isola, in un'area di circa 23.836 kmq con abbondanza d'acqua di superficie e sotterranea fino alle ultime sorgenti e pozzanghere". Una situazione che, come sappiamo, era in gran parte il prodotto del precipitare degli equilibri naturali sotto la spinta di più fattori: l'imprevidenza e l'incapacità di programmazione delle istituzioni; il prevalere delle finalità di vantaggio economico immediato nelle forze produttive. Questa vicenda di destrutturazione ambientale è prodiga di insegnamenti per il presente. Infatti se la storia non è maestra di vita, nel senso che non può dirci quello che dobbiamo fare, può però sicuramente indicarci la strada per ciò che non si deve fare per evitare i gravissimi pericoli del degrado ambientale.

#### SUMMARY

ENVIRONMENTAL DESTRUCTURING AND MALARIA: AN HISTORICAL AND GEOGRAPHIC PERSPECTIVE - In Sardinia malaria assumed the peculiarities of an endemic disease only in the second half of the nineteenth century, as a consequence of a rapid process of environmental destructuring to which contributed deforestation and tillage. The paper makes some references to all the effects of the destruction of the forest edge and to the land erosion, particularly to the accentuation of the torrential character of water-courses and to the disorder of downstream rivers with a consequent multiplication of bogs, marshlands and water harvestes that constituted as many breeding places. At first their diffusion, either in the plains or in the table-lands, made the anti-anophelic struggle more difficult (it was carried out with oil and "green of Paris", and with the predator fish of the genus *Gambusia* as well) and, then, in the immediate post-war period, it enormously complicated the experiment of the Rockefeller Foundation : in confir-

mation of the greatest obstacles against the reclamation, once the environmental equilibrium have been altered.

KEY WORDS: deforestation, environmental degradation, marshlands

#### BIBLIOGRAFIA

- BRUCE-CHWATT L.J., 1985 - Essential malariology. *William Heinemann Medical book*, London.
- CONSIGLIO SANITARIO PROVINCIALE DI SASSARI, 1881 - Territori affetti da malaria in provincia di Sassari. *Tipografia Azuni*, Sassari: 5-15.
- ISTITUTO DI CREDITO AGRARIO PER LA SARDEGNA, 1932 - Sguardo cronistorico e riassuntivo di stima di tutti gli ex ademprivili in Sardegna in rapporto ai diritti acquisiti dall'Istituto di credito agrario. *Tipografia mercantile*, Cagliari.
- LE LANNOU M., 1941 - Patres et paysans de la Sardaigne. *Arrault*, Tours.
- LOGAN J. A., 1953 - Il progetto Sardegna: Un esperimento di eradicazione del vettore indigeno della malaria. [ediz. italiana, 1995] Cagliari, pp. XXX + 423.
- LUSTIG A., SCLAVO A., ALIVIA M., 1911 - Relazione sommaria della campagna antimalarica condotta nella provincia di Sassari nel 1910, Firenze.
- OMODEO A., 1923 - Nuovi orizzonti dell'idraulica italiana. La Sardegna. in "Problemi italiani" (4).
- PINNA M., 1969 - Le variazioni del clima in epoca storica e i loro effetti sulla vita e le attività umane. Un tentativo di sintesi in "Bollettino della Società geografica italiana" (CVI): 198-275.
- RUGIU G., 1934 - Il campo di Coghinas e il suo popolamento in "Atti del XII Congresso Geografico italiano", Cagliari.
- SALARIS F., 1885 - Atti della giunta per l'inchiesta agraria e sulle condizioni della classe agricola. Relazione del commissario Salaris Francesco sulla dodicesima circoscrizione (province di Cagliari e Sassari), Roma.
- SOLINAS COSSU G., 1906 - Pro-Sardinia. Meditazioni di un solitario in "Nuova Antologia" (836).
- TOGNOTTI E., 1995 - Americani, comunisti e zanzare. Il piano di eradicazione della malaria in Sardegna tra scienza e politica negli anni della guerra fredda (1946-50). *E-des*, Sassari.
- TOGNOTTI E., 1996 - La malaria in Sardegna. per una storia del paludismo nel Mezzogiorno (1880-1950). *Angeli*, Milano.
- TORELLI L., 1882 - La carta della malaria d'Italia illustrata da Luigi Torelli senatore del Regno. *Pellas*, Firenze.



## STRATEGIE PER LA SORVEGLIANZA ED IL CONTROLLO DELLE ZANZARE

Roberto ROMI  
*Istituto Superiore di Sanità*  
*Laboratorio di Parassitologia*  
*viale Regina Elena 299 - 00161 Roma*

RIASSUNTO. I culicidi rappresentano forse il più importante capitolo dell'Entomologia Medica per la vastità dei problemi di salute pubblica che essi pongono. Tra le circa 60 specie di zanzare segnalate in Italia, solo una dozzina, appartenenti ai generi *Culex*, *Aedes* ed *Anopheles*, rivestono una certa importanza sanitaria, legata peraltro più alla loro attività ectoparassitaria che al ruolo di vettori di agenti patogeni. Nel presente lavoro vengono riportate le linee guida per la sorveglianza ed il controllo dei culicidi di importanza sanitaria nel nostro paese. Gli argomenti discussi sono le strategie ed i mezzi tecnico-scientifici necessari al raggiungimento degli obiettivi che un programma di controllo antivettoriale si pone..

### INTRODUZIONE

I culicidi rappresentano forse il più importante capitolo dell'Entomologia Medica per la vastità dei problemi di salute pubblica che essi pongono e per la complessità dell'ecologia e della biologia delle numerose specie vettrici.

In Italia, dopo l'eradicazione della malaria, avvenuta a cavallo degli anni '50, e la conseguente riduzione delle densità vettoriali, le zanzare hanno cessato per lungo tempo di rappresentare un problema di sanità pubblica.

Sebbene gli esperti del settore non abbiano mai abbandonato lo studio e la sorveglianza dei culicidi come potenziali vettori di malattie, solamente in quest'ultimo decennio si è verificata una ripresa di interesse intorno a questi insetti, a causa di alcune problematiche sanitarie emergenti; tra quelle di primaria importanza ricordiamo:

- l'adattamento di alcune specie ad ambienti fortemente antropizzati; è il caso tutt'altro che nuovo della zanzara più comune, *Culex pipiens*, che però va acuendosi di anno in anno, soprattutto in aree dove l'opera stessa di urbanizzazione ha creato nuovi focolai per lo sviluppo massivo della specie;
- la comparsa di popolazioni di culicidi resistenti ai più comuni insetticidi; fenomeno che riguarda ancora *Cx. pipiens* ed è strettamente legato al punto precedente (SEVERINI *et al.*, 1993);
- l'estendersi di strutture abitative, in particolare insediamenti turistici, a ridosso di aree protette o comunque fino ad oggi scarsamente popolate, ha creato nuovi problemi di convivenza con specie tipicamente rurali quali *Aedes caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. vexans* e *Cx. modestus*;
- il graduale aumento di ex vettori di malaria, in particolare *Anopheles labranchiae*, che è oggi presente in alcune aree del centro-sud in densità tali da essere considerate epidemiologicamente rilevanti (ROMI *et al.*, 1994), soprattutto alla luce dell'alto numero di casi di malaria importati annualmente nel nostro paese (SABATINELLI *et al.*, 1994, 1995);
- infine l'importazione di una nuova specie particolarmente aggressiva: è il caso di *Aedes albopictus*, la zanzara di origine asiatica, potenziale vettore di arbovirus, di recente introdotta in Italia con carichi commerciali (ROMI, 1995).

Se alcuni di questi problemi sono localizzati in ristrette aree geografiche, altri interessano invece tutto il territorio nazionale. Ne consegue che il rinnovato impegno nella lotta contro i culicidi non può essere demandato semplicemente alle strutture periferiche del Servizio Sanitario Nazionale, ma richiede una azione di coordinamento a livello centrale.

A questo livello si colloca l'Istituto Superiore di Sanità, il cui Laboratorio di Parassitologia è già da anni impegnato nella ricerca, nella sorveglianza e nella produzione di linee guida per il controllo degli artropodi di interesse sanitario.

## PRINCIPI DI LOTTA ANTIVETTORIALE

Gli obiettivi che un programma per la sorveglianza ed il controllo di una popolazione di culicidi può porsi sono generalmente riconducibili ai 3 seguenti:

1. L'eradicazione della specie da una determinata area. Questa operazione richiede uno sforzo organizzativo ed operativo elevato e, soprattutto, la concomitanza di una serie di condizioni favorevoli, come ad esempio la presenza di colonie non ancora fortemente radicate sul territorio, l'infestazione di aree ridotte o facilmente circoscrivibili, un elevato grado di endofilia della specie, ecc..
2. La riduzione della densità degli infestanti a livelli di buona sopportabilità. Questo punto tiene in considerazione la sola attività ectoparassitaria delle zanzare e non la loro potenzialità come vettori di patogeni. Va introdotto il concetto di "soglia" della sopportabilità del fastidio indotto dalle zanzare. La soglia è un valore arbitrario (es. 200 *Culex* per notte per trappola), estremamente soggettivo, che va adattato occasione per occasione, tenendo conto di una serie di fattori quali l'aggressività della specie, l'abitudine della popolazione alla convivenza con la zanzara, ecc.. Valori di densità relativa al disopra della soglia di sopportabilità rendono necessario l'intervento di controllo.
3. La riduzione della capacità vettrice della popolazione culicidica. Questo terzo punto, estremamente importante dove i culicidi sono vettori di agenti patogeni responsabili di gravi malattie trasmissibili all'uomo (come ad es. la malaria), può interessare solo marginalmente il nostro paese; una serie di misure tendenti a modificare i fattori che determinano la capacità vettrice della specie in una certa area, come la densità relativa del vettore, la longevità media e la possibilità del contatto con l'uomo, possono arrivare ad interrompere la trasmissione.

Qualunque tipo di intervento di controllo tra quelli sopra esposti rappresenta comunque un serio impegno.

L'operazione globale di controllo consta a sua volta di 3 fasi: quella di pianificazione, quella di intervento e quella di valutazione dei risultati ottenuti.

La fase di pianificazione

La pianificazione dell'intervento non può esulare da una perfetta conoscenza dei fattori che regolano le interazioni tra uomo ed insetto.

- Al primo posto va collocata la conoscenza della biologia e dell'ecologia della specie in oggetto, nonché quella dei fattori che ne favoriscono lo sviluppo. In particolare fattori quali il tipo di focolai, la stagionalità delle diverse fasi del ciclo riproduttivo, il tropismo per i pasti di sangue (percentuale di antropofilia o zoofilia in una popolazione di zanzare), la scelta del sito di riposo (endofilia o esofilia), i tempi dell'attività trofica (diurna o notturna), ecc. risultano essenziali per impostare una azione di controllo mirata.
- Altrettanto importante è la conoscenza del problema sanitario che la zanzara rappresenta in una determinata area; in pratica se essa è vettrice di agenti patogeni, quali potrebbero essere le filarie del cane od alcuni arbovirus, o se costituisce solamente un problema di ectoparassitosi. È importante comunque sottolineare che la presenza massiva di alcune specie fortemente sinantropiche (quale ad es. *Cx. pipiens*) è un indicatore diretto della qualità dell'ambiente e degli standard sanitari di una certa area.
- Infine è indispensabile disporre di un sistema di monitoraggio che sia in grado di informare periodicamente sulla distribuzione dell'insetto in una determinata area (redazione delle mappe operative) e, soprattutto, sulle variazioni della densità relativa delle popolazioni in oggetto. Questo sistema può essere realizzato mediante l'impiego di opportuni mezzi tecnici di rilevamento quali le trappole notturne (luminose) o diurne (con attrattivo) o le più versatili ed economiche ovitrappole.

### La fase di intervento

L'intervento di controllo vero e proprio può seguire approcci differenti; generalmente vengono considerate 3 diverse possibilità:

1. Un intervento di tipo ambientale, teso cioè a modificare l'habitat del vettore, in poche parole la riduzione o l'eliminazione dei focolai larvali.
2. Un intervento diretto contro uno o più stadi biologici del vettore. Questo tipo di intervento richiede l'impiego di insetticidi, siano essi di natura biologica che chimica. Grande importanza riveste quindi la scelta del prodotto più idoneo e delle modalità di applicazione più confacenti, che dovranno tenere conto dei seguenti aspetti:
  - efficacia, ovvero piena sensibilità delle popolazioni da trattare al principio attivo prescelto;
  - specificità d'azione (che dipende in buona parte dalla classe chimica di appartenenza del prodotto), ovvero selettività;
  - sicurezza del principio attivo per uomo e animali domestici (classe tossicologica di appartenenza);
  - competenza e sicurezza del personale impiegato;
  - scelta della formulazione e dei mezzi d'impiego più idonei;
  - altri (di natura economica, pratica, ecc.).
3. Un intervento teso a impedire il contatto tra uomo e vettore mediante l'impiego di barriere fisiche (zanzariere), chimiche (repellenti) o chimico-fisiche (tessuti impregnati con insetticidi o repellenti).

L'adozione contemporanea di più misure di controllo viene comunemente detta "lotta integrata".

### La fase di valutazione dei risultati

All'intervento di controllo deve seguire una attenta valutazione dei risultati. Anche in questo caso la disponibilità di un sistema di monitoraggio della densità delle popolazioni di culicidi si rivela indispensabile. Generalmente il raffronto delle densità relative dell'insetto prima e dopo i trattamenti risulta sufficiente a valutare la qualità dell'intervento; altri metodi

possono esservi affiancati, quali ad esempio l'impiego di questionari da far compilare all'utenza prima e dopo la campagna di intervento. Infine questa fase deve essere conclusa da una accurata analisi del costo/beneficio dell'intera operazione.

## METODOLOGIE D'INTERVENTO

### Il risanamento ambientale

Nel controllo dei culicidi, il risanamento ambientale significa l'eliminazione o la riduzione dei focolai larvali. Il fatto che lo sviluppo degli stadi preimaginali delle zanzare sia legato alla presenza di acqua, rende relativamente semplice l'operazione di individuazione dei focolai. D'altra parte qualunque raccolta d'acqua dolce o salata, temporanea o perenne, delle più varie dimensioni, che permetta l'ovodeposizione delle zanzare, può rappresentare un focolaio larvale.

In ambiente urbano, o nell'interfaccia tra aree densamente popolate ed aree rurali, la ricerca e la riduzione dei focolai risulta operativamente più semplice che in aperta campagna.

Nelle aree residenziali od industriali i focolai larvali sono ascrivibili a due tipologie generali:

- quelli stabili, come le caditoie dei tombini del sistema di raccolta delle acque di superficie, le canalette a cielo aperto per il convogliamento delle acque chiare in aree prive di sistema fognario, ecc.;
- quelli rimovibili (o comunque svuotabili) che sono costituiti da una moltitudine di manufatti di uso domestico, commerciale o industriale, da vasche e fontane.

Mentre per la riduzione di focolai stabili si rendono necessari interventi tecnici di una certa entità, nel secondo caso è sufficiente una corretta informazione della popolazione e la sua educazione al rispetto di elementari norme sanitarie.

In zona rurale molti focolai sono rappresentati da raccolte d'acqua cosiddette perenni (corsi d'acqua, stagni, laghetti, aree palustri, canali di bonifica, ecc.) mentre altri sono temporanei, legati alle precipitazioni atmosferiche (praterie allagate) o alle attività umane (canalette e bacini per l'irrigazione dei campi, risaie, ecc.). Se molti di questi focolai non sono riducibili, altri possono essere trasformati mediante piccole operazioni di bonifica per il drenaggio delle acque di risorgiva o piovane, e per altri, come ad esempio per le risaie, si può ricorrere all'impiego di tecniche colturali più moderne, che prevedano ad esempio la coltura in asciutta o in condizioni tali da non consentire lo sviluppo di una fauna culicidica massiccia.

#### Lotta biologica

Nonostante siano trascorsi molti anni da quando si è cominciato a parlare di lotta biologica contro i culicidi, oggi non disponiamo ancora di risorse tali da poter fare a meno degli insetticidi.

Molte specie di pesci larvivori sono ad esempio conosciute da decenni, ma il loro impiego è sempre stato limitato da problemi operativi.

In anni più recenti sono stati isolati numerosi organismi naturalmente patogeni per i culicidi quali virus, batteri, alghe, protozoi, funghi, ed elminti, ma solo pochi di essi sono oggi materialmente disponibili per la lotta biologica come preparati commerciali. Questo è dovuto alle grandi difficoltà cui si va incontro per la riproduzione massiva degli organismi, per mantenerli vitali, standardizzarne l'attività entomotossica e per formularli in un prodotto finito.

In pratica oggi possiamo contare solamente sull'impiego dei pesci larvivori, che come vedremo è però limitato a particolari tipi di focolai larvali, e su quello di batteri produttori di tossine entomotossiche.

*Gambusia affinis*. Questo pesciolino, ormai endemico in molte aree del nostro paese, è un vorace predatore che mostra una certa predilezione per le larve di zanzara. Il suo impiego va limitato a particolari focolai, quali stagni, laghetti e risaie, dove questo non sia in contrasto con la sopravvivenza

di altre specie di pesci o insetti non bersaglio. La *Gambusia* si riproduce molto rapidamente nei mesi caldi, ma teme il freddo; alla stagione invernale sopravvivono generalmente solo poche femmine riproduttrici. L'allevamento di massa di *Gambusia* in appositi impianti non richiede attrezzature specifiche né costi di gestione elevati. Aliquote di pesce possono essere prelevate dagli allevamenti a primavera per essere impiegate nei focolai da controllare. Mentre la *Gambusia* è in grado di colonizzare stabilmente ambienti naturali, quali appunto stagni o laghetti, in focolai temporanei, come le risaie, essa va "seminata" all'inizio di ogni stagione colturale, subito dopo l'impiego dei diserbanti. Quantità variabili tra i 500 e i 1000 esemplari per ettaro di superficie sono in grado di abbassare sensibilmente la densità delle zanzare, riducendo fortemente il numero di interventi con insetticida.

*Bacillus thuringiensis*. La specie appartiene ad un gruppo di batteri aerobi che formano endospore a forma di bastoncino, e sono caratterizzati dalla produzione, durante la fase di sporulazione, di una tossina entomotossica. Il più conosciuto di questi batteri, ed il solo del quale esistano per il momento prodotti commerciali in Italia, è appunto *Bacillus thuringiensis*. Molte varietà e ceppi di questo batterio producono tossine con differenti capacità tossiche nei confronti delle diverse specie di insetti. *B. thuringiensis* var. *israelensis* (o ceppo H-14) produce una tossina efficace contro molti ditteri nematoceri, in particolare zanzare e simulidi, ed è quindi largamente impiegato nella lotta antilarvale contro questi organismi. L'azione tossica del batterio si esplica per ingestione. Quando il cristallo proteico (che in realtà è una protossina) raggiunge l'intestino dell'insetto, subisce una idrolisi enzimatica. I peptidi che ne derivano agiscono sulle membrane delle cellule epiteliali dell'intestino alterandone la permeabilità. La perdita della capacità di regolazione ionica dell'intestino, con conseguente passaggio di sostanze tossiche e ioni nell'emocele, porta rapidamente a morte l'insetto. Il principio attivo ottenuto per fermentazione da colonie batteriche, è costituito da una miscela di spore e corpi parasporali. I formulati in

commercio sono concentrati emulsionabili e granulari da impiegare nella lotta antilarvale. Questi prodotti sono estremamente efficaci sulle larve di zanzara e, soprattutto, sono estremamente selettivi, risultando praticamente innocui per gli insetti non-bersaglio e per i vertebrati. Non sono inquinanti, perché vengono completamente biodegradati nell'arco di 48 ore, quindi privi di qualunque attività residua. Proprio per quest'ultimo motivo però l'impiego degli insetticidi batterici presenta problemi operativi, sostanzialmente legati alla necessità di dover trattare lo stesso focolaio ad intervalli molto ravvicinati, con conseguente aumento dei costi d'intervento. Attualmente sono allo studio formulazioni a lento rilascio che assicurino una maggiore persistenza del prodotto nell'ambiente.

Un altro batterio sporigeno, *Bacillus sphaericus*, si è dimostrato molto efficace contro le larve di zanzara, in particolare quelle appartenente al genere *Culex*. Inizialmente sembrava che la rapidità con la quale il batterio si riciclava nei focolai larvali potesse farne il primo insetticida biologico dotato di lunga persistenza d'azione. In realtà l'attività residua verso le zanzare sembra non essere sostanzialmente diversa da quella assicurata da *B. thuringiensis*. Prodotti commerciali a base di *B. sphaericus* sono comunque già disponibili negli USA ed altri paesi.

## LOTTA CHIMICA

### Insetticidi chimici impiegati nel controllo dei culicidi

Gran parte degli insetticidi impiegati correntemente nel controllo delle zanzare sono prodotti organici di sintesi appartenenti ai gruppi dei fosforici (o esteri fosforici), dei carbammati, dei piretroidi e dei regolatori della crescita. Essi agiscono per contatto, per ingestione, per inalazione o, molto spesso, sfruttando contemporaneamente più vie d'ingresso.

*Fosforici*. La classe è rappresentata da un gran numero di principi attivi, spesso dotati di caratteristiche molto differenti tra loro, ma accomunati dalla grande efficacia e dall'ampio spettro d'azione. Appartengono a questa

classe i principi attivi maggiormente utilizzati nel controllo degli stadi preimaginali dei culicidi (temephos, chlorpyrifos, fenitrothion, trichlorfon, ecc.). Alcuni di essi vengono ancora impiegati anche nel controllo degli adulti.

I fosfororganici impiegati contro le zanzare agiscono prevalentemente per contatto, alcuni per inalazione. L'azione tossica avviene a carico del sistema nervoso centrale, tramite blocco della trasmissione degli impulsi nervosi.

*Carbammati.* Al contrario dei fosfororganici gran parte dei carbammati non è dotata di un ampio spettro d'attività insetticida. Inoltre solo alcuni principi attivi riescono a conciliare questa caratteristica con una moderata tossicità verso i mammiferi. I carbammati agiscono sia per contatto che per ingestione; il meccanismo d'azione è simile a quello dei fosfororganici. I principi attivi appartenenti a questa classe sono scarsamente utilizzati per il controllo dei culicidi (propoxur).

*Derivati del piretro.* Il piretro, il più antico insetticida naturale, viene estratto dai fiori del *Chrysanthemum cinerariaefolium* e da altre piante appartenenti al medesimo genere. Il potere insetticida dell'estratto di piretro è dovuto all'azione di 6 principi attivi in esso contenuti, detti genericamente piretrine. I derivati di sintesi di queste molecole sono invece detti piretroidi.

- Le piretrine sono molecole chimicamente instabili, fotolabili, che si degradano rapidamente nell'ambiente. Esse sono dotate di una rapida azione paralizzante sugli insetti: anche dosi subletali sono in grado di procurare un immediato abbattimento, ma l'effetto è temporaneo e l'insetto recupera completamente. Per ovviare a questo gli estratti naturali di piretro in commercio sono formulati insieme ad un sinergizzante, il butossido di piperonile, generalmente in rapporto di 1:8.
- I piretroidi costituiscono una classe di molecole anche molto diverse tra loro che conservano però l'elevata capacità insetticida e la bassa tossicità verso i vertebrati. Tra quelli di prima generazione ricordiamo l'alletrina, la bioalletrina e la bioresmetrina che, come le piretrine, sono chimica-

mente instabili e si degradano rapidamente alla luce del sole. I piretroidi di seconda generazione sono invece molecole fotostabili, quindi dotate di una maggior attività residua. Deltametrina, permetrina, fenvalerate ed altre molecole di più recente sintesi, sono da 10 a 1.000 volte più attive come insetticidi delle piretrine e dei piretroidi di prima generazione.

Il piretro ed i suoi derivati sono veleni neurotossici. Essi agiscono prevalentemente per contatto; la penetrazione avviene soprattutto attraverso la cuticola e le aperture presenti in questa (stigma, ecc.). I derivati del piretro agiscono, in genere, a concentrazioni più basse di quelle dei più comuni insetticidi fosfororganici o carbammati. La loro azione tossica verso gli insetti è dunque molto elevata, ma assolutamente priva di selettività. Molti piretroidi sono considerati prodotti poco tossici per l'uomo ed i mammiferi in generale, mentre mostrano una elevata tossicità per i pesci, cosa che ne consente l'impiego solo come adulticidi, o comunque non in ambienti acquatici.

*Regolatori della crescita.* Le differenti fasi che si succedono durante la metamorfosi degli insetti, sono regolate da secrezioni ormonali controllate dal sistema neuroendocrino. Questi ormoni trasmettono messaggi alle ghiandole endocrine e ad altri tessuti, regolando, tra l'altro, lo sviluppo dei vari stadi larvali dei culicidi. Squilibri nei dosaggi ormonali durante la fase di crescita determinano lo sviluppo di forme abnormi dell'insetto che si concludono con la sua morte. Su questo principio è basata l'idea di utilizzare gli ormoni della crescita come insetticidi. Sono in commercio diverse molecole che mimano l'azione dei regolatori della crescita o che comunque interferiscono con lo sviluppo dell'esoscheletro dell'insetto (methoprene, diflubenzuron, pyriproxifen, ecc.) che possono essere impiegate come comuni larvicidi, pur richiedendo l'impiego di personale qualificato.

*Sinergizzanti.* Con questo termine vengono indicate un gruppo di sostanze in grado di incrementare l'attività tossica di un insetticida quando siano combinate con questo. La loro azione è quella di inibire le ossidasi presenti nelle frazioni microsomiali delle cellule animali, che normalmente metabo-

lizzano farmaci, insetticidi ed altri composti estranei all'organismo. Il sinergico di maggiore impiego è il piperonil butossido, un principio attivo naturalmente presente nello zafferano, che viene impiegato principalmente per sinergizzare i prodotti a base di piretrine.

*Repellenti.* Altri prodotti non insetticidi, ma che generalmente vengono inclusi tra questi, sono i repellenti. Si definiscono repellenti per insetti sostanze o preparati che applicati sulla cute dell'ospite vertebrato o sugli indumenti creano barriere chimiche che li allontanano dalla sorgente. Più specificamente i repellenti sono sostanze che evocano un complesso di risposte comportamentali, attraverso meccanismi non ancora del tutto noti a carico degli organi sensoriali, il cui risultato finale è semplicemente quello di prevenire la puntura da parte dell'insetto. In genere si applicano sulla pelle (sono formulati come lozioni, spray, creme, ecc.) o se ne impregnano abiti e zanzariere. I moderni repellenti hanno un'azione residua che difficilmente, nelle condizioni normali d'impiego, supera le 4-5 ore; Tra quelli più conosciuti ricordiamo il dimetilftalato (DMP), il benzile benzoato e l'N,N-dietil-m-toluamide (Deet).

#### Formulazione degli insetticidi

I principi insetticidi correntemente utilizzati sono in grado di esplicare la loro azione biologica a dosaggi estremamente ridotti (siamo nell'ordine di pochi grammi o milligrammi per m<sup>2</sup>). Ne consegue che essi non possono essere impiegati puri, ma debbono essere in qualche modo diluiti o veicolati, in modo da poterne assicurare una distribuzione uniforme. Questa operazione viene effettuata industrialmente, ed i prodotti commerciali che ne derivano sono detti formulati. Essi sono costituiti da una determinata quantità di insetticida base, detto principio attivo (p.a.) e da diluenti e vettori chimicamente inerti detti coformulanti. I formulati di più comune impiego per il controllo delle zanzare sono i seguenti:

1. Liquidi concentrati. sono composti da quantità variabili di p.a. e solventi organici. Vanno diluiti per l'uso in gasolio o kerosene; il prodotto che si

ottiene è una soluzione. Generalmente vengono impiegati come nebbie calde per mezzo di apparecchiature specifiche (termonebbiogeni).

2. Concentrati emulsionabili. Sono soluzioni concentrate di p.a. in solvente oleoso alle quali è stato aggiunto un tensioattivo che ne permette la dispersibilità in acqua. Il prodotto che si ottiene è una emulsione. Questi formulati sono tra i più utilizzati per la loro praticità d'uso e vengono impiegati con pompe o atomizzatori sia in ambienti confinati (trattamenti murali), che all'aperto (focolai larvali). La loro consistenza può essere sia liquida che fluida (flowable).
3. Polveri bagnabili. Il p.a. insolubile in acqua è disperso in un covettore che ne permette, con l'aggiunta di tensioattivi, la rapida dispersione in acqua. La miscela d'impiego va preparata disperdendo la polvere bagnabile in acqua prima dell'uso; il preparato che si ottiene è una sospensione. Queste polveri vengono impiegate principalmente per i trattamenti murali ad azione residua.
4. Solidi (Granulari, compresse, tavolette, pellets, ecc.). Il p.a. viene fatto impregnare in sostanze solide ma solubili o dispersibili in acqua (argille, farine di cereali), che lo proteggono dagli agenti atmosferici e lo rilasciano lentamente nell'ambiente. I formulati solidi sono pronti all'uso e vengono impiegati principalmente in ambienti acquatici, dove sia difficile arrivare con un getto liquido (difficoltà di accesso con attrezzature ingombranti, presenza di abbondante vegetazione, ecc.), o per il trattamento delle tombinature.
5. Spray. Costituiscono le comuni bombolette per uso domestico; esse contengono uno o più p.a. uniti ad un solvente organico e ad un gas che funziona da propellente.
6. Spirali fumogene ed elettroemanatori. Si tratta in ambo i casi di formulati per uso domestico. Le spirali (zampironi) sono costituite da un materiale a lenta combustione che contiene 2-3 gr/kg di piretro o piretroidi. I formulati per elettroemanatori sono costituiti da piretrine o piretroidi in formulazione liquida (1-1,4%) o solida (0,1-0,2 mg/m<sup>2</sup>), dalle quali il

p.a. viene diffuso mediante il riscaldamento prodotto da un apposito fornello.

### Mezzi d'impiego

La scelta dei mezzi più adatti alla distribuzione di un insetticida, è una componente importante di un intervento di controllo. I mezzi comunemente impiegati sono ascrivibili a 3 grandi categorie.

1. Pompe a pressione costante ed irroratori. Le comuni pompe per insetticidi sono realizzate in acciaio inossidabile o plastica, con serbatoi da 5-20 litri, spalleggiabili. Sono dotate di una pompa manuale che mette sotto pressione l'emulsione di insetticida contenuta nel serbatoio, permettendone la distribuzione omogenea mediante un'asta munita di un ugello regolabile. Questi mezzi vengono impiegati per i trattamenti con insetticidi dispersibili in acqua (polveri bagnabili, concentrati emulsionabili) per il controllo dei focolai larvali delle zanzare, quando questi non siano troppo estesi da richiedere l'impiego di mezzi più complessi. In quest'ultimo caso si ricorre all'impiego di pompe automontate (irroratori), con serbatoi da centinaia di litri, e compressori a scoppio. Il principio di funzionamento è sempre lo stesso, ma il prodotto viene distribuito tramite una "lancia" dalla quale la miscela insetticida esce a pressione elevata.
2. Termonebbiogeni (generatori di nebbie calde). Una soluzione di insetticida, generalmente disciolto in nafta, petrolio o glicoli, viene immessa in una camera che viene scaldata ad una temperatura tale da causare l'immediata vaporizzazione della miscela oleosa; questa può diffondersi nell'ambiente semplicemente per differenza di gradiente termico, oppure essere investita e trasportata da un getto di aria calda prodotto da un compressore. L'insetticida viene così distribuito nell'aria sotto forma di piccolissime goccioline (in genere inferiori ai 50  $\mu$  di diametro). I termonebbiogeni vengono impiegati principalmente nella lotta, o nel trattamento delle reti fognarie. Esistono piccoli termonebbiogeni portatili,

dotati di un motore a scoppio ed altri, appositamente studiati per il trattamento di interni, dotati di motorini elettrici. Ma le apparecchiature più importanti sono automontate e richiedono l'impiego di personale esperto. Tutti i termonebbiogeni producono una "nebbia" bianca estremamente visibile, che in genere è molto ben accettata dagli operatori e dalla gente, ma il loro impiego presenta tutta una serie di problemi, che vanno dal rischio di esplosioni, all'immissione nell'ambiente di dosi massicce di insetticida e di oli combustibili.

3. Atomizzatori e nebulizzatori (generatori di atomizzati e nebbie fredde). L'insetticida, in soluzione concentrata o prodotto tecnico, viene direttamente immesso in una camera dove un getto d'aria ad alta velocità, prodotto da un motore, lo disperde in minuscole particelle. A seconda del diametro medio delle particelle prodotte possiamo distinguere il prodotto finale in: atomizzato (400 o più  $\mu$ ), atomizzato fine (100-400  $\mu$ ), nebbia (50-100  $\mu$ ), aerosol nebbia (0,5-50  $\mu$ ), aerosol (0,1-1  $\mu$ ). Nonostante la grande confusione esistente circa l'impiego della terminologia, indicheremo come atomizzatori quegli apparecchi che producono particelle di diametro superiore ai 100  $\mu$ , e come nebulizzatori quelli produttori di particelle di diametro inferiore ai 100  $\mu$ . Gli atomizzatori possono essere impiegati per molteplici usi, ad esempio per il trattamento di focolai larvali di zanzare particolarmente estesi; le particelle grossolane prodotte dal "cannone" precipitano rapidamente, ricoprendo di un velo di insetticida le superfici trattate. Nella lotta adulticida vengono impiegati invece i nebulizzatori, i quali producono particelle molto più sottili, che rimangono per lungo tempo sospese in aria ed hanno una più elevata capacità di penetrazione nei siti meno accessibili. In realtà quasi tutte le apparecchiature più recenti sono dotate di un sistema che permette di regolare il diametro delle particelle emesse, e quindi di utilizzare il medesimo apparecchio per lavori diversi. Esistono molteplici modelli di atomizzatori e nebulizzatori portatili o spalleggiabili, dotati di motorini a due tempi oppure elettrici, particolarmente adatti per i trattamenti d'interni.

4. ULV (volume ultra basso). Bisogna subito precisare che quella dell'ULV è una tecnica e non un'apparecchiatura. Generatori di nebbie fredde che siano in grado di distribuire un formulato di insetticida pronto all'uso a dosaggi unitari molto bassi, emettendo un particolato, diametro medio compreso tra 10 e 20  $\mu$  (50 gocce/cm<sup>2</sup>), sono detti a volume ultra basso. Questa tecnica permette di ottenere risultati molto più brillanti rispetto a quelli ottenuti con i comuni atomizzatori e nebulizzatori, immettendo nell'ambiente quantità molto più ridotte di insetticida; ma il particolato prodotto, estremamente fine, rimane a lungo in sospensione e può essere soggetto, in presenza anche di lieve brezza, ad un "effetto deriva" che lo rende incontrollabile. Per questo l'impiego dell'ULV dovrà essere strettamente regolamentato e limitato a personale specializzato. Attualmente in Italia vengono commercializzate un gran numero di apparecchiature in grado di operare a ULV, ma non sono stati registrati presidi medico-chirurgici idonei a questo uso.

#### INTERRUZIONE DEL CONTATTO UOMO-VETTORE

Una serie di norme di profilassi possono essere adottate per impedire o ridurre il contatto fra uomo e vettore. Si tratta comunque di mezzi adatti alla protezione individuale o di piccoli nuclei di persone. Per la protezione di case, roulottes, bungalows, barche, ecc si può ricorrere all'installazione di reti zanzariere alle finestre (11-12 maglie/ cm<sup>2</sup>), pratica molto comune nel nostro paese, soprattutto nelle aree rurali. All'aperto ci si difende invece dalle punture indossando abiti chiari, e impiegando repellenti, spirali fumogene o elettroemanatori d'insetticida. Operatori esposti a particolari situazioni di rischio (ad es. operai e guardie forestali) possono essere protetti mediante l'adozione di indumenti impregnati con permetrina (1g p.a./m<sup>2</sup> di stoffa), un piretroide dotato di effetto irritante sulle zanzare, di bassa tossicità per i vertebrati e di lunga attività residua nel tessuto.

## LE STRATEGIE DELL'INTERVENTO

L'impiego di insetticidi per il controllo delle zanzare, come in generale per il controllo di tutti gli artropodi di interesse sanitario, va concepito solo nell'ambito di un più ampio programma di risanamento ambientale che porti alla eliminazione dei focolai d'infestazione attraverso una più corretta gestione del territorio. Infatti il solo modo corretto di intendere la lotta contro le zanzare è quello di considerarla come un complesso di attività di controllo ambientale di cui l'intervento di disinfestazione vero e proprio costituisce solo una parte. Tutti sappiamo infatti come il solo impiego di pesticidi più o meno tossici nell'ambiente, non legato alla eliminazione delle cause primarie di infestazione, non risolve il problema, producendo solo risultati temporanei, che alle volte creano all'ambiente, e dunque all'uomo, danni più gravi di quelli causati dagli infestanti stessi.

Per questo motivo le attività di controllo effettuate dai singoli Comuni o Aziende Sanitarie, limitate a ristretti ambiti territoriali, devono essere coordinate a più alto livello, provinciale o regionale, per meglio razionalizzare e programmare gli interventi.

L'effettiva necessità di ogni singolo intervento va valutata caso per caso, ma nell'ottica di quanto esposto sopra. La programmazione del risanamento ambientale va considerata sempre prioritaria rispetto all'impiego dei pesticidi, a meno che non si operi in situazioni di dichiarata emergenza (calamità naturali, ecc.).

Alla luce di quanto sopra esposto l'impiego degli insetticidi può essere accettato come un male necessario, e solo come componente di interventi a breve termine.

Gli interventi di controllo con pesticidi chimici vanno comunque rivolti nella quasi totalità dei casi verso gli stadi larvali dei culicidi. È ormai solidamente dimostrato che la lotta antilarvale paga più di quella adulticida, sia in termini di efficacia (focolai localizzati, raggiungimento certo del bersaglio, scarsa presenza di fauna associata), sia in termini di inquinamento

ambientale (le quantità di insetticida da impiegare possono essere più facilmente calcolate e quindi ridotte al minimo). Gli interventi di controllo degli adulti vanno quindi limitati solo ed esclusivamente a situazioni di piccola emergenza.

Un particolare impegno va richiesto alle Autorità Sanitarie Locali perché provvedano alla formazione di personale che sia in grado di programmare, coordinare e valutare gli interventi di disinfestazione, e perché venga richiesta la massima osservanza delle norme di sicurezza da parte degli operatori del settore.

Concludendo possiamo dire che il problema del controllo delle zanzare non è un problema di mancanza di mezzi operativi, ma piuttosto quello di una loro utilizzazione corretta che dipende soprattutto dalla disponibilità di strutture competenti e da una precisa normativa di questo settore della sanità pubblica. Nell'attesa che efficaci programmi di risanamento ambientale possano limitare la dipendenza dai prodotti insetticidi, è necessario adoperarsi per creare queste strutture e competenze, che vigilino sull'uso oculato dei mezzi di controllo oggi disponibili.

#### SUMMARY

STRATEGIES FOR MOSQUITO SURVEILLANCE AND CONTROL - Mosquitoes are probably the most important vectors in public health. Among the about 60 species of mosquitoes reported in Italy, only a dozen belonging to *Culex*, *Aedes* and *Anopheles* genera, may cause sanitary problems. These problems are linked rather to the biting activity of the mosquitoes than to their competence to transmit pathogens to the man. In the present paper are reported the guidelines for surveillance and control of the most common pest mosquitoes in Italy. The topics discussed are the strategies and the technical means for achieving the objectives of a mosquito control program..

KEY WORDS: mosquitoes, vector control, Italy

#### BIBLIOGRAFIA

- DALLA POZZA G.L., MAJORI G., 1992. First record of *Aedes albopictus* establishment in Italy. *J. Am. Mosquito Control Ass.*, 8: 318-320.
- DALLA POZZA G., ROMI R., SEVERINI C., 1994. Source and spread of *Aedes albopictus* in the Veneto region, Italy. *J. Am. Mosquito Control Ass.*, 10: 589-592.

- ROMI R., 1995. History and updating on the spread of *Aedes albopictus* in Italy. *Parassitologia*, 37: 99-103.
- ROMI R., KHOURY C., BIGLIOCCHI F., MAROLI M., 1994. Schede guida su acari e insetti di interesse sanitario. *Rapp. ISTISAN* 94/8.144 pp.
- ROMI R., MAJORI G., 1986. I batteri sporigeni nella lotta biologica contro i vettori: *Bacillus thuringiensis israelensis* e *Bacillus sphaericus*. *Rapp. ISTISAN* 86/29. 89 pp.
- ROMI R., PIERDOMINICI G., SEVERINI C., TAMBURRO A., COCCHI M., MENICHETTI D., PILI E., MARCHI A., 1997. Status of malaria vectors in Italy. *J. Med. Entomol.*, in stampa.
- ROMI R., PONTUALE G., SABATINELLI G., 1997. Identificazione degli stadi preimaginali delle zanzare italiane (Diptera: Culicidae). *Fragmenta Entomol.*, in stampa.
- ROMI R., SEVERINI C., COCCHI M., TAMBURRO A., MENICHETTI D., PIERDOMINICI G., MAJORI G., 1992. Anofelismo residuo in Italia: distribuzione nelle aree risicole delle province di Grosseto e Siena. *Ann. Ist. Sup. Sanità*, 28: 527-531.
- ROMI R., SEVERINI C., PIERDOMINICI G., MARCHI A., ERBI G., MANTEGA V., PINNA G., LAVAGNINO A., VITALE F., 1994. Anofelismo residuo in Italia: distribuzione in quattro regioni meridionali. *Ann. Ist. Sup. Sanità*, 30: 237-242.
- SABATINELLI G., MAJORI G., D'ANCONA F., ROMI R., 1994. Malaria epidemiological trends in Italy. *Europ. J. Epidemiol.*, 10: 399-403.
- SABATINELLI G., MAJORI G., D'ANCONA F., CASAGLIA O., 1995. La malaria in Italia nel 1994. Analisi epidemiologica dei casi confermati emoscopicamente. *Giorn. Ital. Malattie Infettive*, 6: 355-359.
- SEVERINI C., ROMI R., MARINUCCI M., RAYMOND M., 1993. Mechanisms of insecticide resistance in field populations of *Culex pipiens* from Italy. *J. Am. Mosquito Control Ass.*, 9: 164-168.
- SEVERINI C., ROMI R., MARINUCCI M., GUILLEMAUD T., RAYMOND M., 1997. Esterases A5-B5 in organophosphate-resistant *Culex pipiens* from Italy. *Med. Veter. Entomol.*, in stampa



## IL FATTORE UMANO NEI PROGRAMMI DI LOTTA ALLE ZANZARE

Roberto A. PANTALEONI

*Istituto di Entomologia agraria - Università di Sassari  
via E. De Nicola - 07100 Sassari*

RIASSUNTO. Si discute l'importanza del "fattore umano" nei programmi di lotta alle zanzare. Esso influenza ogni fase della loro realizzazione, dalle decisioni politiche preliminari alle scelte tecniche successive. In particolare si esaminano alcuni aspetti del problema riguardanti le motivazioni e gli obiettivi di un piano di intervento, gli studi preliminari, le scelte metodologiche, i prodotti utilizzati ed il coinvolgimento della popolazione.

### *Devozione filiale*

*C'era una volta un brav'uomo che aveva un figlio. Erano entrambi un po' sempliciotti.*

*Il figlio era onestissimo e devotissimo al padre: lo seguiva ovunque egli andasse.*

*Un giorno d'estate, in montagna, mentre i due dormivano distesi sull'erba della foresta, una zanzara si posò sulla testa del padre. Il figlio si svegliò. Sollecito com'era nei confronti del genitore, prese un bastone e assestò un gran colpo per schiacciare la zanzara. La zanzara volò via, ma il padre era morto.*

*Questa storia è un koan<sup>1</sup>.*

*(La tazza e il bastone. 111 storie Zen)*

### INTRODUZIONE

La lotta alle zanzare è fatta dall'uomo per l'uomo, quindi parlarne in termini di "fattore umano" può sembrare un puro esercizio retorico. Si tratta tuttavia di un elemento che spesso non viene preso nella dovuta considerazione.

---

<sup>1</sup> *Koan*: sorta di problema che, nello Zen Soto, il maestro assegna ai discepoli e la cui soluzione non può essere trovata intellettualmente, bensì intuitivamente.

Non si pensi inoltre che questi non siano aspetti “da tecnici”: è esattamente il contrario. La prima preoccupazione, per un buon programma di lotta, non sono i prodotti o le attrezzature (pur indispensabili), ma le persone: quelle che dirigeranno ed eseguiranno i trattamenti e quelle per cui tali trattamenti vengono eseguiti.

In questo lavoro si tenterà, sulla base di esperienze personali e di esempi riportati in letteratura, un’analisi dell’argomento focalizzandone alcuni punti in particolare.

### MOTIVAZIONI ED OBIETTIVI

La motivazione di fondo, in un programma di lotta alle zanzare, è sostanzialmente sempre la medesima: accrescere il benessere delle popolazioni umane. Essa si presta però ad almeno due chiavi di lettura più o meno strettamente correlate ed interdipendenti. Vi è infatti, da parte dei Culicidi, un impatto sanitario ed un impatto economico.

Risulta inutile ricordare qui l’importanza delle malattie trasmesse dalle zanzare nel mondo. Basti pensare all’enorme numero di persone colpite annualmente da alcune virosi o dalla malaria. In Italia, dopo l’eradicazione di quest’ultima, il problema sanitario ha perduto gran parte della propria importanza (ROMI, 1997).

Le perdite economiche sono legate essenzialmente al turismo, ma non solo<sup>2</sup>, ed appaiono più frequenti di quanto non si creda. Forti infestazioni possono rendere letteralmente invivibili, per lo meno all’aperto, vasti comprensori naturali, spesso costieri, allontanandone i visitatori per lunghi periodi dell’anno. In questo senso uno degli esempi più importanti in Italia è rappresentato dal territorio del Parco del Delta del Po ove la Regione Emilia-Romagna è dovuta intervenire con un’apposita legge (L. R. 13 giugno

---

<sup>2</sup> Nella Pianura Padana, in alcuni casi, sono stati ostacolati od impediti i lavori agricoli, in particolare di raccolta (CELLI *et al.*, 1994; BELLINI, com. pers.).

1991, n° 15) per sostenere le attività turistiche della zona (SCHIFF, 1993; PANTALEONI, 1993).

È ovvio che i due aspetti, sanitario ed economico, possano coesistere ed avere azione sinergica. Particolarmente significativo è il caso dell'epidemia di encefalite equina orientale verificatasi nel New Jersey (USA) nel 1959. Si è stimato che gli alberghi di Atlantic City abbiano avuto, in quell'anno, un mancato incasso di due milioni di dollari (JAMNBACK, 1969).

Dopo aver definito la motivazione è necessario porsi degli obiettivi. Questa decisione, che si trova a mezza strada tra la scelta politica e l'indicazione tecnica, è spesso tormentata o trascurata.

L'essere decisione tormentata non è particolarmente grave. Gli obiettivi devono rappresentare un concetto dinamico, continuamente riadattato alle condizioni operative. Le richieste dei finanziatori (s.l.) di un programma vanno temperate con quanto è possibile realizzare in pratica. Un esempio classico in questo senso è il famosissimo *Sardinia project* condotto dall'Ente Regionale per la lotta antianofelica in Sardegna (ERLAAS) negli anni 1946-50 quando, come messo chiaramente in luce da TOGNOTTI (1995), si è variamente tentato di ottenere l'eradicazione della sola *Anopheles labranchiae*, di tutte le specie di Anofele o "più semplicemente" della malaria. Per inciso è noto come i primi due tentativi siano falliti.

La scarsa o mancata definizione degli obiettivi è invece una situazione ben più critica, in cui entrano in gioco carenze di varia natura. Conseguenze e responsabilità sono facilmente individuabili, non vale quindi la pena analizzarle qui.

## STUDI PRELIMINARI

La gestione di un progetto di lotta alle zanzare è basata su una serie continua di scelte. Decisioni *in itinere* che devono rispondere adeguatamente alle variazioni climatiche e di andamento delle popolazioni infestanti.

Ciò non toglie che il cosiddetto “decisore” debba agire all’interno di un quadro di riferimento preciso, sulla scorta di alcuni principi guida stabiliti al momento della definizione degli obiettivi.

In pratica, per giungere a questo, dovrebbero innanzitutto essere ben note alcune conoscenze preliminari (COUSSERANS *et al.*, 1988; PROTA & PANTALEONI, 1993):

- la legislazione vigente;
- le risorse strumentali, umane e finanziarie disponibili;
- rapporti costi-benefici delle varie tecniche utilizzabili;
- abitudini e necessità delle popolazioni residenti e turistiche;
- conoscenza delle zanzare presenti e della loro eco-etologia;
- conoscenza di massima dell’estensione dei focolai larvali;
- valore ecologico dell’ambiente da sottoporre a trattamento.

Purtroppo raramente esiste la cultura adeguata per questo tipo di approccio, sia da parte degli amministratori pubblici che dei funzionari responsabili. L’esecuzione di uno studio preliminare viene spesso visto come un vezzo da studiosi pignoli. Si trova più semplice affidarsi ad interventi estemporanei con cui sembra possibile ottenere risultati immediati, magari grazie ad una bella “passata” di qualche robusto insetticida chimico.

## SCELTE METODOLOGICHE

La mancanza di uno studio preliminare porta frequentemente a situazioni in cui gli interventi si riducono alla distribuzione di prodotti, per lo più chimici, al di fuori di ogni schema, in momenti sbagliati, con dosi dubbie e principi attivi inadatti. L’unico obiettivo rimane il mostrare che si “fa qualcosa”, senza alcuna fiducia ed interesse per i risultati ottenibili. È invece, non solo possibile, ma indispensabile avere ben chiaro cosa si voglia fare e perché.

In questa sede non si intendono dare indicazioni sulle scelte da effettuare e sulle tecniche da seguire. Importano invece i rapporti tra popola-

zione umana e metodologie di lotta. Per meglio comprendere tale problematica si svilupperanno alcuni esempi.

Aree turistiche costiere - Rappresentano forse le aree in cui l'impatto delle zanzare è maggiormente percepito. La presenza di località turistiche lungo le coste, soprattutto in territori ricchi di aree umide salmastre, ha trasformato le tipiche massicce infestazioni di *Aedes* in un grosso problema economico. La stessa morfologia di questi comprensori, spesso anche difficilmente accessibili, rende inoltre complessa la stessa esecuzione di interventi di controllo.

In Italia numerose sono le località costiere per le quali sono riportate in letteratura notizie ed esperienze di lotta (vedi ad esempio: RIVOSECCHI & KHOURY, 1986; ZAMBURLINI, 1988; BALDACCINI *et al.*, 1994; BELLINI & VERONESI, 1994)

Personalmente si è a lungo studiato il litorale ferrarese, che cadeva regolarmente per tutto il mese di maggio, con anticipi in aprile o code in giugno, sotto il dominio delle zanzare in corrispondenza col primo sfarfallamento massivo di *Aedes*. Spesso l'infestazione si ripeteva nel mese di settembre o, in alcuni anni, in pieno agosto dopo le piogge di fine estate. Localmente ed occasionalmente si potevano riscontrare forti presenze di *Culex*, legate a fenomeni di degrado ambientale. Questa situazione ha richiesto un impegnativo intervento pubblico regionale (di cui si è fatto sopra cenno) in quanto sia gli interventi privati (che alcuni operatori turistici effettuavano per vera e propria disperazione), sia l'intervento dell'Ente Locale (Comune di Comacchio) non riuscivano ad ottenere i risultati voluti.

Aree turistiche montane - I problemi derivano quasi esclusivamente da specie del genere *Aedes*, generalmente monovoltine e la cui biologia è spesso poco conosciuta, legate a zone umide di montagna (torbiere, ecc.). Negli USA esse rappresentano già da tempo un ostacolo allo sfruttamento turistico di alcune aree ricreative inserite o meno all'interno di Parchi Nazionali (vedi ad esempio REES & NIELSEN (1952) per lo Utah, PINGER &

ROWLEY (1972) per lo Iowa, WAGNER & NEWSON (1975) per il Michigan). In Italia non mi sono noti interventi di questo tipo.

Lo scorso anno è stato personalmente condotto un sopralluogo nel Parco Regionale di Mont Avic in Val d'Aosta. Oltre i duemila metri di quota vi è la presenza di un gran numero di zone umide (torbiere, laghetti, ecc.) che "producono", nella tarda primavera, un enorme numero di zanzare. Queste però non entrano quasi in contatto con l'uomo, dato che il periodo dell'anno, la quota e la tormentata orografia dell'area riducono al minimo la presenza sia di turisti che di valligiani. Il problema di un controllo di queste *Aedes*, quindi, non si pone neppure.

Aree urbane in climi caldi - In queste situazioni proliferano zanzare in grado di svilupparsi in piccoli focolai domestici o peridomestici di origine antropica (vasi, barili, bottiglie abbandonate, contenitori vari, ecc.). In moltissimi casi, per la potenziale trasmissione di gravissime malattie, gli aspetti sanitari sono assolutamente preminenti.

In ambito urbano gli interventi pubblici di lotta diretta contro le zanzare trovano enormi difficoltà di realizzazione. Il controllo di un'infinità di piccoli focolai all'interno delle proprietà private è praticamente impossibile. I trattamenti devono limitarsi ad adulticidi (esterni od intramurali) o a larvicidi in fognature, caditoie ed altri grossi focolai. Ciò non produce quasi mai risultati soddisfacenti.

Un approccio diverso, definito "orizzontale", pare fornire, in questi casi, risultati migliori e più duraturi. Un programma orizzontale prevede, fra l'altro, un grosso sforzo di divulgazione ed educazione ed un coinvolgimento della cittadinanza nella pianificazione e nella realizzazione delle attività di controllo (vedi ad esempio: GLUBER, 1989; LLOYD *et al.*, 1994; ROSENBAUM *et al.*, 1995). Uno degli schemi proposti per sviluppare e realizzare un intervento educativo è riprodotto in fig. 1. Ciascun intervento dovrà essere adattato alle peculiari realtà sociali e culturali in cui si opera.

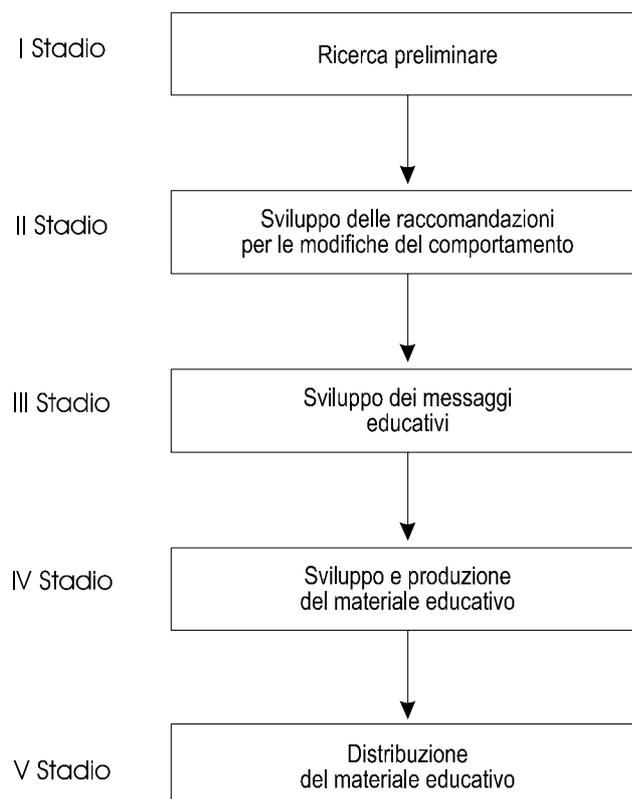


Fig. 1 -Fasi di lavoro per lo sviluppo e l'attuazione di un intervento di educazione sanitaria per il controllo di *Aedes aegypti* in Messico basato sul coinvolgimento della popolazione (da LLOYD *et al.*, 1994)

In moltissime realtà sarde troviamo proprio questa situazione. In un sopralluogo eseguito nel 1992 a Samassi, centro abitato del medio Campidano, è stato rilevato come effettivamente il problema zanzare fosse rappresentato quasi esclusivamente dalla presenza di microfocolai domestici, (piccole raccolte d'acqua dovute alle più svariate attività umane). Per l'Amministrazione Comunale risultava impossibile controllare una tale infestazione senza un profondo coinvolgimento della popolazione. Più che il trattamento dei pochi focolai "pubblici", sarebbe risultata proficua una campagna di sensibilizzazione per una corretta igiene ambientale.

## PRODOTTI UTILIZZATI

Tutti i trattamenti insetticidi, anche condotti con prodotti biologici, rappresentano degli interventi che tendono in qualche modo a modificare l'ambiente ed andrebbero, già per questo, eseguiti con estrema cautela ed attenzione. Quando poi si tratta di prodotti chimici di sintesi le precauzioni dovrebbero moltiplicarsi.

Purtroppo invece proprio questi ultimi vengono frequentemente utilizzati, nonostante tutto, con estrema leggerezza. Spesso sulla base di due luoghi comuni molto diffusi ed estremamente pericolosi.

Il primo di questi scaturisce da una realtà oggettiva mal interpretata: la bassa, e talora bassissima, tossicità acuta di numerosi principi attivi. Anche il sale da cucina possiede effettivamente una DL50 superiore a quella di molti insetticidi (3.750 mg/Kg) (TREMBLAY, 1985), ed il fatto che per avere effetti letali ingerendo, ad esempio, della Deltametrina sia necessario assumerne quantità pantagrueliche risulta estremamente tranquillizzante per molti operatori.

Non si considera, in questo caso, almeno un fattore di straordinaria importanza. I veri problemi tossicologici prodotti dagli insetticidi chimici non sono di natura acuta. I pericoli per la salute umana nascono soprattutto dagli effetti mutageni, teratogeni e cancerogeni non certamente legati alla DL50.

Il secondo equivoco nasce dalla normativa vigente. Le dosi d'uso consigliate per la quasi totalità degli insetticidi sono espresse in percentuale di diluizione. Gli operatori seguono queste istruzioni e poi usano *ad libitum* la loro formulazione diluita alla percentuale indicata. Si distribuiscono così, per unità di superficie, quantità estremamente difformi di prodotto senza alcuna cognizione specifica.

Ora, se è vero che il concetto di dose per ettaro, o per metro quadro, risulta più complesso da applicare è anche vero che è l'unico serio parametro per un impiego corretto dei principi attivi. Ed è pure un concetto comu-

nemente utilizzato in agricoltura, in modo particolare nel campo degli erbicidi.

Sulla scelta dei prodotti da utilizzare (e dei mezzi di distribuzione) si dovrebbe aprire poi un lunghissimo discorso. Risulta chiaro comunque che non esiste una scelta esclusivamente tecnica (efficacia, potere insetticida, ecc.) dovendo valutare l'influenza di fattori di varia natura (finanziari, operativi, politici, ecc.). Analizziamo al proposito un esempio significativo.

Non vi è dubbio che i trattamenti nelle zone umide debbano essere eseguiti con prodotti a bassissimo impatto ambientale, quali i preparati microbiologici a base di *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Questi prodotti sono fra l'altro attivi anche contro i Chironomidi ed, in molti casi, un controllo di questi ultimi è valutato positivamente, visti i problemi che essi hanno recentemente posto con grossi fenomeni di pullulazione (vedi ad esempio FERRARESE & MAJORI, 1985). Contemporaneamente però i Chironomidi rappresentano uno degli alimenti principali per molti uccelli limicoli od acquatici. Accade così che nelle zone umide gestite a scopi venatori anche i trattamenti con Bti siano considerati dannosi. Per risolvere il conflitto si stanno studiando sistemi di gestione idraulica che permettano di limitare comunque le popolazioni di Culicidi (BATZER & RESH, 1992a, 1992b).

## COINVOLGIMENTO DELLA POPOLAZIONE

Non si può, nell'ambito di una discussione sul "fattore umano", trascurare quella che viene definita, infelicemente, "lotta psicologica", ovvero il coinvolgimento, più o meno diretto, della popolazione in un programma di lotta.

Abbiamo già visto come in alcune aree urbane questo coinvolgimento, nei cosiddetti progetti "orizzontali", sia non solo importante, ma lo strumento determinante per ottenere risultati soddisfacenti.

Altrettanto importanti sembrano essere i risultati ottenuti abbastanza

di recente con i progetti di lotta alla malaria attraverso la distribuzione e l'educazione all'uso di zanzariere per letti (*bednet*) impregnate di piretroidi (AIKINS *et al.*, 1994; KROEGER *et al.*, 1995).

Ma anche in situazioni ove l'intervento pubblico deve risultare predominante su quello privato, come nelle zone turistiche costiere, è fondamentale mantenere un rapporto collaborativo con la popolazione attraverso una costante opera di informazione delle iniziative intraprese ed una sensibilizzazione verso il problema. Si ottiene così una maggior comprensione delle difficoltà affrontate ed una maggior tolleranza e fiducia. Nell'ambito del primo anno di attività del piano regionale di lotta alle zanzare nel Parco del delta del Po, è risultata significativa la diversa reazione della stampa ad infestazioni anomale di livello comparabile. Articolo a tutta pagina ("Sui Lidi l'incubo delle zanzare") in giugno, trafiletto di poche righe in agosto quando i risultati ottenuti erano finalmente riusciti ad ingenerare fiducia nell'opinione pubblica (PANTALEONI & GHERARDI, 1994).

## CONCLUSIONI

A quest'analisi mancherebbero altri ed importanti capitoli, come il problema dei controlli all'interno delle operazioni di lotta (troppo spesso controllati e controllori sono impersonati dalle stesse figure), o l'importanza dell'estrema qualificazione del personale impiegato (e sia consentito dire soprattutto direttivo), o il coordinamento tra i vari Enti responsabili, ed altro ancora. Il discorso sarebbe risultato però appesantito e forse comunque non conclusivo.

Ciò che premeva sottolineare erano la varietà di fattori e di condizioni che si trova ad affrontare chi si occupa direttamente e praticamente, sul campo, del controllo dei Culicidi, e l'importanza di quelle persone che si debbono proteggere, inserite nel proprio ambiente. Che non si arrivi, come nel racconto posto in apertura, a fare danni irreperabili per uccidere una zanzara.

## SUMMARY

THE HUMAN FACTOR IN THE MOSQUITO CONTROL PROGRAMS - The paper discusses the importance of the "human factor" in the mosquito control programs and its influence on every stage of their realization, from the political preliminary decisions to the following technical choices. In particular the paper investigates some aspects of the problem concerning reasons and aims of a control plan, preliminary studies, methodological choices, pesticides, and involving of the community.

KEY WORDS: Carbon dioxide traps, Mosquito nuisance, Population fluctuations, Italy

## BIBLIOGRAFIA

- AIKINS M. K., PICKERING H., GREENWOOD B. M., 1994 - Attitudes to malaria, traditional practices and bednets (mosquito nets) as vector control measures: a comparative study in five West African countries. *J. Trop. Med. Hyg.*, 97(2): 81-86.
- BALDACCINI G. N., GIANCACCINI U., ANNALE P., 1994 - Zanzare della Macchia Lucchese: principali specie e possibilità di controllo. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, Milano, 11(1): 32-36.
- BATZER D. P., RESH V. H., 1992a - Macroinvertebrates of California seasonal wetland and responses to experimental habitat manipulation. *Wetland*, 12(1): 1-7.
- BATZER D. P., RESH V. H., 1992b - Wetland management strategies that enhance waterfowl habitat can also control mosquitoes. *J. Am. Mosq. Ass.*, 8(2): 117-125.
- BELLINI R., VERONESI R., 1994 - Il programma di lotta ai Culicidi nelle località costiere della Regione Emilia-Romagna inserite nel Parco del Delta del Po. *Atti XVII Congr. Naz. It. Ent.*, Udine, 1994: 795-798.
- CELLI G., BELLINI R., CORAZZA L., 1994 - Contenimento delle zanzare: ruolo attuale della lotta alle larve e agli adulti. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, Milano, 11(1): 27-31.
- COUSSERANS J., GABINAUD A., SINEGRE G., 1988 - La lotta contro le zanzare sul litorale mediterraneo francese. *Atti del Convegno ZANZARE AMBIENTE UOMO*, Forlì 7 maggio 1988: 43-71.
- FERRARESE U., MAJORI G., 1985 - Presenza di Chironomidi (Diptera, Chironomidae) nel territorio urbano: importanza economica e problemi di controllo. *Atti Convegno ENTOMOLOGIA URBANA PER LA QUALITÀ DELLA VITA*, Milano: 147-163.
- GUBLER D. G., 1989 - *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990s: top down or bottom up? *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 40: 571-578.
- JAMNBACK H., 1969 - Bloodsucking Flies and Other Outdoor Nuisance Arthropods of New York State. *N.Y. State Museum Sci. Serv.*, Albany, 90 pp (in NEWSON, 1977).
- KROEGER A., MANCHENO M., ALARCON J., PESSE K., 1995 - Insecticide-impregnated bed nets for malaria control: varying experiences from Ecuador, Colombia, and Peru concerning acceptability and effectiveness. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 53(4): 313-323.
- LLOYD L. S., WINCH P., ORTEGA-CANTO J., KENDALL C., 1994 - The design of a community-based health education intervention for the control of *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 50(4): 401-411.

- NEWSON H. D., 1977 - Arthropod problems in recreation areas. *Ann. rev. Entomol.*, 22: 333-353.
- PANTALEONI R. A., 1993 - La lotta biologica e integrata alle zanzare nell'area del Parco del Delta del Po. *Atti del Convegno LE ZANZARE NELLE AREE NATURALI E DI INTERESSE TURISTICO*. Comacchio 6 marzo 1992, *Anecdota Quad. bibl. "L. A. Muratori" Comacchio*, 3(1): 63-71.
- PANTALEONI R. A., GHERARDI E., 1994 - Zanzare in prima pagina. Analisi della stampa locale come elemento di valutazione indiretta dei risultati di un programma di lotta alle zanzare in un comprensorio turistico. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, Milano, 11(4): 31-34.
- PINGER R. R. JR., ROWLEY W. A., 1972 - Occurrence and seasonal distribution of Iowa mosquitoes. *Mosqu. News*, 32: 234-241.
- PROTA R., PANTALEONI R. A., 1993 - Zanzare. Cenni di storia naturale e lotta: un problema di ecologia applicata. *III Settimana della Cultura Scientifica*, Sassari 21/30 maggio 1993: 47-57.
- REES D. M., NIELSEN L. T., 1952 - Control of *Aedes* mosquitoes in two recreational areas in the mountains of Utah. *Mosqu. News*, 12: 43-49.
- RIVOSSECCI L., KHOURY C., 1986 - Osservazioni su alcuni Artropodi di interesse medico-veterinario in un Parco (Migliarino-S. Rossore-Massaciuccoli) della Regione Toscana, con note su due aree protette (Castel Porziano e Palo Laziale) dei dintorni di Roma. *Frustula Entomol.*, n.s. 7-8:283-306.
- ROMI R., 1997 - Strategie per la sorveglianza ed il controllo delle zanzare. *Atti della GIORNATA SULLE STRATEGIE BIO-ECOLOGICHE DI LOTTA CONTRO GLI ORGANISMI NOCIVI*, Sassari, 11 aprile 1997: 71-89.
- ROSENBAUM J., NATHAN M. B., RAGOONANANSINGH R., RAWLINS S., GAYLE C., CHADEE D. D., LLOYD L. S., 1995 - Community participation in dengue prevention and control: a survey of knowledge, attitudes, and practice in Trinidad and Tobago. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 53(2): 111-117.
- SCHIFF L., 1993 - L'iniziativa della Regione Emilia-Romagna nella lotta alle zanzare. *Atti del Convegno LE ZANZARE NELLE AREE NATURALI E DI INTERESSE TURISTICO*. Comacchio 6 marzo 1992, *Anecdota Quad. bibl. "L. A. Muratori" Comacchio*, 3(1): 57-61.
- TOGNOTTI E., 1995 - Americani, comunisti e zanzare. Il piano di eradicazione della malaria in Sardegna tra scienza e politica negli anni della guerra fredda (1946-1950). *EDES*, Sassari, 83 pp.
- TREMBLAY E., 1985 - Entomologia applicata. Volume primo (Generalità e mezzi di controllo). *Liguori Editore*, Napoli, III edizione, 203 pp.
- WAGNER V. E. NEWSON H. D., 1975 - Mosquito biting activity in Michigan state parks. *Mosqu. News*, 35: 217-222.
- ZAMBURLINI R., 1988 - Note sui Culicidi antropofili del litorale altoadriatico. *Redia*, 71: 395-410.

## MONITORAGGIO DELLE «ALATE» NELLA SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE

Roberto A. PANTALEONI e M. Tiziana NUVOLI  
*Istituto di Entomologia agraria - Università di Sassari*  
*via E. De Nicola - 07100 Sassari*

RIASSUNTO. Vengono riportati i risultati di oltre tre anni di monitoraggio delle femmine adulte di zanzara nella Sardegna nord-occidentale. Si discutono gli andamenti stagionali delle catture e le implicazioni pratiche dei dati raccolti. Si avanzano infine proposte sui futuri interventi di disinfestazione.

### INTRODUZIONE

L'importanza del monitoraggio all'interno dei programmi di controllo delle zanzare è un dato ormai pacifico. In particolare il monitoraggio delle femmine adulte (le cosiddette "alate") risulta fondamentale in diversi momenti. Innanzitutto in fase d'impostazione per quantificare il problema da affrontare, individuando le specie più abbondanti ed i loro andamenti stagionali. A regime poi, rappresenta un ottimo metodo per verificare i risultati dei trattamenti, sia larvicidi che adulticidi. Inoltre è forse l'unico strumento in grado di guidare la lotta adulticida attraverso l'impiego di opportune soglie d'intervento. Con un'adeguata elaborazione può infine essere utilizzato come mezzo per divulgare i risultati complessivamente ottenuti.

L'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari ha dato inizio già nell'estate 1993, sia pur in poche stazioni, ad un programma di monitoraggio delle "alate". Successivamente, grazie ad una convenzione con l'Amministrazione Provinciale di Sassari (attivata per migliorare gradualmente le operazioni di lotta nel territorio), il numero delle stazioni è

stato notevolmente incrementato arrivando così a coprire vasti settori della Sardegna nord-occidentale.

In questo lavoro si riportano i risultati ottenuti discutendone le implicazioni pratiche sugli interventi di disinfestazione riguardanti le zanzare.

## MATERIALI E METODI

Per la cattura delle “alate” sono state utilizzate trappole con innesco a ghiaccio secco del modello descritto in PANTALEONI (1996).

Le trappole venivano posizionate poco prima del tramonto e ritirate poco dopo l'alba. La trappola veniva innescata con circa mezzo chilo di ghiaccio secco (prodotto con apposita apparecchiatura utilizzando anidride carbonica liquida) avvolto in carta bibula allo scopo di rallentarne il consumo.

Le zanzare raccolte erano uccise con etile acetato e determinate con l'ausilio di binoculari Wild M3.

I campionamenti hanno coperto i periodi fine agosto - metà ottobre 1993, metà maggio - fine novembre 1994 e, per intero, gli anni 1995 e 1996. La cadenza generalmente è stata la seguente (con le dovute eccezioni in diminuzione od in aumento): mensile in gennaio e dicembre, quindicinale in febbraio e novembre, settimanale in marzo e ottobre, due volte a settimana da aprile a settembre.

Il numero di stazioni campionate è stato di due nel 1993-1994, tre nel 1995 e quaranta, raggruppate in quattro aree omogenee, nel 1996.

Una sola stazione, indicata con la sigla FORESTALE 1, è stata utilizzata per l'intero periodo 1993-1996. Essa è situata a Platamona, località balneare del Comune di Sorso (SS), all'interno di una pineta litoranea nei pressi del noto Stagno omonimo.

Nel periodo 1993-1995 è stata anche utilizzata la stazione CAPPUCINI, sita in una zona altamente urbanizzata della città di Sassari. Nel solo

1995 i campionamenti sono stati eseguiti anche in S.PIETRO SILKI, stazione posta nell'area residenziale della periferia a sud-ovest di Sassari.

L'elenco delle stazioni utilizzate nel 1996 è riportato nelle tabelle III-VI, come già detto sono state suddivise in quattro gruppi omogenei ricadenti nei territori di Sassari, Sorso, Alghero e Valledoria.

Le 10 stazioni di Sassari sono poste nella periferia cittadina e nelle numerose frazioni che, in direzione di Porto Torres, formano una vasta e continua area residenziale dove a case indipendenti con giardino si alternano appezzamenti coltivati più o meno intensamente.

Le stazioni poste in territorio di Sorso sono disposte per metà in villaggi turistici lungo il litorale di Platamona e per metà nell'agro a ridosso della costa. La zona coperta dalla rete di monitoraggio comprende lo Stagno di Platamona (area umida di alto interesse naturalistico).

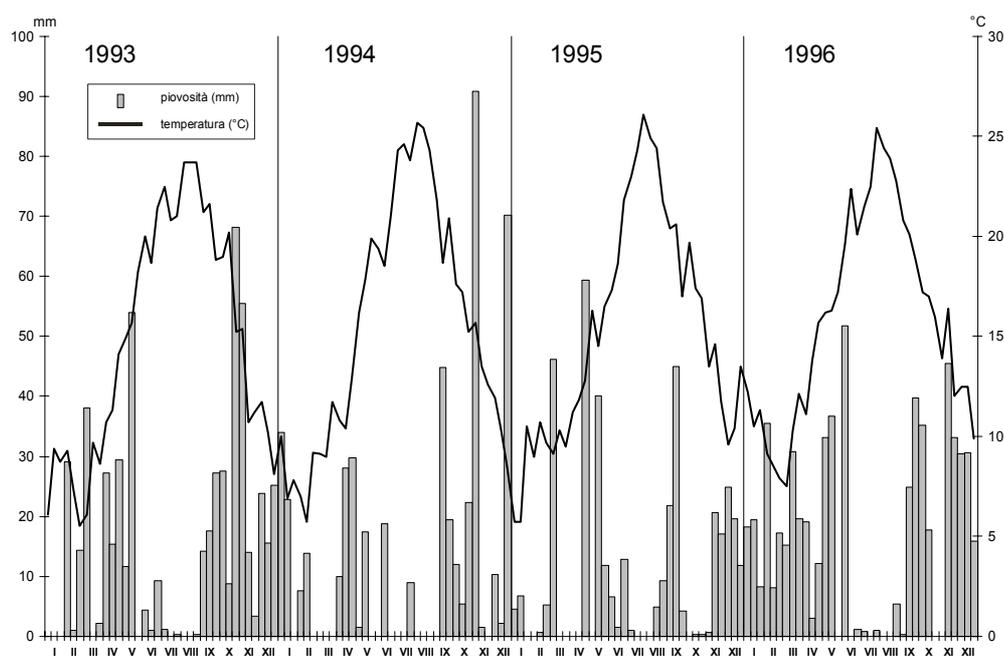


Fig. 1 - Ottava-Festuca: piovosità (in mm) e temperatura (in °C) di ciascuna decade degli anni 1993-1996.

Anche le stazioni di Alghero sono situate per metà all'interno dei centri abitati di Alghero stessa e Fertilia e per metà nelle aree agricole limitrofe. L'area monitorata comprende al proprio interno lo Stagno del Calich ed un'ampia parte del comprensorio di bonifica posto a nord-ovest dei centri abitati.

Le stazioni site nella piana di Valledoria sono suddivise fra i centri abitati (Valledoria, S.Maria Coghinas, Badesi), il litorale e le aree agricole circostanti. Il comprensorio è stato bonificato nel dopoguerra ed era un tempo tristemente famoso per l'altissima incidenza della malaria.

I dati di piovosità e temperatura relativi agli anni in questione, rilevati nella stazione meteorologica di Ottava-Festuca dell'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Sassari, sono riportati in fig. 1.

## RISULTATI

Complessivamente sono state raccolte 40.854 zanzare in 2.849 campionamenti (trappola/notte). La suddivisione in anni è la seguente: 1993) 19 trappole/notte, 76 zanzare; 1994) 88 trappole/notte, 677 zanzare; 1995) 165 trappole/notte, 1.462 zanzare; 1996) 2.577 trappole/notte, 38.639 zanzare. Il numero massimo di zanzare raccolte in una trappola per notte è di 685 (tutte *Culex*, staz. LA CIACCIA, 11 luglio 1996). Le *Aedes* hanno raggiunto i 362 esemplari (BADESI, 10 settembre 1996); le *Coquillettidia* i 188 (S. GIORGIO 2, 20 giugno 1996); le *Anopheles* i 35 (AGLIADÒ, 3 luglio 1996); le *Culiseta* i 20 (S. GIOVANNI 1, 11 luglio 1996). In media le catture sono risultate estremamente basse (media generale di poco inferiore ai 15 esemplari per trappola per notte), soprattutto se raffrontate con quelle di altre aree geografiche. Bastino come esempi le circa 4.000 *Culex* per trappola per notte (media di 10 trappole) della pianura bolognese o le 150 *Aedes* per trappola per notte (ancora media di 10 trappole) del litorale ferrarese con

punte di 6.000 individui circa in un solo campionamento nell'ottobre 1993 (CELLI *et al.*, 1994; BELLINI, com. pers.; PANTALEONI, inedito).

Le specie rinvenute sono elencate in Tab. I.

Tab. I - Elenco delle specie raccolte durante queste ricerche.

---

Specie raccolte

---

*Anopheles (Anopheles) algeriensis* Theobald, 1903  
*Anopheles (Anopheles) [maculipennis]* - gruppo di specie<sup>1</sup>  
*Aedes (Aedimorphus) vexans* (Meigen, 1830)  
*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771)  
*Aedes (Ochlerotatus) detritus* (Haliday, 1833)<sup>2</sup>  
*Aedes (Ochlerotatus) mariae* Sergent & Sergent, 1903  
*Coquillettidia (Coquillettidia) buxtoni* (Edwards, 1923)  
*Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii* (Ficalbi, 1899)  
*Culex (Culex) pipiens* Linnaeus, 1758<sup>3</sup>  
*Culex (Culex) theileri* Theobald, 1903  
*Culex (Maillotia) hortensis* Ficalbi, 1889  
*Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata* (Marcquart, 1838)  
*Culiseta (Culiseta) annulata* (Schrank, 1776)<sup>4</sup>

---

Note:

1. Raggruppiamo qui le specie di questo complesso che risultano praticamente non discriminabili come femmine adulte.
2. Frammiste ad una seconda specie in via di determinazione.
3. Probabilmente frammmiste ad una seconda specie in via di determinazione.
4. Abbiamo probabilmente raggruppato sotto questo nome, oltre a questa specie, *C. subochrea* (Edwards, 1921) praticamente indistinguibile come femmina adulta.

Per ciascuna raccolta effettuata è stato calcolato l'indice di disturbo proposto da PANTALEONI (1996) utilizzando come soglia di intervento il valore 1,5. Nelle tabelle II-VI è riportato il numero di campionamenti che hanno superato tale soglia in totale e suddivisi per ciascuna quindicina di ogni mese.

Complessivamente le catture hanno superato il valore di soglia solo dalla I quindicina di maggio alla I di ottobre. Nelle zone di Sassari e di Alghero ciò è avvenuto poche volte in giugno. Nel territorio di Sorso le uniche due stazioni interessate sono LIZZOS e FORESTALE 1 (su quest'ultima torneremo in seguito). Il comprensorio di Valledoria è risultato invece il più

soggetto a forti infestazioni, particolarmente concentrate nel mese di settembre, ad opera, per lo più, di *Aedes*.

Tab. II - 1993-1995: numero campionamenti validi, numero campionamenti che hanno superato la soglia d'intervento (totali e suddivisi per quindicina), numero totale delle zanzare catturate e percentuale di cattura dei singoli generi.

stazioni	N°		N° camp. sopra soglia									Zanzare (generi)					
	camp.	tot	mag	giu	lug	ago	sett	ott	tot	An	Ae	Cq	Cx	Cs			
	validi		I	II	I	II	I	II	I	II	I	n°	%	%	%	%	%
Forestale1 93	10	0						0	0	0	0	62	0,0	6,5	79,0	14,5	0,0
Forestale1 94	44	5	0	0	0	2	1	2	0	0	0	658	1,2	8,2	81,0	9,6	0,0
Forestale1 95	58	11	1	4	2	0	1	3	0	0	0	1009	0,0	36,4	51,9	11,1	0,6
TOTALE	112	16	1	4	2	0	3	4	2	0	0	1729	0,4	17,0	70,7	11,7	0,2
Cappuccini 93	9	0						0	0	0	0	14	0,0	0,0	0,0	92,9	7,1
Cappuccini 94	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0	0,0	0,0	68,4	31,6
Cappuccini 95	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0,0	0,0	7,7	57,7	34,6
TOTALE	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0,0	0,0	2,6	73,0	24,4
S.Pietro Silki 95	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	427	0,0	0,0	0,0	95,8	4,2

Note: An= *Anopheles*; Ae= *Aedes*; Cq= *Coquillettidia*; Cx= *Culex*; Cs= *Culiseta*.

La distribuzione territoriale delle singole specie è risultata piuttosto vicina alle aspettative. Le *Coquillettidia* sono abbondanti soprattutto a FORESTALE 1, la stazione più prossima allo Stagno di Platamona ove sussistono le condizioni ottimali per un loro sviluppo (abbondantissima vegetazione di ripa con parti basali permanentemente sommerse). Si trovano poi in numero discreto (o sporadicamente abbondante) in poche altre località dei territori di Sassari e Sorso non troppo distanti in linea d'aria dallo Stagno stesso. Le *Aedes* sono decisamente più abbondanti presso aree umide salmastre vicino alla costa, anche se particolarmente bassa sembra la loro presenza in alcune stazioni del territorio di Alghero. *Culex* e *Culiseta*, presenti per lo più con specie legate a focolai larvali di origine antropica, sono uniformemente diffuse e, le prime, particolarmente abbondanti. Le *Anopheles* invece sono

Tab. III - 1996, zona di Sassari: numero campionamenti validi, numero campionamenti che hanno superato la soglia d'intervento (totali e suddivisi per quindicina), numero totale delle zanzare catturate e percentuale di cattura dei singoli generi.

stazioni	N°		N° camp. sopra soglia									Zanzare (generi)													
	camp. validi	tot	mag		giu		lug		ago		sett		ott	tot n°	An %	Ae %	Cq %	Cx %	Cs %						
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II								I					
Latte Dolce	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	988	0,1	0,0	4,9	92,6	2,4
Li Punti	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	0,0	0,0	1,2	95,7	3,1
Ottava 1	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	0,0	0,0	13,2	86,8	0,0
Ottava 2	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1167	0,0	0,1	7,0	90,3	2,6
S. Giorgio 1	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483	0,0	0,0	3,1	95,0	1,9
S. Giorgio 2	67	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1622	0,0	0,1	14,5	83,6	1,8
S. Giovanni 1	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1383	0,1	0,1	1,5	96,1	2,2
S. Giovanni 2	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	346	0,0	0,3	4,3	93,6	1,7
S. Orsola	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	565	0,0	0,2	0,5	97,7	1,6
V.le P. Torres	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1331	0,2	0,2	0,6	98,6	0,5
TOTALE	667	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8237	0,0	0,1	5,5	92,5	1,8

Note: An= *Anopheles*; Ae= *Aedes*; Cq= *Coquillettidia*; Cx= *Culex*; Cs= *Culiseta*.

Tab. IV - 1996, zona di Sorso: numero campionamenti validi, numero campionamenti che hanno superato la soglia d'intervento (totali e suddivisi per quindicina), numero totale delle zanzare catturate e percentuale di cattura dei singoli generi.

stazioni	N°		N° camp. sopra soglia									Zanzare (generi)													
	camp. validi	tot	mag		giu		lug		ago		sett		ott	tot n°	An %	Ae %	Cq %	Cx %	Cs %						
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II								I					
Casa Mare	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	0,8	0,0	15,9	75,4	7,9
Coop. Selva	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0,0	0,0	27,3	63,6	9,1
Eden Beach	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	0,0	1,5	0,5	97,1	1,0
Forestale 1	66	5	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	892	0,6	3,4	37,4	57,3	1,3
Forestale 2	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0,0	8,8	11,8	79,4	0,0
Agliadò	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	775	26,5	1,3	12,9	51,7	7,6
Lizzos	64	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1343	0,0	0,1	15,0	82,7	2,2
Marina Sorso	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	1,4	0,0	5,8	71,7	21,0
Serralonga	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	562	0,0	0,5	19,9	76,7	2,8
Sorso	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208	0,0	0,0	5,8	86,5	7,7
TOTALE	637	8	0	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4306	4,9	1,2	18,5	71,2	4,1

Note: An= *Anopheles*; Ae= *Aedes*; Cq= *Coquillettidia*; Cx= *Culex*; Cs= *Culiseta*.

Le prime cinque stazioni sono situate lungo il litorale, le altre nelle aree agricole retrostanti.

Tab. V - 1996, zona di Alghero: numero campionamenti validi, numero campionamenti che hanno superato la soglia d'intervento (totali e suddivisi per quindicina), numero totale delle zanzare catturate e percentuale di cattura dei singoli generi.

stazioni	N°		N° camp. sopra soglia									Zanzare (generi)								
	camp. validi	tot	mag		giu		lug		ago		sett		ott		tot n°	An %	Ae %	Cq %	Cx %	Cs %
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II						
Carrabuffas 1	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	816	0,0	0,4	0,1	87,1	12,4
Fertilia 1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252	0,0	2,0	0,0	95,6	2,4
Lido	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	0,0	1,2	0,0	95,7	3,0
Lungomare	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	0,0	0,5	0,0	98,1	1,4
Maria Pia	66	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1108	0,0	8,8	0,0	90,7	0,5
Aeroporto 1	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	684	0,1	8,2	0,0	89,2	2,5
Aeroporto 2	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468	0,0	0,0	0,0	99,1	0,9
Carrabuffas 2	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1011	0,0	0,0	0,0	90,5	9,5
Fertilia 2	66	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1151	0,0	6,0	0,0	93,8	0,2
Strada 2 Mari	62	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	945	0,1	13,4	0,0	84,9	1,6
TOTALE	645	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6812	0,0	5,3	0,0	90,9	3,7

Note: An= *Anopheles*; Ae= *Aedes*; Cq= *Coquillettidia*; Cx= *Culex*; Cs= *Culiseta*.

Le prime cinque stazioni sono situate in ambito urbano, le altre nelle aree agricole retrostanti.

Tab. VI - 1996, zona di Valledoria: numero campionamenti validi, numero campionamenti che hanno superato la soglia d'intervento (totali e suddivisi per quindicina), numero totale delle zanzare catturate e percentuale di cattura dei singoli generi.

stazioni	N°		N° camp. sopra soglia									Zanzare (generi)								
	camp. validi	tot	mag		giu		lug		ago		sett		ott		tot n°	An %	Ae %	Cq %	Cx %	Cs %
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II						
Badesi	62	12	0	0	1	2	0	3	0	0	3	1	2	4465	0,0	16,3	0,1	83,2	0,4	
Badesi Mare	62	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2049	0,0	17,7	0,1	81,8	0,3	
Baia Mimose	61	4	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	2215	0,0	11,9	0,1	88,0	0,0	
La Ciaccia	64	7	0	0	1	0	1	1	2	0	2	0	0	3783	0,0	2,1	0,0	97,8	0,1	
La Muddizza	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356	0,0	2,8	0,0	96,6	0,6	
S. Maria 1	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	608	0,0	1,8	0,0	98,0	0,2	
S. Maria 2	65	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1258	0,0	19,2	0,0	80,0	0,8	
S. Pietro Mare	61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	434	0,5	26,7	0,2	72,6	0,0	
Valledoria 1	64	11	0	0	1	1	2	3	1	0	2	1	0	3333	0,0	3,6	0,0	94,3	2,1	
Valledoria 2	64	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	783	0,1	24,4	0,4	74,8	0,3	
TOTALE	628	44	0	0	4	3	5	7	3	0	13	6	3	19284	0,0	11,0	0,1	88,3	0,6	

Note: An= *Anopheles*; Ae= *Aedes*; Cq= *Coquillettidia*; Cx= *Culex*; Cs= *Culiseta*.

state raccolte in buon numero solo nella stazione di AGLIADÒ (Sorso), dove per altro era presente una scuderia di cavalli.

L'andamento stagionale delle popolazioni di zanzare e le sue variazioni annue sono ben osservabili nelle catture effettuate nella stazione FORESTALE 1 di Platamona per la quale possediamo l'intera serie storica. Dalla rappresentazione grafica riportata in fig. 2 si nota immediatamente il diverso comportamento dei tre generi più abbondanti (*Culiseta* e soprattutto *Anopheles* sono risultate scarse in quasi tutte le stazioni).

Le *Culex* sono le prime ad apparire - probabilmente grazie a catture di adulti svernanti - e rimangono presenti per un lungo periodo. Solo nel 1996 hanno raggiunto abbondanze consistenti, anche se non molto elevate.

Le *Aedes* hanno presentato con una certa regolarità due picchi annuali, uno tardo primaverile in maggio-giugno ed uno autunnale intorno ad ottobre. L'abbondanza di queste specie, strettamente legate alle condizioni meteorologiche in particolare alla piovosità, è altamente variabile di anno in anno e solo nel 1995 ha raggiunto valori fastidiosi.

Le due specie di *Coquilletidia* sono invece concentrate nel periodo che va da maggio a settembre, con apparentemente due picchi assai ravvicinati. Negli anni le abbondanze totali e massime sembrano piuttosto stabili. Ancora poco si sa sui fattori che contribuiscono a determinare l'abbondanza di queste zanzare.

In fig. 3 sono stati rappresentati i valori dell'indice di disturbo ottenuti con le catture nella stessa stazione. Ordinati temporalmente formano un caratteristico disegno a "triangolo" in ciascun anno, con il vertice che supera la soglia tra maggio e la prima quindicina d'agosto. Le specie responsabili dei disagi più alti appartengono generalmente alle *Aedes* nella prima parte della stagione ed alle *Coquilletidia* nella piena estate.

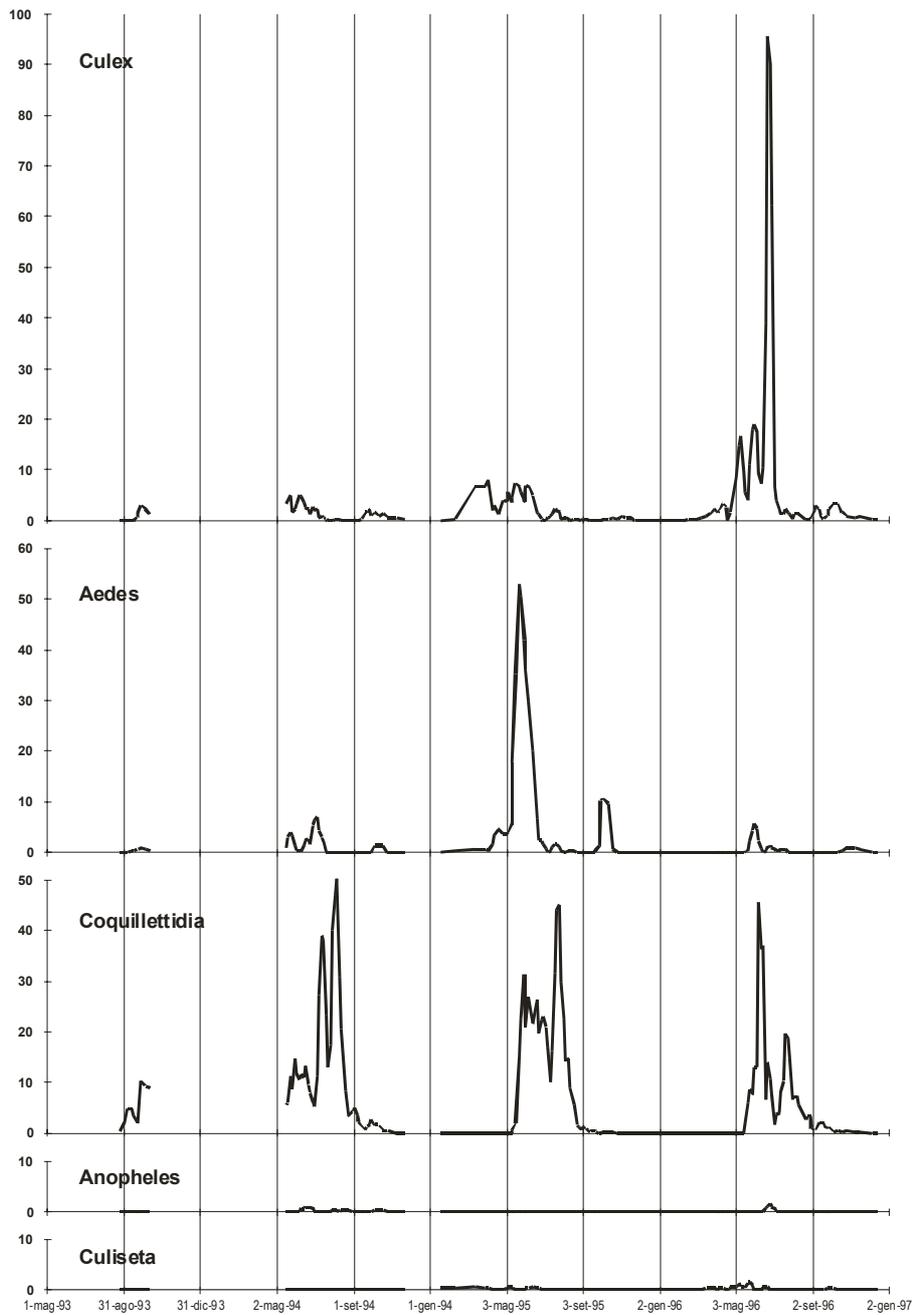


Fig. 2 - Andamento stagionale delle catture di zanzare, suddivise per genere, nella stazione FORESTALE 1 di Platamona (Sorso, SS).

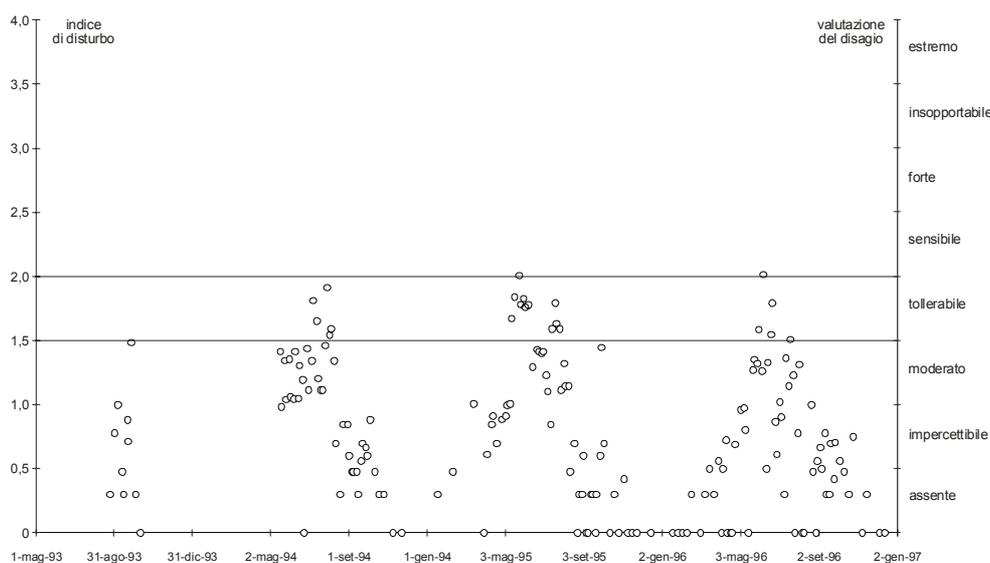


Fig. 3 - Valore dell'indice di disturbo riscontrato nei campionamenti eseguiti nella stazione FORESTALE 1 di Platamona (Sorso, SS). Il valore 1,5 rappresenta la soglia d'intervento. Il valore 2 viene evidenziato per fornire un opportuno riferimento.

## CONCLUSIONI

I dati raccolti durante queste indagini hanno fornito alcune indicazioni in grado di orientare i futuri programmi di lotta alle zanzare nelle aree studiate.

In primo luogo è stata rilevata una generale scarsa abbondanza di Culicidi ed in particolare di *Anopheles*. I disagi per le popolazioni umane derivano principalmente da infestazioni di *Culex*, ed in misura minore, *Aedes* e *Coquillettidia*.

Alcuni comprensori, come quelli di Sassari ed Alghero e, ad esclusione di poche stazioni, quello di Sorso, hanno raramente superato le soglie d'intervento per trattamenti adulticidi. A Valledoria al contrario si è spesso verificata questa evenienza sia a causa di *Culex* che di *Aedes*.

In questa situazione si potrebbe consigliare di qualificare alcuni operatori per la ricerca ed il controllo dei non moltissimi focolai di *Aedes*

presenti nel territorio. Tentare di diminuire la densità di *Coquillettidia* con operazioni di gestione ambientale nell'unico grosso focolaio della zona (Stagno di Platamona) con lo sfalcio, a rotazione, della vegetazione di ripa al di sotto del pelo dell'acqua. Avviare una campagna di coinvolgimento della popolazione nella distruzione dei focolai peridomestici di *Culex* affiancandola con interventi di bonifica strutturale del territorio (introduzione di pesci larvivori, depurazioni, ecc.). Ed infine di abbandonare qualunque trattamento adalticida.

Naturalmente la situazione andrà tenuta sotto controllo con una rete di monitoraggio meno vasta ed impegnativa, ma comunque in grado di percepire eventuali nuove situazioni nei livelli d'infestazione.

#### SUMMARY

MONITORING OF MOSQUITO ADULT FEMALES IN NORTH-WEST SARDINIA - The results of a three-year monitoring of mosquito adult females in north-west Sardinia are reported. The paper discusses the seasonal variations of the catches and the practical implications of the collected data, and presents suggestions on future mosquito control programs.

KEY WORDS: Carbon dioxide traps, Mosquito nuisance, Population fluctuations, Italy

#### BIBLIOGRAFIA

- CELLI G., BELLINI R., CORAZZA L., 1994 - Contenimento delle zanzare: ruolo attuale della lotta alle larve e agli adulti. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, Milano, 11(1): 27-31.
- PANTALEONI R. A., 1996 - Proposta di un indice di disturbo e di una soglia d'intervento per trattamenti adalticidi nella lotta alle zanzare. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, Milano, 13(2): 27-32.

## LA PROTEZIONE DEL VERDE URBANO\*

Pietro LUCIANO e Roberto A. PANTALEONI  
*Istituto di Entomologia agraria - Università di Sassari*  
*via E. De Nicola - 07100 Sassari*

RIASSUNTO. Viene riportata una rassegna dei principali insetti fitofagi che danneggiano le essenze vegetali più diffusamente impiegate in Sardegna nel verde urbano (pini, cipressi, leccio, olmi, *Ficus*, platano, robinia, tiglio, palme, pittosporo, evonimo ed oleandro) e compiuto un esame dei possibili interventi di lotta compatibili con l'ambiente cittadino.

### INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, con il crescere dell'attenzione generale verso le problematiche ambientali, si è diffuso anche un rinnovato interesse per l'ampliamento, la salvaguardia e la valorizzazione degli spazi verdi all'interno degli agglomerati urbani. Infatti, alla loro presenza viene attualmente attribuita una molteplicità di funzioni che, oltre a comprendere gli aspetti ricreativi, ornamentali e paesaggistici, ne amplia il ruolo igienico-sanitario non più limitato alla depurazione dell'aria (riduzione del tasso di anidride carbonica e captazione di altri gas, polveri e metalli pesanti) ma anche all'indicazione degli inquinanti in essa presenti nonché all'abbattimento dei rumori prodotti dal traffico cittadino.

Purtroppo nell'assetto delle città italiane, lo spazio lasciato ai parchi o ai giardini destinati alla pubblica fruizione è in generale molto limitato mentre sono maggiormente diffuse le alberature stradali, che pur prive di ruolo ricreativo, possono comunque costituire un patrimonio verde di notevole valore, come hanno posto in evidenza puntuali rilievi compiuti in di-

---

\* Le notizie originali riportate nel presente lavoro sono state raccolte nell'ambito del progetto nazionale MURST 40% "Ricerche sull'artropodofauna dannosa nell'azienda agraria e zootecnica e nell'ambiente urbano".

verse città anche sarde (VANNELLI, 1986, 1987; ACHENZA, 1995). La collocazione urbana delle piante le espone ad una lunga serie di fattori di “stress” fra i quali principalmente si annoverano:

- la presenza di smog che interferisce con l’attività fotosintetica e la respirazione;
- i danni inferti dagli automezzi circolanti e da quelli impiegati nei lavori che con crescente frequenza interessano la rete viaria ed il sottosuolo;
- la scarsa disponibilità idrica determinata dall’impermeabilità delle pavimentazioni stradali che limita l’accumulo d’acqua nel terreno sottostante;
- le eccessive temperature estive dovute al riverbero della radiazione solare sull’asfalto e sulle facciate delle abitazioni.

A quest’insieme di elementi negativi, poco o affatto modificabili, si aggiungono poi gli attacchi da parte di numerose avversità animali e vegetali, che favorite dalle condizioni di “stress” delle piante possono comprometterne la vitalità. Fra le avversità animali un ruolo di primaria importanza è svolto da diverse specie di insetti fitofagi che in alcuni casi oltre ai danni diretti possono determinarne di ben più gravi con la propagazione di malattie letali.

Nella presente nota ci limiteremo a considerare i fitofagi che nelle città della Sardegna sono stati osservati danneggiare con maggiore frequenza le specie arboree più diffuse (pino domestico e d’Aleppo, cipressi, leccio, olmi, *Ficus*, platano, robinia, tiglio e palme) e le essenze arbustive maggiormente impiegate per bordure e siepi (pittosporo, evonimo ed olandro) ed a svolgere infine alcune considerazioni sul contenimento delle infestazioni.

## PRINCIPALI FITOFAGI

Nell’elencazione dei fitofagi di seguito riportata si è tenuto principalmente conto delle modalità con cui essi attaccano i vegetali ospiti, rite-

nendo ciò particolarmente utile quando si dovrà trattare delle tecniche di lotta.

#### I fitomizi

All'interno di tale gruppo rientrano rappresentanti dell'ordine dei Tisanotteri e di diverse famiglie di Rincoti tutti dotati di apparato boccale pungente succhiante.

Del primo ordine si rammenta solamente il Tubulifero *Gynaikothrips ficorum* March. che, sulle piante del genere *Ficus*, in particolare il *F. retusa* diffuso nella città di Cagliari, con le punture d'alimentazione provoca l'accartocciamento dei lembi fogliari e la deformazione dei germogli, determinando a volte la necrosi di quelli apicali (LOCHE *et al.*, 1984).

Anche fra i Rincoti Eterotteri si richiama solamente una specie: il Tingide *Corythucha ciliata* (Say). Di origine nearctica è comparso in Italia nel 1964, aggravando considerevolmente la situazione fitosanitaria delle alberature a platano. In Sardegna compie annualmente tre generazioni (LUCIANO, 1989) ed il suo attacco, non contrastato da nessun valido limitatore naturale, determina inizialmente sulle foglie la formazione di aree clorotiche più o meno estese seguita da un diffuso ingiallimento della chioma e da una precoce filloptosi. Risulta inoltre dannoso come vettore della "antracnosi" del platano (malattia la cui incidenza è andata aggravandosi con la comparsa in Italia dell'insetto (BISIACH, 1985)). Infatti, quando gli adulti del fitofago abbandonano le placche sollevate del ritidoma, al di sotto delle quali hanno svernato, si contaminano dei conidi del fungo presenti lungo il fusto ed i rami e li trasportano sulle foglie, ove con l'apertura delle ferite di nutrizione favoriscono l'insediamento della micosi (TIBERI *et al.*, 1988).

Fra i Rincoti Omotteri debbono al contrario richiamarsi numerose specie rientranti nelle superfamiglie degli Afidoidei e dei Coccoidei.

Della prima superfamiglia si ricordano i generi *Pineus*, *Cinara*, *Eulachnus* e *Schizolachnus* di cui alcune specie (BINAZZI, 1978; BARBAGALLO, 1986) vivono a carico dei pini. Ad una loro presenza massiccia si accompagnano l'ingiallimento e la caduta degli aghi attaccati ed un'abbondante produzione di melata. Sui cipressi si rivela particolarmente dannoso *Cinara cupressi* (Buckton) (PATTI, 1977) le cui pullulazioni sono favorite sia dagli inverni miti sia dalla crescente diffusione di specie ospiti esotiche (quali *Cupressus arizonica*, *C. glabra* e *C. macrocarpa*) che dotate, rispetto all'indigena *C. sempervirens*, di cortecce più sottili e meno rugose, ne influenzano positivamente la prolificità ed i ritmi di sviluppo (COVASSI & BINAZZI, 1979). Elevate popolazioni del fitomizo provocano la formazione di abbondanti fumaggini, la comparsa di vistosi arrossamenti a carico della chioma colpita e l'indebolimento delle piante con conseguente esposizione delle stesse al probabile attacco da parte di xilofagi. Gli Afidi abbondano anche sulle querce (COVASSI, 1985; CROVETTI & ANTONELLI, 1986; BARBAGALLO, 1986), ma possono destare qualche preoccupazione solamente le pullulazioni primarie di *Phylloxera quercus* B.d.F. su leccio. Il Fillosseride può infatti compromettere il normale sviluppo dei germogli mentre causa danni esclusivamente estetici sulle foglie completamente espanse (ANTONELLI, 1989). Olmi e tigli possono soggiacere, fra la fine della primavera e l'inizio dell'estate, come osservato anche nei viali di Sassari (LUCIANO & CANTONE, 1994; LUCIANO & PANTALEONI, 1996), a forti infestazioni rispettivamente ad opera dei Fillafidini *Tinocallis platani* (Kalt.) ed *Eucallipterus tiliae* (L.). Queste specie, olocicliche e monoiche, più che per i danni diretti sulle piante si rivelano in città particolarmente fastidiose per gli abitanti. Infatti, i loro massimi di popolazione sono accompagnati da notevoli emissioni di melata che, oltre a dare luogo alla formazione di abbondanti fumaggini sulle foglie, cade sotto forma di "pioggia" determinando l'imbrattamento di strade e marciapiedi nonché delle persone e delle autovetture che transitano o stazionano sotto le alberature colpite. Su robinia durante il corso dell'estate possono osservarsi ingiallimenti e caduta preco-

ce delle foglie a causa degli attacchi dell'Afidino *Aphis craccivora* Koch. In Sardegna, presumibilmente per l'insularità che caratterizza la regione, non è stata ancora osservata la presenza del Fillafidino *Appendiseta robiniae* (Gill.) di origine americana, conosciuto come dannoso in diverse altre regioni del territorio italiano (MICELI DE BIASE & CALAMBUCA, 1979; SPAMPINATO, 1987; ARZONE & VIDANO, 1990). Fra le essenze arbustive considerate nella presente nota solamente l'oleandro risulta esposto ad attacchi afidici ad opera dell'*Aphis nerii* B.d.F., le cui infestazioni si verificano soprattutto nei mesi primaverili (RAPISARDA *et al.*, 1996).

Fra i fitofagi dannosi al verde urbano, anche la superfamiglia dei Coccoidei è molto rappresentata e diverse specie raggiungono frequentemente alti livelli d'abbondanza. In ciò sono favorite dalle condizioni di "stress" delle piante ospiti, determinate dai fattori citati in premessa, ed a volte da una troppo intensa lotta adulticida alle zanzare, con sempre maggiore frequenza basata sulla distribuzione di piretroidi di sintesi, che abbattano anche un'ampia schiera di insetti utili, in particolare parassitoidi e predatori dei fitofagi in questione. Esempi di tale errata gestione si possono rilevare in quasi tutte le cittadine costiere della Sardegna, dove alberate e bordure risultano gravemente infestate dai Coccoidei. In particolare sono stati osservati gravi danni ad opera di: - *Kermes vermilio* (Planch.) (Kermeside) su leccio con disseccamento di rami e branche; - *Saissetia oleae* (Oliv.) e *Ceroplastes rusci* (L.) (Coccidi) su oleandro con abbondante sottrazione di linfa, emissione di melata e formazione di antiestetiche croste di fumaggine su foglie e rami; - *Icerya purchasi* Mask. (Margarodide) su pittosporo con il disseccamento di intere parti di chioma e, nelle circostanze più gravi, persino con la morte delle piante; - *Unaspis evonymi* (Comstock) (Diaspidide) su evonimo con infestazioni così gravi da risultare letali per le piante attaccate, soprattutto se in concomitanza con infezioni di oidio. Fra gli altri Coccoidei che possono risultare dannosi su alberate si rammentano: sui pini i Diaspididi *Leucaspis pusilla* Loew e *L. loewi* Colvée, che provocano ingiallimenti e arrossamenti diffusi degli aghi colonizzati (RASPI &

ANTONELLI, 1989); sui *Ficus* non è infrequente la presenza di *C. rusci* (LONGO, 1981) e del Diaspidide *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan) che si rendono rispettivamente responsabili della formazione di fumaggine e dell'ingiallimento delle foglie; sulle palme i Pseudococcidi *Planococcus citri* (Risso) e *Pseudococcus longispinus* Targ. (comunemente indicate come "cocciniglie cotonose"), forti produttori di melata, ed i Diaspididi *Aspidiotus nerii* Bouché e *C. dictyospermi*, responsabili di tossemie, con ingiallimento delle foglie attaccate, e la formazione di fitte incrostazioni di follioli sugli organi infestati (LUCIANO *et al.*, 1992; RAPISARDA *et al.*, 1996).

### I fillofagi

In questo gruppo di fitofagi si comprendono diverse specie di Lepidotteri e solamente una di Coleotteri. Le loro larve sono sempre dotate di apparato boccale masticatore ed in alcuni casi si comportano da defogliatori mentre in altri da fillominatori; il Coleottero si alimenta a carico del vegetale ospite anche da adulto.

Le querce possono essere seriamente danneggiate dai Lepidotteri *Tortrix viridana* L. (Tortricide), *Lymantria dispar* L. ed *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (Limantridi) e *Malacosoma neustria* L. (Lasiocampide) che tuttavia, per la loro spinta polifagia, possono attaccare numerose altre essenze arboree ed arbustive. Il Tortricide ed il Lasiocampide sono le due specie che si riscontrano con maggiore frequenza in ambiente urbano. Le larve di *T. viridana* si sviluppano quasi esclusivamente a carico della nuova vegetazione primaverile, attaccando le gemme già al descollamento delle perule, e soprattutto su leccio, che rinnova gradualmente il fogliame, la loro presenza ed abbondanza può essere inizialmente sottovalutata. La *M. neustria* può giungere invece a causare l'intensa defogliazione di intere alberature o parchi urbani. Meno frequenti sono invece le infestazioni ad opera di *L. dispar*, che, provenendo dai boschi circostanti, attacca le alberate dei centri abitati delle zone interne della Sardegna solo in coincidenza con i periodici massimi d'abbondanza della sua popolazione. Infine, l'*E. chrysorrhoea* può ri-

sultare dannosa nelle cittadine e nei villaggi costieri dov'è diffusamente impiegato, in giardini pubblici e privati, il corbezzolo, sua pianta ospite d'elezione (almeno in Sardegna), che infesta a partire dalle limitrofe aree a macchia mediterranea. Una presenza elevata di larve dei due Limantridi, soprattutto di *E. chrysorrhoea*, deve essere temuta anche per le irritazioni causate agli animali omeotermi, uomo compreso, dai loro peli urticanti.

Fra i fillominatori si ricorda solamente il Gracillaride *Phyllonorycter platani* (St.) che evolve a carico delle foglie di platano, su cui compie annualmente 3-4 generazioni, risultando tuttavia solo sporadicamente dannoso. Infatti, è normalmente tenuto a freno da parassiti e da predatori nonché dalle pratiche di raccolta e distruzione delle foglie cadute in autunno, all'interno delle quali il fitofago sverna allo stadio di crisalide (PRINCIPI, 1953; ARZONE, 1973; TIBERI *et al.*, 1978).

L'insularità della nostra regione, rispetto al resto del territorio italiano, l'ha preservata dalla diffusione di alcuni altri Lepidotteri che possono seriamente danneggiare anche il verde urbano. Infatti, finora non risultano presenti in Sardegna: - la *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Taumetopeide), nota come Processionaria del Pino e con larve dotate di peli urticanti; - la polifaga e bivoltina *Hyphantria cunea* (Drury) (Arctide), che può danneggiare platani, tigli ed olmi (MONTERMINI & BOSELLI, 1991); - i Gracillaridi, di provenienza nordamericana, *Phyllonorycter robiniella* (Clemens) e *Parectopa robiniella* Clemens, entrambi polivoltini ed evolvono a spese della robinia, su cui aprono caratteristiche mine nel mesofillo fogliare, che comunque hanno trovato in Italia validi antagonisti naturali (VIDANO, 1970, 1983; BOLCHI SERINI, 1990; BOLCHI SERINI & TREMATERRA, 1989; TREMATERRA & BOLCHI SERINI, 1991). Per conservare tale condizione di favore non si può prescindere da un adeguato potenziamento del Servizio fitosanitario regionale, che dovrebbe evitare l'indesiderata introduzione nell'Isola, oltre che delle specie qui richiamate, di una ben più ampia schiera di fitofagi ed agenti patogeni che altrimenti comprometterebbe

lo stato fitosanitario non solo del verde urbano ma anche di boschi e colture agrarie.

Il fitofago che più di ogni altro costituisce un pericolo per gli olmi è il Coleottero Crisomelide *Galerucella luteola* Müll., che, come precedentemente accennato, si alimenta sul fogliame da larva e da adulto. Esso, nel corso delle sue bi- o triennali pullulazioni, scheletrizza totalmente l'apparato fogliare delle piante, debilitandole gravemente e predisponendole all'attacco, frequentemente letale, da parte di ben identificati xilofagi.

#### Gli xilofagi

In questo gruppo si riuniscono gli insetti che vivono a spese delle cortecce e del legno delle piante; ad essi appartengono rappresentanti di alcune famiglie di Coleotteri e di quella dei Cossidi fra i Lepidotteri.

Dei numerosi xilofagi che possono danneggiare i pini, i più insidiosi risultano i Coleotteri Scolitidi del genere *Tomicus* in grado di avviare e concludere il deperimento delle piante. Essi, infatti, oltre che svilupparsi a carico del floema di ospiti deperienti, da adulti aprono gallerie di maturazione nei germogli apicali di piante sane e vigorose, indebolendole e predisponendole all'attacco sui tronchi. In ambiente mediterraneo è particolarmente dannoso il *Tomicus destruens* (Woll.); osservazioni compiute nelle pinete litoranee della Sardegna settentrionale hanno dimostrato come gli adulti del fitofago risultino presenti all'interno dei getti di pino nel corso di tutto l'anno, con il massimo d'abbondanza in maggio-ottobre ed il minimo in gennaio-febbraio, quando in maniera imponente si spostano sui tronchi per scavare le gallerie di proliferazione (LUCIANO, dati non pubblicati).

Sui cipressi si riscontrano gli Scolitidi del genere *Phloeosinus* e soprattutto la specie *P. aubei* (Perris), che oltre a determinare insidiosi danni diretti può risultare vettore del "cancro" del cipresso. Infatti, gli adulti neofarfallati del fitofago, che nel nostro ambiente compie due generazioni l'anno (ZOCCHI, 1956), trasferendosi dalle piante deperienti, comprese quelle infette da "cancro", verso i soggetti vigorosi, di cui attaccano i ra-

metti scavandovi gallerie di maturazione, possono svolgere la deleteria azione di trasporto dei conidi del pericoloso patogeno, avviando così il disseccamento degli alberi infettati.

Anche sugli olmi assumono grande importanza gli Scolitidi, in particolare *Scolitus sulcifrons* (Rey) e *S. multistriatus* (Marsh), poiché risultano vettori della “grafiosi”, malattia che ha devastato il patrimonio arboreo di diverse città italiane determinando la morte di milioni di olmi campestri nonché di olmi esotici ritenuti resistenti. Ad una consistente moltiplicazione dei due Coleotteri, che manifestano modalità di colonizzazione degli ospiti sostanzialmente non dissimili dal precedente confamiliare, contribuisce comunque lo stato di debilitazione delle piante causato dalle defogliazioni operate dalla *G. luteola*.

Sulle latifoglie considerate, quando indebolite da cause di varia natura, possono inoltre osservarsi, a carico del legno, attacchi da parte di Coleotteri sia Buprestidi, dei generi *Coroebus* e *Latipalpis* (in particolare *L. plana* Oliv. che in passato ha determinato danni sui lecci vegetanti nella città di Cagliari), sia Cerambicidi, del genere *Cerambix*, che talvolta determinano i così detti danni “da schianto”, per l’improvviso cedimento di branche e tronchi gravemente indeboliti dall’apertura di numerose gallerie larvali. Anche i Lepidotteri Cossidi *Cossus cossus* (L.) e *Zeuzera pyrina* (L.) possono essere responsabili dello stesso tipo di danni. Tuttavia, le larve della prima specie si rinvencono preferibilmente nelle parti più spesse (tronco e grosse branche) mentre *Z. pyrina* è più frequente in rami e rametti apicali come pure nel fusto delle giovani piante e particolarmente di quelle da poco poste a dimora (TIBERI & ROVERSI, 1991).

## INTERVENTI DI CONTROLLO

Nella difesa del verde urbano, come d’altronde anche in altri settori, la tendenza attuale è quella di limitare il più possibile l’impiego degli antiparassitari chimici di sintesi e di basarsi prevalentemente su strategie di lot-

ta integrata. In via preliminare assumono quindi grande rilievo tutte le misure che evitino alle piante condizioni di sofferenza fisiologica (esemplificativamente si ricordano: l'adozione di pavimentazioni permeabili all'aria ed all'acqua, la predisposizione di appropriati sistemi d'irrigazione o almeno l'attuazione di irrigazioni di soccorso nei periodi più siccitosi dell'anno, la regolare esecuzione di tutte le pratiche colturali compresa un'equilibrata potatura, la scelta all'atto dell'impianto di specie e varietà vegetali dotate della più alta resistenza ai fattori di "stress") rendendole così meno vulnerabili nei confronti delle diverse avversità abiotiche e biotiche, insetti fitofagi compresi, che ne compromettono la sopravvivenza in città. L'utilizzazione dei fitofarmaci va quindi limitata solo ai casi di effettiva gravità e l'opportunità di un trattamento insetticida dev'essere valutata con campionamenti diretti della popolazione del fitofago o con la stima dei danni che la stessa può causare. Quando l'intervento si rendesse necessario, lo stesso andrà praticato scegliendo fra i diversi principi attivi - ammessi dalla legislazione vigente all'impiego sulle piante ornamentali (CAPPELLI, 1996) - quello a minore tossicità per l'uomo e gli animali di affezione (con DL50 orale e dermale possibilmente superiore a 1.000 mg/Kg di peso vivo) e con ridotta persistenza onde evitare danni all'entomofauna utile.

Nell'ambito di questi indirizzi, particolare rilievo assume l'immissione diretta degli insetticidi nel tronco, che permette sia la loro rapida traslocazione verso la chioma, superando tra l'altro i problemi connessi alla dimensione delle piante, sia di non disperdere molecole tossiche nell'ambiente. Questa tecnica è stata inizialmente messa a punto per il contenimento delle infestazioni di *Corythucha ciliata* su platano (TREMBLAY *et al.*, 1986; TIBERI *et al.*, 1988; ZECCHINI D'AULERIO *et al.*, 1990), ma recentemente è stata adottata, pare con ottimi risultati, oltre che nella lotta ad altri fitomizi (Afdi su leccio) anche nel controllo di infestazioni di Lepidotteri (Processionaria del Pino) e di Coleotteri Scolitidi (*Tomicus destruens* su pino) (BARBINI *et al.*, 1995). Certamente per un suo impiego su larga scala, oltre all'acquisizione delle opportune attrezzature, è necessaria la forma-

zione di personale specializzato che curi particolarmente la disinfezione delle attrezzature e delle ferite causate con le iniezioni, onde evitare nel corso degli interventi la diffusione di pericolosi patogeni. Tuttavia, poiché non si può a breve termine prevedere un impiego generalizzato di questo metodo, si danno di seguito una serie d'indicazioni per la corretta applicazione dei tradizionali interventi con irrorazione delle piante.

Per la lotta contro le popolazioni afidiche deve operarsi una netta distinzione fra le specie sicuramente responsabili di gravi danni diretti alla pianta ospite (come nel caso di *Cinara cupressi*) e quelle che invece creano fastidi per l'eccessiva produzione di melata. Nel primo caso i trattamenti andranno praticati, previa verifica della presenza dei fitomizi, esclusivamente con aficidi specifici allo scopo di preservare sia gli entomofagi che direttamente evolvono a loro carico sia i nemici naturali delle altre specie di fitofagi che vivono sulle piante da sottoporre a trattamento. Per limitare gli inconvenienti provocati dalle specie forti produttrici di melata, si può invece ricorrere con buon successo al lavaggio della chioma delle piante con getti d'acqua addizionati con saponi neutri. Un'applicazione di tale tipo è stata sviluppata durante la primavera del 1996, con la collaborazione del Centro Regionale Anti Insetti di Sassari, in due viali a taglio di questa Città per limitare la popolazione di *Eucallipterus tiliae*. Il piano sperimentale, previa suddivisione delle alberate in blocchi, ciascuno costituito da almeno 6 piante, prevedeva lo sviluppo di quattro tesi: I - un trattamento precoce alla comparsa della popolazione afidica; II - due trattamenti di cui uno precoce ed uno tardivo da eseguirsi quest'ultimo quando la popolazione del fitofago si trovava al culmine della densità; III - un trattamento tardivo; IV - nessun trattamento. Ciascuna tesi ha interessato 8 blocchi di piante scelti a caso. Gli interventi sono stati eseguiti con un atomizzatore M40 della Ditta Tifone, capace di distribuire 40 l/min. ad una pressione di 30 atmosfere ed una gittata di 15-18 m, montato su un autocarro insieme ad una cisterna di 500 litri di capacità. In tutti i casi si è impiegata acqua addizionata al 2% con Dissolvent K (Isagro) e su ciascuna pianta trattata sono stati in media

distribuiti circa 8 litri di soluzione. I trattamenti sono stati praticati rispettivamente il 7 maggio ed il 4 giugno; la loro efficacia è stata valutata con la stima della densità della popolazione di *E. tiliae* su un campione significativo di foglie prima e dopo la loro esecuzione (Tab. I).

Tab. I - Dati sull'abbondanza di popolazione di *Eucallipterus tiliae* (L.) e sull'infestazione del fogliame in due viali contigui a *Tilia platyphyllos* prima e dopo l'irrorazione delle chiome, eseguita il 7 maggio ed il 4 giugno, con acqua addizionata con sapone neutro (Sassari, 1996).

data	Numero di Afidi per foglia e percentuale di foglie infestate							
	Tratt. precoce		Due trattamenti		Tratt. tardivo		Testimone	
	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)
6 maggio	0,82	22,66	0,40	19,83	1,17	28,89	0,94	27,21
8 maggio	0,47	13,73	0,13	11,02	1,96	34,86	4,51	42,27
31 maggio	13,46	86,74	15,31	85,08	19,08	87,35	22,66	100,00
5 giugno	20,87	99,12	7,73	58,93	10,68	78,06	22,78	99,78

Dai dati esposti emerge come il trattamento più efficace sia stato quello precoce (con riduzioni della densità del fitomizo varianti fra il 42,7 ed il 67,5% e della percentuale di foglie infestate tra il 39,41 ed il 44,43%). Il trattamento tardivo, pur avendo avuto sulla densità di *E. tiliae* un'efficacia paragonabile al primo (con riduzioni del numero medio di individui per foglia comprese fra il 44,02 ed il 49,51%), non ha sortito gli stessi effetti sull'infestazione, che si è ridotta solamente fra il 10,63 ed il 30,73%. Inoltre, a causa del più alto livello d'abbondanza della specie, la riduzione della popolazione è stata rapidamente annullata ad opera degli afidi presenti sugli ospiti non trattati, che hanno reinfestato le piante irrorate.

Dall'esperienza del 1996 si può quindi dedurre che per un'efficace applicazione di tale tecnica si debbano rispettare le seguenti indicazioni: a) tempestiva esecuzione dell'intervento all'inizio dell'attacco (quando tra l'altro si hanno una minore presenza di alati ed individui di maggiori dimensioni e quindi più facilmente asportabili con il getto d'acqua atomizzato); b) eventuale ripetizione del trattamento in tempi ravvicinati al primo; c) estensione dell'intervento alla maggiore quantità possibile di tigli onde evitare rischi di reinfestazione.

Una notevole riduzione degli attacchi di Cocciniglie e Diaspini può ottenersi con opportune potature che, come nel caso di *Kermes vermilio*, oltre all'asportazione delle parti secche interessino anche i circostanti giovani rami, sui quali si concentra la maggior parte delle giovani neanidi (BELCARI & MINNOCCI, 1989; BELCARI, 1991). In tutti i casi ed in via preliminare si deve comunque evitare l'esecuzione di qualunque trattamento insetticida con prodotti ad ampio spettro d'azione, che, come precedentemente accennato, potrebbero aggravare la situazione con l'abbattimento dell'entomofauna utile che evolve a carico dei fitomizi. Se necessari, gli interventi chimici devono basarsi fundamentalmente sull'impiego di oli minerali bianchi distribuiti, tenendo conto della specie da combattere, esclusivamente nel periodo di presenza in campo delle giovani neanidi. Il solo impiego di tali prodotti ha, ad esempio, consentito di ridurre una fortissima infestazione di *K. vermilio* nel Parco delle Rimembranze di Tempio Pausania, che nel 1992 era giunta a provocare il disseccamento dal 20 al 50% delle chiome dei lecci. Nel volgere di un biennio, praticando due trattamenti all'anno (uno in agosto e l'altro in dicembre, con emulsioni acquose rispettivamente all'1 ed al 2% di olio bianco al 95% di residuo insolfonabile) si è pienamente controllato l'attacco, mentre in un quadriennio si è spontaneamente completata la ricostituzione della chioma delle piante.

L'opportunità degli interventi di lotta contro i Lepidotteri defogliatori può essere stabilita per tempo stimando l'abbondanza delle loro popolazioni, con il conteggio, sulle piante ospiti, dei nidi invernali per *Euproctis*

*chrysorrhoea* e di quelli primaverili per *Malacosoma neustria* oppure delle ovature per *Lymantria dispar*. Per prevedere le infestazioni di *Tortrix viridana* si deve invece fare ricorso ad osservazioni più minute, controllando la presenza di ovideposizioni su campioni di rametti con l'ausilio di lenti d'ingrandimento o di stereomicroscopi. Eventuali pullulazioni dei fitofagi in questione possono essere adeguatamente contenute con la distribuzione di preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki*, particolarmente efficaci se utilizzati con appropriati dosaggi contro le larve delle prime età (LUCIANO & PROTA, 1993). Nel caso di *E. chrysorrhoea* il controllo biologico può essere integrato con la raccolta e la distruzione invernale dei nidi, utile a ridurre in ambiente urbano la presenza delle sue "irritanti" larve.

Anche la lotta a *Galerucella luteola* può essere attualmente condotta senza particolari rischi per gli animali omeotermi ricorrendo ai piretroidi di sintesi (ad es.: permethrin), anche se come già detto, la lunga attività insetticida e l'ampio spettro d'azione che li caratterizzano rende opportuno il loro impiego solo in presenza di attacchi che interessino oltre il 25% delle foglie degli olmi (LOZZIA & DAOLIO, 1985).

Per quanto concerne gli xilofagi si ritiene di dover rimarcare l'opportunità di evitare le condizioni di "stress" nei vegetali e di contenere gli attacchi di fitomizi e di defogliatori che potrebbero favorirne l'insediamento e la moltiplicazione. In alcuni casi si può ricorrere all'asportazione delle parti legnose infestate o addirittura all'abbattimento delle piante per evitare i danni da "schianto" e la diffusione degli attacchi. L'applicazione di quest'ultima pratica si rende obbligatoria in presenza delle temute infestazioni di Scolitidi (soprattutto per il loro ruolo di vettori di pericolosi patogeni fungini su cipresso ed olmo) che andranno combattute anche con l'esecuzione di interventi insetticidi nei periodi di comparsa degli adulti, che potrebbero essere opportunamente individuati con l'impiego di trappole a feromoni (COVASSI & MASUTTI, 1980).

## CONCLUSIONI

Dall'insieme delle considerazioni esposte emerge la complessità delle problematiche inerenti la salvaguardia fitosanitaria del verde urbano. Senz'altro non si può prescindere da un'approfondita conoscenza della biologia, del comportamento e delle tecniche di rilevamento delle principali avversità e dei fattori biotici ed abiotici che influenzano la loro densità o patogenicità. Tali conoscenze di base sono indispensabili per una corretta ed efficace applicazione delle più appropriate tecniche di lotta. Sarebbe pertanto opportuno che le pubbliche amministrazioni per la predisposizione dei capitolati d'appalto e per la direzione degli interventi d'impianto, manutenzione e difesa del verde urbano si rivolgessero esclusivamente a tecnici specializzati. Sarebbe inoltre auspicabile che gli appalti non venissero solamente affidati col criterio della minore spesa ma anche sulla base della dimostrata pregressa esperienza nel settore delle ditte concorrenti e prevedessero la durata pluriennale dell'affidamento dei lavori, che garantirebbe l'acquisizione di una corretta conoscenza delle problematiche fitosanitarie delle singole aree verdi e la costanza nell'esecuzione degli interventi. Si ritiene infine che la cura e la difesa del verde pubblico esistente, impostata secondo queste direttrici, possa essere una delle più efficaci risposte che le amministrazioni pubbliche debbono dare alla domanda, avanzata da sempre più larghi strati di cittadini, di una migliore qualità della vita.

## SUMMARY

PEST MANAGEMENT IN URBAN TREES - Brief notes are provided on the main insect pests attacking the plants most commonly grown in Sardinian urban environments (pine, cypress, ilex, elm, *Ficus*, plane, false acacia, lime, palm, pittosporum, euonymus and oleander). The possibility of applying integrated control strategies in urban areas is examined.

KEY WORDS: Insect pests, Urban trees, Sardinia, Integrated control

## BIBLIOGRAFIA

- ACHENZA A., 1995 - Indagine sulle specie arboree ed arbustive del patrimonio vegetale della città di Sassari. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 30: 131-150.
- ANTONELLI R., 1989 - La *Phylloxera quercus* afide dannoso a varie specie di querce. *Inform. Fitopatol.*, 39(7/8): 27-33.
- ARZONE A., 1973 - *Corythucha ciliata* (Say) nuovo nemico dei platani in Piemonte (Hemiptera Tingidae). *Torino Municipalizzate*, 11(6): 37-45.
- ARZONE A., VIDANO C., 1990 - Insetti esotici di nuova introduzione in Italia ed in Piemonte. *Inform. Fitopatol.*, 40(7/8): 47-54.
- BARBAGALLO S., 1986 - Annotazioni faunistiche ed ecologiche sugli Afidi della Sardegna. *Frustula entomol.*, n.s., 7-8: 421-427.
- BARBINI R., COLAO F., FANTONI R., PALUCCI A., RIBEZZO S., CINTI S., PAPA-RATTI B., 1995 - Monitoraggio mediante Lidar fluorosensore di piante di pino domestico attaccate dal Coleottero Scolitide Blastofago distruttore (*Blastophagus destruens* W.) al Centro ENEA di Frascati. Servizio Edizioni Scientifiche - ENEA Centro Ricerche Frascati, RT/INN/95/27: 38 pp.
- BELCARI A., 1991 - Ulteriori acquisizioni sulla biologia e sulle possibilità di controllo in Toscana di *Kermes vermilio* (Planchon) (Rhynchota: Kermesidae). *Disinfestazione*, 8(6): 23-26.
- BELCARI A., MINNOCCI A., 1989 - Attacchi di *Kermes vermilio* (Planchon) (Rhynchota: Kermesidae) su *Quercus ilex* L. in Toscana. *Disinfestazione*, 6(5): 48-52.
- BINAZZI A., 1978 - Contributo alla conoscenza degli Afidi delle Conifere. I. Le specie dei generi *Cinara* Curt., *Schizolachnus* Mordv., *Cedrobium* Remaud. ed *Eulachnus* D. Gu. presenti in Italia (Homoptera Aphidoidea Lachnidae). *Redia*, 61: 291-400.
- BISIACH C., 1985 - L'antracnosi ed il cancro colorato del platano. *Acer*, 1985, 2: 23-25.
- BOLCHI SERINI G., 1990 - Parassitoidi di *Parectopa robiniella* Clemens e *Phyllonorycter robiniellus* (Clemens) (Lepidoptera Gracillariidae). *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 22(2): 139-149.
- BOLCHI SERINI G., TREMATERRA P., 1989 - Comparsa del nearctico *Phyllonorycter robiniellus* (Clemens) (Lepidoptera Gracillariidae) in Italia. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 21: 193-198.
- CAPPELLI A., 1996 - Gli aspetti normativi che regolano l'impiego dei prodotti chimici antiparassitari nelle aree urbane. *Disinfestazione*, 13(2): 19-24.
- COVASSI M., 1985 - Piante minacciate nelle città e loro destino. Atti Convegno "Entomologia urbana per la qualità della vita". In: *Atti Acc. Naz. Ital. Entomol.*, Rendiconti, 30-31: 197-220.
- COVASSI M., BINAZZI A., 1979 - Gli insetti del cipresso più comuni e dannosi in Italia e cenni di lotta. *Atti Sem. "Il Cipresso malattie e difesa"* (Firenze, 23-24 novembre 1979): 203-216.
- COVASSI M., MASUTTI L., 1980 - Generalità sull'entomofauna degli olmi, con particolare riguardo ai Coleotteri Scolitidi vettori della grafiosi. *Inform. Fitopatol.*, 30(1): 19-26.
- CROVETTI A., ANTONELLI R., 1986 - La difesa del verde urbano. *L'Agricoltura italiana*, 3/4: 13-54.

- LOCHE P., PIRAS S., PISEDDE V., PODDA P., 1984 - Contributo alla conoscenza di *Gynaikothrips ficorum* March. (Thysanoptera, Tubulifera), tripide dannoso al *Ficus retusa* Desf. in Sardegna: orientamenti di lotta. *La difesa delle piante*, 3: 153-160.
- LONGO S., 1981 - Ficus e platani cittadini assaltati dagli insetti. *Giornale del Sud*, 11 agosto 1981, pag. 12.
- LOZZIA G. C., DAOLIO E., 1985 - Lotta antiparassitaria vigilata sulle alberature cittadine. L'esempio di Cusano Milanino. *Acer*, 1985, 4/5: 8 pp.
- LUCIANO P., 1989 - I fitofagi dannosi alle alberature cittadine. *Disinfestazione*, 6(5): 40-47.
- LUCIANO P., CANTONE V., 1994 - Osservazioni sugli Afidi *Eucallipterus tiliae* (L.) e *Tinocallis platani* (Kalt.) (Homoptera Callaphididae) dannosi al verde pubblico. *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, 35(1): 133-142.
- LUCIANO P., CORDA P., LOCHE P., 1992 - Aspetti fitosanitari del verde urbano. *Genio rurale*, 1992(7/8): 63-71.
- LUCIANO P., PANTALEONI R. A., 1996 - Osservazioni sulla dinamica di popolazione di due Fillafidini dannosi al verde urbano. *Disinfestazione*, 13(5): 9-15.
- LUCIANO P., PROTA R., 1993 - Risultati dell'applicazione di preparati a base di *Bacillus thuringiensis* Berl. a protezione dei boschi di *Quercus suber*. M.A.F. - Convegno "Piante forestali", Firenze, 1992 (coord. M. Covassi), ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma, 1993: 117-124.
- MICELI DE BIASE L., CALAMBUCA E., 1979 - L'*Appendiseta robiniae* (Gillette) nuova specie per l'Italia su *Robinia pseudoacacia* L. *Inform. Fitopatol.*, 29(11/12): 31-33.
- MONTERMINI A., BOSELLI M., 1991 - La diffusione dell'Ifantria americana in Italia. *Inform. Fitopatol.*, 41(7/8): 7-13.
- PATTI I., 1977 - La moria dei cipressi in relazione alle infestazioni dell'afide *Cinara cupressi* (Bckt.). *Tecnica agricola*, 29(3): 223-233.
- PRINCIPI M. M., 1953 - Sviluppo postembrionale ed etologia della *Lithocolletis platani* Stgr. (Lepidoptera Gracilariidae). *Boll. Ist. Entomol. Univ. Bologna*, 19: 171-250.
- RAPISARDA C., MAZZEO G., PATTI I., 1996 - Aspetti entomologici del verde urbano in alcune città della Sicilia. *Disinfestazione*, 13(4): 17-26.
- RASPI A., ANTONELLI R., 1989 - Alcune note sulla *Leucaspis pusilla* Loew (Homoptera Diaspididae), parlatorino dannoso su pini in Toscana. *Frustula entomol.*, n.s., 10: 127-152.
- SPAMPINATO R. G., 1987 - L'afide giallo della Robinia, *Appendiseta robiniae* (Gill.), si diffonde nel territorio italiano. *Inform. Fitopatol.*, 37(3): 51-54.
- TIBERI R., COVASSI M., NOTA E., 1978 - Cenni sugli insetti più dannosi al platano, con particolare riferimento alla Tingide americana. *Inform. Fitopatol.*, 28(11/12): 67-72.
- TIBERI R., PANCONESI A., ROVERSI P. F., 1988 - Ulteriori indagini sul metodo per iniezione nella lotta contro *Corythucha ciliata* (Say) e *Gnomonia platani* (Kleb.). *Redia*, 71(1): 227-245.
- TIBERI R., ROVERSI P. F., 1991 - Gli insetti fitofagi dannosi al verde urbano in Toscana: danni e possibili rimedi. *Disinfestazione*, 8(6): 16-22.
- TREMATERRA P., BOLCHI SERINI G., 1991 - Sulla biologia di *Phyllonorycter robiniiellus* (Clemens) (Lepidoptera Gracillariidae), minatore fogliare di *Robinia pseudoacacia* L. *Inform. Fitopatol.*, 41(3): 49-52.

- TREMBLAY E., RUSSO L. F., MALDERA D., CURTO D., 1986 - Prove di controllo della Tingide del platano (*Corythucha ciliata* Say) mediante iniezioni insetticide nel tronco. *Atti Giorn. Fitopatol.*, 1986, 1: 121-130.
- VANNELLI S., 1986 - Breve guida al verde di Cagliari. *Litotip. P. Pisano*, Cagliari, 16 pp.
- VANNELLI S., 1987 - Il verde in Sardegna. *Stampacolor*, Muros (Sassari), 259 pp.
- VIDANO C., 1970 - Foglioline di *Robinia pseudoacacia* con mine di un microlepidottero nuovo per l'Italia. *Apicolt. mod.*, 61(10): I-II.
- VIDANO C., 1983 - Indetti nemici attuali e potenziali di *Robinia pseudoacacia*. *Apicolt. mod.*, 74 (5): 181-185.
- ZECCHINI D'AULERIO A., MARCHETTI L., DALLA VALLE E., DE GIOVANNI G., BADIALI G., BOSELLI M., LODI M., 1990 - Controllo simultaneo su platano di *Gnomonia platani* (Kleb.) e *Corythucha ciliata* (Say) con iniezioni di fitofarmaci al tronco. *Inform. Fitopatol.*, 40(5): 59-63.
- ZOCCHI R., 1956 - Insetti del cipresso. I. Il gen. *Phloeosinus* Chap. (Coleoptera Scolitidae) in Italia. *Redia*, 41: 129-225.

## LA LOTTA MICROBIOLOGICA A DIFESA DELLE SUGHERETE. RISULTATI OTTENUTI IN SARDEGNA

Pietro LUCIANO e Andrea LENTINI  
*Istituto di Entomologia agraria - Università di Sassari*  
*via E. De Nicola - 07100 Sassari*

**RIASSUNTO.** Si riporta una sintesi delle indagini condotte in sugherete della Sardegna sui principali lepidotteri defogliatori. Le specie che causano danni di un certo rilievo sono *Lymantria dispar* L. e *Malacosoma neustria* (L.), con infestazioni di tipo periodico, e *Tortrix viridana* L., con fluttuazioni di tipo temporaneo. La periodicità delle gradazioni di *L. dispar*, studiata con il conteggio delle ovature, ha avuto un'ampiezza variabile fra 11 e 5-6 anni nei diversi comprensori subericoli dell'Isola, probabilmente per le differenti condizioni di conservazione degli equilibri naturali nei singoli ambienti indagati. Sono inoltre illustrati i risultati di prove di lotta microbiologica condotte contro questo defogliatore con preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki*. Dosi superiori a 30 miliardi di U.I. per ettaro hanno determinato elevate mortalità larvali (anche superiori all'80%) mentre la distribuzione di soli 16 miliardi di U.I./ha non ha garantito un'efficace protezione della vegetazione. I preparati microbiologici saggiati nel corso di 5 anni di sperimentazione non hanno avuto nessun effetto negativo diretto sull'entomofauna utile.

### INTRODUZIONE

In Sardegna i boschi a *Quercus suber* L., oltre ad avere un indubbio valore naturalistico, assumono una notevole importanza economica per la produzione di sughero, come si può desumere dalle statistiche dell'Osservatorio Economico e Finanziario della Sardegna che riportano per il 1992 un fatturato dell'industria locale di trasformazione di circa 141 miliardi e un fabbisogno di 160.000 quintali di sughero. Le sugherete sarde, con un'estensione di circa 90.000 ha, garantiscono l'approvvigionamento di buona parte della materia prima, ma le periodiche infestazioni di Lepidotteri defogliatori riducono fortemente le produzioni, costringendo gli imprenditori a ricorrere ad importazioni sempre maggiori. Al fine di stabilire la

composizione e la consistenza della lepidotterofauna infeudata alla sughera, l'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari, da oltre un trentennio, ha intrapreso sistematiche osservazioni nel settentrione dell'Isola e più di recente ha esteso a tutti i principali comprensori forestali lo studio della dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. (Lepidottero Limantride), il defogliatore più temibile per ampiezza e frequenza dei danni. Contro questo insetto, in passato combattuto con l'impiego di antiparassitari chimici di sintesi, sono state inoltre condotte esperienze di lotta con l'uso di preparati microbiologici, che meno interferiscono con i già precari equilibri naturali esistenti nelle sugherete. In questa sede vengono riportati i risultati più significativi conseguiti recentemente e viene prospettata un'ipotesi di gestione fitosanitaria ecocompatibile.

#### L'ECOSISTEMA SUGHERETA

La sughera in condizioni di naturalità vegeta in boschi misti con *Quercus ilex* L. o *Quercus pubescens* Willd. o in cenosi miste con *Olea oleaster* Hoffmg. et Link., ma la forte pressione antropica, con l'incendio dei boschi e il taglio selettivo, ha determinato nella maggior parte delle condizioni la formazione di boschi puri di tale essenza. Il più recente sviluppo della zootecnia, con eccessivi carichi di bestiame per ettaro e le lavorazioni con mezzi meccanici nei terreni a bassa pendenza, ha degradato ulteriormente molte aree subericole riducendole a estesi comprensori a bosco pascolo. La notevole semplificazione dell'ecosistema ha reso questi popolamenti forestali maggiormente vulnerabili e un'ampia serie di fattori abiotici e biotici ha determinato nel corso di questi ultimi anni un grave "deperimento" delle piante, compromettendo in molti casi la naturale rinnovazione del bosco. L'eziologia di questi fenomeni è piuttosto complessa in quanto intervengono molti fattori di difficile determinazione ma, dalle osservazioni sinora effettuate, si può ipotizzare che cause scatenanti eccezionali, quali la prolungata siccità, interagiscono con situazioni particolari - terreni poveri e

superficiali, eccessivo pascolamento, mancata esecuzione delle normali cure del bosco - rendendo le piante più sensibili all'attacco degli insetti e dei patogeni fungini che in tempi più o meno rapidi le portano al declino vegetativo. L'esigenza di salvaguardare le sugherete esistenti e di ampliarne la superficie investita per aumentare la produzione di sughero è stata in parte soddisfatta dalla politica agricola comunitaria che, con il Regolamento 2080/92, prevede un intervento su 4.500 ha tra nuove piantagioni e recupero di sugherete danneggiate dagli incendi. Se si escludono queste azioni di lungo periodo, che faranno sentire i loro benefici effetti solo fra 30-40 anni, il mantenimento della produzione sughericola richiede interventi adeguati fra i quali la difesa fitosanitaria occupa una posizione di rilievo.

#### AGENTI NOCIVI TRATTATI

Tra i fattori biotici dannosi ai boschi di *Q. suber* un particolare rilievo assumono gli insetti e fra essi i Lepidotteri defogliatori che influiscono negativamente sull'accrescimento e la produttività delle piante. Gli studi condotti presso la Stazione Sperimentale del Sughero di Tempio Pausania (CAMBINI, 1971) indicano una riduzione della produzione di sughero del 60% in caso di defogliazione totale e del 40% con una defogliazione del 50%; la gradualità con cui viene ricostituita la massa fogliare originaria determina un'ulteriore perdita nei 2-3 anni successivi.

Uno studio sulla lepidotterofauna, condotto dal 1964 in una sughereta del nord dell'Isola, con catture di adulti a trappole luminose e rilievi diretti sulla vegetazione, ha evidenziato la presenza di oltre 300 specie. Di queste, la gran parte ha manifestato fluttuazioni di tipo latente mai capaci di provocare danni apprezzabili (PROTA, 1973, 1974). Solo alcune specie, rappresentate da *L. dispar*, *Malacosoma neustria* L. (Lasiocampide) e *Tortrix viridana* L. (Tortricide), negli anni di maggiore abbondanza possono determinare defogliazioni totali su interi comprensori forestali. I primi due

Lepidotteri hanno fluttuazioni cicliche regolari mentre il Tortricide solo periodicamente supera la soglia economica di danno (Fig. 1).

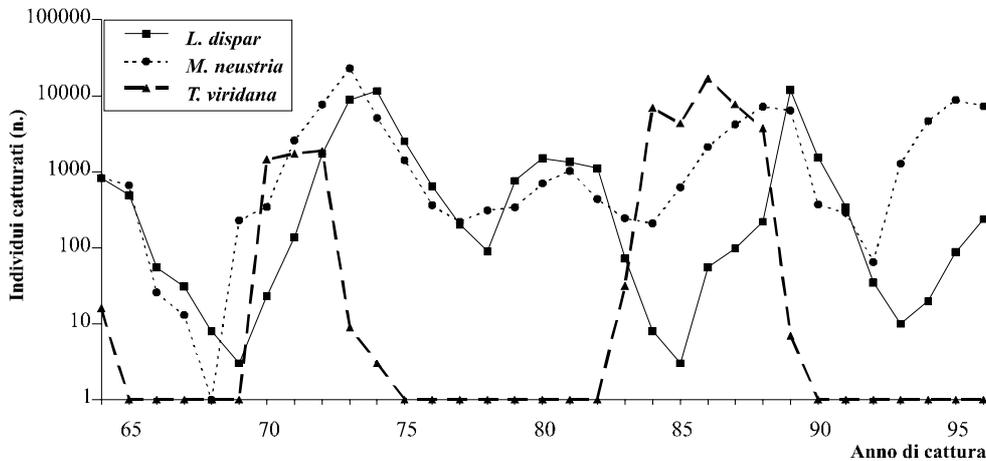


Fig. 1 - Catture di adulti dei principali defogliatori forestali (esprese come log di  $n + 1$ ) (Tempio Pausania, loc. "Cusseddu", 1964-1996).

Un'adeguata difesa del bosco non può prescindere dallo studio dei meccanismi che regolano l'andamento delle fluttuazioni e dalla precisa conoscenza delle condizioni fitoclimatiche in cui esse si verificano. Un insieme di fattori endogeni, quali la fertilità, il rapporto tra i sessi, la competizione intraspecifica, ecc. interagiscono con fattori esogeni, quali le condizioni climatiche, la quantità e la qualità del cibo, la competizione interspecifica per l'alimento, il complesso parassitario, ecc., determinando in ultima analisi una variazione della densità di popolazione. In particolare, fra i fattori che regolano le popolazioni di *L. dispar* e *M. neustria*, quelli biotici sembrano avere la maggiore importanza (DELRIO *et al.*, 1983; LUCIANO & PROTA, 1982, 1986). Infatti i parassitoidi, i predatori, le malattie e la competizione intraspecifica per l'alimento (che si traduce in una minore capacità riproduttiva o nella morte per inedia degli stadi preimmaginali) determinano il passaggio delle popolazioni dalle più alte densità a livelli di latenza (PROTA & LUCIANO, 1989). Questi stessi fattori, però, non sono in grado di

mantenere i due fitofagi costantemente sotto la soglia di danno consentendo alle loro popolazioni di rientrare in fase di progradazione (LUCIANO & PROTA, 1985a). I parassitoidi e i predatori sembrano avere un'importanza minore nelle repentine riduzioni di abbondanza di *T. viridana*. Infatti la scarsa incidenza della pur vasta schiera di entomofagi (DELRIO *et al.*, 1988) fa presumere che anche nel nostro ambiente giochino un ruolo di primo piano le malattie causate da protozoi (LIPA & MADZIARA-BORUSIEWICZ, 1976).

I fattori di regolazione delle popolazioni dei defogliatori sembrano agire con un'intensità dipendente dalle condizioni fitoclimatiche delle diverse zone forestali. Indagini più che decennali sulle variazioni di densità di *L. dispar*, condotte in tutte le principali aree subericole dell'Isola, hanno infatti evidenziato come l'ampiezza delle fluttuazioni del lepidottero considerato è strettamente legata alla complessità dell'ecosistema (PROTA & LUCIANO, 1989). In particolare dall'elaborazione dell'insieme dei dati raccolti in oltre 160 località, in ciascuna delle quali si è annualmente provveduto al conteggio delle ovature presenti su 40 piante, è stato possibile catalogare le sugherete dell'Isola in tre gruppi a diversa frequenza di danno. Nelle aree maggiormente degradate (da un eccessivo sfruttamento zootecnico e da frequenti lavorazioni del terreno a favore di erbai autunno-vernini), le sugherete, oramai ridotte a bosco pascolo, sono esposte a rischio frequente di defogliazione e il fitofago manifesta alte densità di popolazione ogni 5-6 anni. In questi ambienti, l'estrema semplificazione della fitocenosi determina un impoverimento dell'entomofauna. Di conseguenza la rarefazione delle convittime riduce sensibilmente la possibilità di riproduzione per gli ausiliari polifagi e polivoltini che risultano indispensabili proprio nel contenimento delle popolazioni di *L. dispar* a basse densità. Questa ipotesi trova sostegno anche nel fatto che pullulazioni ugualmente ravvicinate manifesta *M. neustria*, i cui nemici naturali sono in larga parte gli stessi di *L. dispar*. Le sugherete localizzate in ambienti poco accessibili con mezzi meccanici e poste in aree a pastorizia tradizionale meno intensiva, che conservano generalmente il sottobosco tipico delle aree

ralmente il sottobosco tipico delle aree mediterranee (cisto, corbezzolo, mirto, erica, fillirea, lentisco, citiso, ginepro, ecc.), sono invece ritenute a rischio periodico di danno in quanto le fluttuazioni del Limantride hanno un'ampiezza di 8-9 anni. In queste zone, la maggiore ricchezza floristica permette lo sviluppo di numerose convittime di *L. dispar* e *M. neustria* ed una conseguente elevata densità di popolazione dei parassiti polifagi e polivoltini, garantendo così una più lunga permanenza dei due defogliatori in fase di latenza (LUCIANO & PROTA, 1986). Le aree subericole contigue a formazioni forestali a leccio (*Q. ilex*) e a roverella (*Q. pubescens*), che rendono l'ambiente più complesso e quindi meno esposto alle infestazioni, risultano a rischio saltuario di danno con infestazioni di *L. dispar* che si ripetono ad intervalli di oltre 10 anni (Fig. 2).

## DIFESA

Per mantenere, in un ecosistema semplificato, quale la sughereta, i fitofagi "chiave" costantemente al di sotto di una soglia di danno compatibile con la sua produttività ed il suo rinnovo, da parte dell'uomo vanno poste in atto strategie di difesa che tendano o al ripristino degli equilibri alterati o a ridurre l'intensità degli attacchi con metodi e mezzi che comunque non aggravino ulteriormente la situazione. In questa sede viene trattata la seconda soluzione che, pur non risolvendo il problema alla radice, pare l'unico approccio possibile nel breve periodo.

## Monitoraggio

Nell'impostazione della difesa fitosanitaria di un territorio, è essenziale il costante e capillare monitoraggio della popolazione del fitofago al fine di individuare le aree in cui esso sfugge al controllo dei propri nemici naturali entrando in fase di progradazione. I metodi di campionamento adottati per valutare l'abbondanza delle popolazioni di *L. dispar* si basano

sano

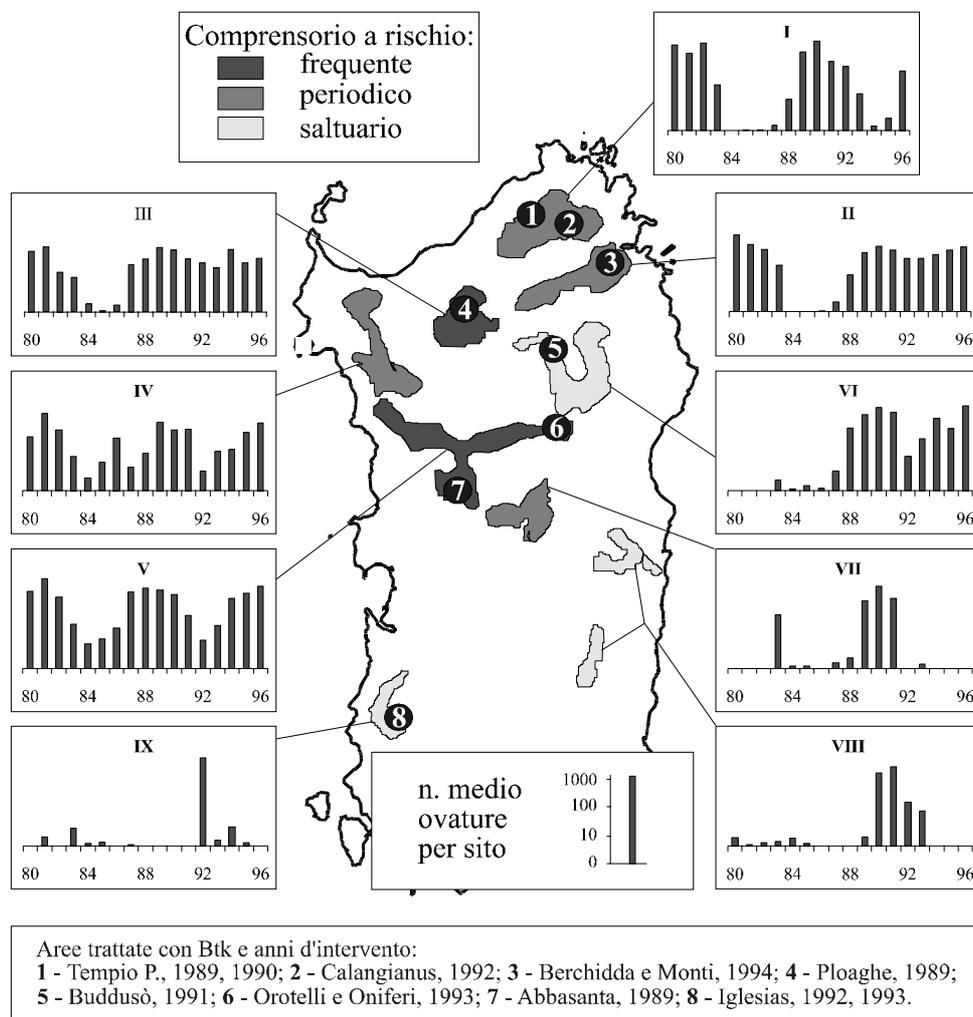


Fig. 2 - Principali comprensori a *Quercus suber* L. della Sardegna (I - IX) e relativa esposizione al rischio di defogliazione stabilito sulle variazioni di densità di *Lymantria dispar* L. allo stadio di uovo (i dati sull'abbondanza delle ovature sono riferiti al periodo 1980-96 e riportati, come log di  $n + 1$ , tenendo conto dell'anno di schiusura); in numeri arabi (1 - 8) sono indicati i comuni in cui sono stati eseguiti trattamenti sperimentali con Btk.

sul conteggio delle ovature o dei maschi catturati a trappole innescate con feromone. L'esperienza maturata in Sardegna, usando le trappole "Lure N Kill" innescate con "Hercon Luretape Plus", ha portato all'esclusione di questo mezzo poiché in linea generale non c'è correlazione tra le catture alle singole trappole e il numero di ovature per sito (LUCIANO, 1989). Il conteggio diretto delle ovature presenti su 40 piante per sito (10 piante allineate e contigue per direzione cardinale a partire da un punto di riferimento comune centrale) permette invece una corretta valutazione delle fasi di gradazione delle popolazioni e un'efficace individuazione dei primi focolai di infestazione (LUCIANO & PROTA, 1985b). Questo metodo consente inoltre l'indubbio vantaggio di una sua applicazione in un arco di tempo molto vasto compreso tra la fine delle deposizioni (agosto) e l'inizio delle schiusure nella primavera successiva (aprile). Di contro, il conteggio di tutte le ovature deposte su 40 piante per sito di controllo, pur essendo idoneo per lo studio scientifico della dinamica di popolazione, risulta eccessivamente laborioso e oneroso. Infatti, quando si vogliono monitorare ampie aree forestali con una fitta rete di siti di rilevamento è necessario utilizzare metodi di campionamento più rapidi.

L'evidenziazione della stretta relazione esistente tra la percentuale di piante con ovature e il numero medio di ovature per pianta ha portato ad una notevole semplificazione del metodo precedente, consentendo un notevole risparmio economico. Il numero di piante occupate da ovature stima in maniera particolarmente efficace le densità medio-basse del Limantride e permette la puntuale determinazione del passaggio dalla fase di latenza a quella di progradazione (PROTA & LUCIANO, 1989).

#### Gli interventi di lotta

Nelle condizioni ambientali dell'Isola, che offrono generalmente ampie prospettive di sfruttamento a sfondo naturalistico, l'unica concreta possibilità di contenimento delle infestazioni appare l'impiego di preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk), che non influenzano negati-

vamente i già precari equilibri faunistici esistenti nelle sugherete e riducono i danni provocati dalle pullulazioni di *L. dispar* senza sconvolgerne il naturale andamento delle gradazioni. Dopo prove preliminari condotte su piccole superfici, nel periodo 1990-95 l'Istituto di Entomologia agraria di Sassari ha sperimentato su ampia scala diversi preparati a base di Btk per stabilirne l'efficacia e definirne le migliori modalità d'impiego in ambiente mediterraneo. I prodotti saggiati e le relative dosi e modalità di impiego sono riportate in Tab. I. La sperimentazione è stata condotta in aree forestali omogenee su parcelle di forma quadrata e di superficie variante, nei diversi anni, da 20 a 50 ha circa. I prodotti sono stati irrorati mediante elicottero munito di barra di distribuzione lunga 12 m e fornita di 52 ugelli per la distribuzione a basso volume (LV) e di 4 micronair per l'irrorazione a ultra basso volume (ULV). L'efficacia dei trattamenti è stata valutata in campo stimando la densità larvale del Limantride prima e dopo 7, 14 e 21 giorni dagli interventi (LUCIANO *et al.*, 1991). Dall'insieme di tutte le prove è emerso che l'efficacia dei trattamenti è fortemente condizionata non solo dalle dosi di bioinsetticida usate ma anche dalla formulazione del prodotto, dalle modalità di distribuzione, dalla tempestività dell'intervento e dall'andamento climatico primaverile. In particolare, quando i preparati a base di Btk sono stati applicati a dosi di 16 Miliardi di Unità Internazionali (M.U.I.) per ettaro si è avuta un'insufficiente riduzione della densità dell'insetto e un'inadeguata protezione del fogliame. Invece ricorrendo all'impiego di circa 60 M.U.I./ha è stato possibile ottenere mortalità del fitofago superiori all'80%, anche quando la sua popolazione era già costituita per il 30% da individui di III età, e proteggere la vegetazione anche in presenza di un'elevata densità del defogliatore (più di 5 larve per rametto di circa 30 cm di lunghezza) (Tab. I). Se l'abbondanza del fitofago non è eccessiva (2 larve/rametto) uguale efficacia può essere ottenuta dimezzando la dose (32 M.U.I./ha) purché si abbia l'accortezza di operare l'intervento su popolazioni ancora costituite per oltre il 90% da larve di I-II età (come noto più sensibili all'intossicazione) e di impiegare apparati di distribuzione, quali i

micronair, che favoriscono una maggiore ed uniforme penetrazione dei prodotti all'interno della vegetazione (1991). Tuttavia, in ambiente mediterraneo

Tab. I - Variazioni della densità larvale di *Lymantria dispar* L. in sugherete della Sardegna trattate con diversi preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki* ed in contigue aree testimoni nel 1990-95.

Anno	Prodotto	Quantità (M.U.I./ha)	Formulazione	Distribuzione	Larve/rametto (n.)			
					giorni dal trattamento			
					0	7	14	21
1990	Foray 48B	63,50	SC	ULV	5,16 a*	2,89 b	0,98 c	
	Bactucide P	16,00	PB	LV	5,07 a	4,37 a	3,59 a	
	Testimone				4,89 a	6,99 b	D.T.	
1991	Foray 48B	31,75	SC	ULV	1,59 a	0,38 b	0,24 b	0,23 b
	Bactucide S	56,00	SC	ULV	1,42 a	0,52 b	0,28 b	0,22 b
	Testimone				1,50 a	1,24 a	1,07 a	0,98 a
1992	Foray 48B	31,75	SC	ULV	0,60 a	0,38 ab	0,28 b	0,25 b
	Bactospeine	32,00	PB	LV	0,77 a	0,46 b	0,45 b	0,49 b
	Testimone				0,91 a	0,94 a	0,83 a	1,08 a
1993	Foray 48B	63,50**	SC	ULV	1,67 a	0,32 b	0,30 b	0,21 b
	Foray 48B	63,50	SC	ULV	1,68 a	0,31 b	0,26 b	0,17 b
	Testimone				2,14 a	1,67 a	D.T.	
1995	Foray 48B	63,50	SC	ULV	6,64 a	2,09 b	1,13 b	1,19 b
	Testimone				6,80 a	5,84 a	5,05 a	D.T.
1995	MVP		SC	ULV	4,06 a	2,05 b	1,87 b	1,78 b
	Testimone				4,53 a	4,23 a	4,08 a	D.T.

\* I valori riportati nella stessa riga e seguiti dalla stessa lettera non differiscono significativamente per  $P < 0,05$ .

\*\* Il prodotto è stato distribuito in due interventi, distanziati di una settimana, in ciascuno dei quali è stata impiegata la dose di 31,75 miliardi di U. I./ha.

SC = Pasta fluida.

PB = Polvere bagnabile.

ULV = Ultra basso volume.

LV = Basso volume.

D.T. = Defogliazione totale.

neo i risultati dei trattamenti possono essere talvolta influenzati dalle condizioni climatiche ed in particolare da imprevedibili abbassamenti termici

primaverili, che, limitando l'assunzione di cibo da parte dell'insetto e rallentandone il metabolismo larvale, possono ridurre considerevolmente l'efficacia dei formulati. Ciò è stato osservato nel 1992, quando con temperature medie giornaliere comprese fra 12 e 17 °C si è rilevata una mortalità larvale dimezzata rispetto alle prove degli anni precedenti. In tali condizioni si potrebbe vantaggiosamente far ricorso ad una seconda somministrazione. Al contrario, come dimostrato nella sperimentazione del 1993 (LUCIANO *et al.*, 1995), il secondo intervento risulta praticamente inefficace in presenza di un normale andamento climatico primaverile, che in breve tempo consente alle larve il raggiungimento di un'età poco sensibile all'azione dei preparati a base di Btk. Le prove preliminari condotte per saggiare l'MVP, prodotto esclusivamente a base di delta endotossina di Btk, hanno messo in evidenza una discreta efficacia del preparato con mortalità del 56% ed una sufficiente protezione della vegetazione.

#### Effetti sulla fauna utile

Le osservazioni sul parassitismo hanno dimostrato una buona compatibilità tra l'uso del *B. thuringiensis* e l'attività dei principali entomofagi che concorrono alla regolazione delle popolazioni di *L. dispar*. Nelle aree trattate, tra i parassitoidi che evolvono a carico delle larve, è stata notata in alcuni casi una minore incidenza dei Braconidi (*Apanteles porthetriae* Mues., *A. melanoscelus* (Ratz.) e *Meteorus pulchricornis* (Wesm.)) attribuibile alla premorienza degli ospiti. I Ditteri *Compsilura concinnata* (Meig.), *Exorista larvarum* (L.) e *Parasetigena silvestris* (R.-D.) hanno avuto un'incidenza piuttosto bassa e non hanno mostrato apprezzabili differenze fra le tesi mentre *Blepharipa pratensis* (Meig.) ha determinato tassi di mortalità fino al 36%. Sui campioni di crisalidi la parassitizzazione è stata notevolmente elevata e l'ausiliario più importante, la *B. pratensis*, ha determinato nelle diverse tesi mortalità piuttosto uniformi con valori fino all'80%. L'incidenza del Calcidide *Brachymeria intermedia* (Nees) è stata molto variabile ed ha fatto registrare i valori più elevati nelle aree testimoni

(fino al 45% nel 1993) confermando come questo parassitoide sia più attivo nelle aree pesantemente defogiate (LUCIANO & PROTA, 1982). Non si esclude infine che la più alta densità di popolazione di *L. dispar* nelle parcelle non trattate eserciti una notevole attrazione sugli Imenotteri Ictoneumonidi (*Pimpla instigator* (F.) e *Theronia atalantae* (Poda)), come indirettamente dimostrato in qualche caso da una maggiore emergenza di Ditteri Sarcofagidi da campioni di crisalidi raccolti in esse (LUCIANO *et al.*, 1991, 1992, 1993).

### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini condotte in Sardegna sulle avversità della quercia da sughero consentono oggi di disporre delle conoscenze necessarie per la predisposizione di un efficace strategia di difesa integrata su scala regionale. Della complessa entomofauna infestata alla *Q. suber*, merita una particolare attenzione la *L. dispar* che, con le sue periodiche gradazioni, determina una riduzione della produzione di sughero con conseguenti gravi perdite economiche. Una fitta rete di rilevamento della densità di popolazione del defogliatore ha permesso di classificare le principali aree subericole in base all'ampiezza delle gradazioni del Limantride. Generalmente i comprensori subericoli caratterizzati da una estrema semplificazione della fitocenosi, dovuta ad una eccessiva azione antropica, sono quelli in cui gli attacchi si ripetono con maggiore frequenza ed hanno quindi bisogno di adeguati interventi di difesa. Riportare in maniera permanente la popolazione del defogliatore ad un livello di non dannosità o, almeno, aumentare l'intervallo di tempo tra due successive gradazioni è possibile solo se da parte della Pubblica Amministrazione viene promossa una politica forestale atta a ristabilire gli equilibri faunistici e floristici tipici degli ecosistemi boschivi naturali. All'esigenza di proteggere nell'immediato le formazioni forestali dai defogliatori può darsi oggi risposta con gli interventi di lotta microbiologica che non hanno mostrato finora effetti diretti ed indiretti nega-

tivi sull'entomofauna utile. Le prove di lotta effettuate in Sardegna suggeriscono l'impiego di prodotti a base di Btk ad una dose di circa 60 miliardi di U.I. in presenza di elevate densità di popolazioni del defogliatore. Con densità non eccessive e con larve di I-II età è possibile proteggere adeguatamente la vegetazione anche dimezzando tale dose. Generalmente è sufficiente un unico trattamento eseguito quando la popolazione è composta dai primi stadi larvali ma, eccezionalmente, in anni caratterizzati da ritorni di freddo primaverili, che limitano l'assunzione di cibo e rallentano il metabolismo larvale, potrebbe rendersi necessaria una seconda irrorazione. Sono da prediligere le distribuzioni aeree ad ultra basso volume con l'impiego di atomizzatori rotativi che consentono un'uniforme penetrazione dei prodotti all'interno della chioma delle piante e una riduzione del tempo di esecuzione dei trattamenti. Una corretta strategia di contenimento della *L. dispar* dovrebbe tendere ad impedire la pullulazione intervenendo solo nelle aree in cui l'insetto sfuggendo al controllo dei nemici naturali dà origine a focolai d'infestazione.

Per predisporre un efficace piano di protezione è tuttavia necessaria una struttura organizzativa in grado di attuare la difesa fitosanitaria dei boschi su scala regionale. Una delle componenti fondamentali è certamente rappresentata da un sistema stabile di sorveglianza e monitoraggio, destinato al regolare rilevamento dei parametri quantitativi e qualitativi che caratterizzano le popolazioni dei defogliatori e quelle dei loro nemici naturali nonché di altre variabili indipendenti (es.: fattori climatici) che possono influire sull'evoluzione delle infestazioni e sull'efficacia dei trattamenti. Alla gestione ed interpretazione dei dati raccolti va preposto un comitato tecnico scientifico a cui andrebbe anche delegata l'assunzione delle più opportune scelte di intervento. Vista la larga disponibilità di uomini e mezzi che la Regione Sardegna dispiega a difesa del patrimonio forestale, è auspicabile che un nucleo scelto di uomini per ciascuna provincia venga formato in questo specifico settore ed ad esso siano affidati compiti di vigilanza fitosanitaria e di esecuzione degli opportuni interventi. Tale ipotesi potrebbe

trovare immediata operatività proprio a partire dalla lotta ai defogliatori forestali affidando al Corpo Forestale Regionale sia la gestione della rete di rilevamento delle popolazioni nocive sia, in accordo con le Amministrazioni Provinciali, l'organizzazione e la realizzazione degli interventi di lotta microbiologica.

#### SUMMARY

MICROBIOLOGICAL CONTROL IN SARDINIAN CORK OAK FORESTS - A synthesis of investigations carried out in Sardinia on the chief defoliators of cork oak forests is reported. Specifically, the lepidopterous, able to create significant damage, are *Lymantria dispar* L. and *Malacosoma neustria* L., with periodic fluctuations, and *Tortrix viridana* L., with temporary type fluctuations. During 1980-96, the *L. dispar* gradations, studied by egg-mass counts, showed a amplitude varying from 11 to 5-6 years in different parts of the island, probably due to different conditions of biological equilibrium conservation in each of the environments studied. The results of aerial spray trials with preparations of *Bacillus thuringiensis kurstaki* against *L. dispar* are shown. Applications from 31.75 to 63.5 BIU/ha gave significant reductions in larval density (generally more than 80%), while the distribution of only 16 BIU/ha was insufficient to provide adequate foliage protection. In these experiments, *Bacillus thuringiensis* did not prove to have any direct effect on the beneficial insects.

KEY WORDS: Cork-oak forest, Lepidopterous fauna, Gypsy moth, Microbiological control

#### BIBLIOGRAFIA

- CAMBINI A., 1971 - Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero* (Tempio Pausania, 14-16 ottobre 1971): 327-339.
- DELRIO G., LUCIANO P., FLORIS I., 1988 - I parassiti di *Tortrix viridana* L. in Sardegna. *Atti XV Congr. Naz. Ital. Ent.*: 407-414.
- DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1983 - I parassiti di *Malacosoma neustria* L. in Sardegna. *Atti XIII Congr. Naz. It. Ent.*, 1983: 237-244.
- LIPA J., MADZIARA-BORUSIEWICZ K., 1976 - Microsporidians parasitizing the green tortrix (*Tortrix viridana* L.) in Poland and their role in the collapse of the Tortrix outbreak in Puszcza Niepolomocka during 1970-1974. *Acta Protozoologica*, 15: 529-536.
- LUCIANO P., 1989 - L'impiego delle trappole a feromoni nella programmazione della lotta alla *Lymantria dispar* L. *Atti "Convegno sulle avversità del bosco e delle specie arboree da legno"*, Firenze, 15-16 Ott. 1987, 345-357.
- LUCIANO P., FLORIS I., LENTINI A., PROTA R., DEIANA P., LANGIU G., 1991 - Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in bo-

- schi di *Quercus suber* L. Atti Convegno "Problematiche fitopatologiche del genere *Quercus* in Italia" (Firenze, 19-20 novembre 1990), pp.341-355.
- LUCIANO P., FLORIS I., LENTINI A., PROTA R., DEIANA P., LANGIU G., 1992 - Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. II. Risultati della sperimentazione condotta nel 1991. *Redia*, (75)2: 549-563.
- LUCIANO P., LENTINI A., PROTA R., VERDINELLI M., DEIANA P., 1993 - Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. III. Risultati della sperimentazione condotta nel 1992. *Ann. Fac. agr. Univ. Sassari (I)*, 35: 155-166.
- LUCIANO P., LENTINI A., PROTA R., VERDINELLI M., DEIANA P., 1995 - Impiego del *Bacillus thuringiensis* Berl. nella lotta alla *Lymantria dispar* L. in boschi di *Quercus suber* L. IV. Risultati della sperimentazione condotta nel 1993. *Frustula entomol.*, n.s. 18: 77-84.
- LUCIANO P., PROTA R., 1982 - Indagini sul parassitismo in aree forestali ad alta densità di *Lymantria dispar* L. *Ann. Fac. agr. Univ. Sassari*, 28-29: 153-167.
- LUCIANO P., PROTA R., 1985a - Indagini di base per il controllo di alcuni defogliatori in ambiente forestale. *S.I.T.E. Atti*, 5: 823-827.
- LUCIANO P., PROTA R., 1985b. Due metodi per valutare la densità di popolazione di *Lymantria dispar* L. *Atti XIV Congr. Naz. It. Ent.*, 1985: 599-606.
- LUCIANO P., PROTA R., 1986 - La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna. III. Indicatori biologici della gradazione. *Frustula entomol.*, n.s. 7-8: 613-630.
- LUCIANO P., PROTA R., 1993 - Risultati dell'applicazione di preparati a base di *Bacillus thuringiensis* Berl. a protezione dei boschi di *Quercus suber* L. *M.A.F. - Convegno "Piante forestali"*, Firenze 1992 (coord. M. Covassi), ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma: 117-124.
- PROTA R., 1973 - Contributo alla conoscenza dell'entomofauna della quercia da sughero (*Quercus suber* L.). VII. Indagini sulla composizione e consistenza della lepidotterofauna di una sughereta e sul dinamismo delle principali specie nocive. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 35: 130 pp.
- PROTA R., 1974 - Note sulla cenosi lepidotterica di *Quercus suber* L. e sulle fluttuazioni di alcune specie dannose fotosensibili. Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della quercia da sughero (*Quercus suber* L.). VIII. *Redia*, 55: 439-461.
- PROTA R., LUCIANO P., 1989 - Elementi di previsione delle infestazioni in sugherete sarde e prospettive di difesa. *Atti "Convegno sulle avversità del bosco e delle piante arboree da legno"* (Firenze, 15-16 ottobre 1987): 287-304.
- SOARES G.G., VECCHI A., 1994 - MVP Bioinsetticide, a novel *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin-based insecticide for the control of grape berry moth, *Lobesia botrana*. *Atti Giornate Fitopatologiche 1994*, 2: 121-128.



## ARTROPODOFAUNA DELL'AMBIENTE URBANO

Luciano SÜSS  
*Istituto di Entomologia agraria*  
*Università degli Studi*  
*via Celoria 2 - 20133 Milano*

RIASSUNTO. Vengono evidenziate le caratteristiche essenziali dell'ecosistema delle città che consentono a numerosi Artropodi di insediarsi e moltiplicarsi. A titolo esemplificativo vengono quindi presi in considerazione alcuni Ditteri Muscidi e Culicidi in particolare, le blatte e le formiche, il Lepidottero *Plodia interpunctella*; di questo viene evidenziata la straordinaria capacità adattativa, a confronto con le difficoltà che invece trova *Tineola bisselliella* in conseguenza delle modificate tecniche di lavaggio degli indumenti. Dopo avere accennato ai danni arrecati dagli insetti xilofagi, in particolare alcuni Coleotteri infestanti il legname in opera, sono ricordati i problemi causati dagli Acari allergenici, frequentemente annidati nelle moquettes e nei materassi. Infine, vengono effettuate alcune considerazioni sulle possibilità di godere, anche in città, di una abbondante e diversificata entomofauna non nociva, che riesce a svilupparsi quando la gestione dell'ambiente urbano viene effettuata in modo corretto.

Ecosistema artificiale per eccellenza, non di meno l'ambiente urbano è caratterizzato da una peculiare complessità, che fa sì che gran numero di Artropodi - e tra questi ovviamente gli Insetti - vi trovino possibilità di sopravvivenza e, a volte, addirittura di smisurata moltiplicazione. Diverse sono le cause e vale la pena di soffermarsi su alcune tra le più significative.

È evidente innanzitutto che, negli ambienti chiusi, sia che si tratti di abitazioni, che di industrie o di semplici magazzini, si producono condizioni climatiche che tendono a porre in una situazione ottimale chi dimora o comunque vi opera. Il riscaldamento invernale ed il condizionamento estivo sono pratiche sempre più diffuse, che favoriscono nel contempo lo stabilirsi di numerosi infestanti.

Se consideriamo invece l'ambiente esterno agli edifici, esistono ad ogni latitudine aspetti generali da sottolineare, prima di addentrarsi nel

complesso mondo dell'artropodofauna cittadina: in particolare ricordo la topografia del luogo ove è stata edificata la città, il suolo, la vegetazione, il clima.

La topografia condiziona evidentemente lo sviluppo urbano e le attività che l'uomo può effettuare. È pur vero che, con le tecnologie più avanzate, è possibile spianare montagne, colmare valli, deviare l'alveo dei fiumi, ma ciò non di meno le città derivano in genere da nuclei preesistenti, si sviluppano e si espandono progressivamente intorno a questi e ciò si riflette anche sull'artropodofauna. Ad esempio, sarà sicuramente diversa la situazione relativa alle zanzare per una città di pianura attorniata da acque irrigue, di quanto si verifica in un villaggio abbarbicato attorno alla cima di una collina.

In ogni caso, il procedere dell'urbanizzazione porta dapprima al degrado del suolo, così come vediamo spesso nelle estreme periferie cittadine; le costruzioni, il drenaggio del terreno, le pavimentazioni in asfalto o cemento, fanno scomparire la gran massa degli esseri precedentemente presenti in quell'ambiente.

Per quanto riguarda la vegetazione, nelle città sono presenti piante arboree ed erbacee utilizzate a scopo ornamentale, per lo più introdotte da Paesi esotici con i propri fitofagi, mentre altre, tipiche di quel determinato areale e con un'artropodofauna in equilibrio, vengono eliminate, o trovano rifugio solo in ambienti marginali, ove possono ancora svilupparsi indisturbate. Anche tra gli animali, del resto, nelle città è sempre più frequente la presenza di specie da compagnia introdotte, a volte con parassiti specifici - pure essi in gran parte Artropodi (PATTI & VACANTE, 1984).

I filari di alberi lungo le strade, in quanto artificiale monocoltura, offrono un pabulum pressoché illimitato alla moltiplicazione di fitofagi (LOZZIA & RIGAMONTI, 1996), mentre i loro limitatori naturali possono non essere in grado di contenerli in modo efficace.

I parchi urbani, soprattutto quelli insediati come cinta alle città, presentano una situazione più naturale sotto questo aspetto, anche se proprio

naturale non è. Infatti, il calpestio modifica comunque la struttura del suolo e condiziona quindi la fauna in esso vivente; le foglie che cadono dagli alberi vengono per lo più asportate per motivi estetici e si riducono così le specie, in gran parte di Artropodi, produttrici di humus; nel contempo i prati sono sottoposti a concimazioni chimiche, a sfalci frequenti, a volte si effettuano trattamenti antiparassitari....

La gestione del verde in città risulta nel complesso frammentata; in due giardini confinanti si può assistere al caso che un proprietario intervenga accanitamente contro malerbe, insetti e crittogame, mentre il vicino si disinteressa completamente del problema. Del resto, anche per controllare le avversità delle piante arboree, è più che frequente che l'impresa addetta alla manutenzione di giardini condominiali attui pratiche di intervento non seguite sulle medesime essenze, quando queste fanno parte però del patrimonio cittadino comune.

Ruolo essenziale nell'affermarsi di un certo tipo di artropodofauna tipica dell'ambiente urbano è dato inoltre dal clima. È evidente che la situazione è molto diversa da quella che si riscontra già nelle immediate vicinanze del centro abitato.

In città la temperatura è sicuramente più elevata - almeno al di fuori delle regioni aride - e, come si diceva, abbastanza costante negli edifici al variare delle stagioni, mentre l'umidità è nettamente inferiore per la ridotta superficie destinata al verde, il rapido deflusso delle acque piovane, la minore persistenza sul suolo di un eventuale innevamento. Nel contempo però la presenza di acque di scolo, lungamente stagnanti nelle caditoie stradali, può essere il microhabitat ideale per milioni e milioni di larve di zanzare: si pensi alle centinaia di migliaia di caditoie che caratterizzano una qualsiasi metropoli.

Gli agglomerati urbani situati in aree semidesertiche sono invece più umidi dell'ambiente circostante, anche perché si provvede di solito ad una costante irrigazione dei tappeti erbosi: è questa quindi una nuova possibilità di vita offerta agli Artropodi.

L'inquinamento atmosferico, ad opera del riscaldamento domestico, delle attività industriali, del traffico veicolare, condiziona ogni essere vivente; ne soffrono le piante, in particolare le cosiddette "sempreverdi", andando soggette più facilmente ad attacchi parassitari ad opera, ad esempio, di Coleotteri Scolitidi, che grazie a ciò possono pullulare. Ma gli stessi insetti ne sono condizionati: il costantemente ricordato "melanismo industriale" evidenziato da *Biston betularius* è un esempio lampante.

Con tutto ciò non solo alcuni mammiferi ed uccelli trovano comunque nelle città sempre più frequentemente il luogo ideale ove insediarsi mentre altri se ne allontanano, ma anche gran numero di Artropodi. Diversi sono stati quindi in grado di colonizzare gli edifici, dai sotterranei ai piani più alti, alimentandosi con quella pressoché sterminata quantità di detriti che l'uomo mette continuamente a loro disposizione.

Le specie possono avere esigenze dissimili, ma la città offre loro ogni possibile habitat. PAIOTTA & OSELLA (1985) individuano in particolare 6 biotopi urbani, precisamente le aree edificate, quelle a verde, le superfici adibite al traffico, le zone umide (comprendendo in esse raccolte d'acqua in alberi cariati, vasche di sollevamento, canali), quelle ruderali, oltre che le cosiddette aree tecniche, cioè quelle industriali e le discariche.

In tali ambienti oltretutto vengono introdotte progressivamente nuove entità, soprattutto in modo passivo.

Tra quelle più o meno recentemente insediate basti ricordare il Blattodeo *Supella longipalpa* (ARZONE, 1977; CAPRA, 1977), il Culicide *Aedes albopictus* (DALLA POZZA & MAIORI, 1992), il Tingide *Corythuca ciliata* (SERVADEI, 1966), il Flatide *Metcalfa pruinosa* (COLOMBO *et al.*, 1996; COLOMBO & GERVASINI, 1995).

Quando si parla di artropodofauna urbana, è pressoché inevitabile che il pensiero vada innanzitutto a quelle specie che, in un modo o nell'altro, finiscono con l'interferire anche pesantemente con l'attività e la vita dell'uomo, a volte condizionandone addirittura i destini. Infatti numerosi insetti ed acari risultano potenziali vettori di malattie, oppure respon-

sabili di forme allergiche, di eritemi; in altri casi attaccano non solo i detriti alimentari, ma le derrate conservate in magazzini, esposte in negozi o supermercati, nelle abitazioni; altri ancora infestano i tessuti, corrodono la carta, sfioracchiano materiali sintetici, possono arrecare danni irreparabili ai legnami in opera, danneggiare quadri ed arazzi. Si tratta nel complesso di esseri viventi nelle aree edificate in senso stretto, ma spesso insediati, per lo meno durante uno stadio del loro sviluppo, nelle zone umide o nelle aree tecniche; del resto, la grande adattabilità degli Artropodi fa sì che sia utopistico pensarli confinati solo ad un ben ristretto areale!

Ma non si dovrebbero nel contempo dimenticare tutte quelle specie che sono considerate generalmente come indifferenti, che pure vivono e rivestono un ben preciso ruolo anche nelle città. Api, farfalle diurne e notturne, microimenotteri parassitoidi, Coleotteri, Coccinellidi e Neurotteri Crisopidi, uno stuolo di Ditteri, operano come impollinatori, disgregano le sostanze organiche, sono in grado di attaccare diversi fitofagi, risultando preziosi ausiliari nel contenimento di alcuni infestanti.

Se centinaia sono quindi nel complesso le specie che a buon diritto possiamo considerare nocive, certamente diverse migliaia, ritenute indifferenti, sono comunque riuscite ad insediarsi nelle città. La lotta antiparassitaria con mezzi chimici, pur se spesso indispensabile nel contenimento degli infestanti realmente pericolosi, dovrebbe tener conto di ciò, per non squilibrare ulteriormente questo ambiente, tanto più che l'uso di insetticidi contribuisce ad aggravare il fenomeno dell'inquinamento urbano.

Arrivati a questo punto, ritengo opportuno effettuare alcune riflessioni su diversi aspetti di questa entomofauna, prendendo in considerazione una serie di specie particolarmente significative delle possibilità di colonizzazione delle città da parte degli Artropodi.

Mi rendo conto di trascurare così aspetti essenziali del problema, ma non è evidentemente possibile una disamina più minuziosa.

Se partiamo dai Ditteri, subito ci imbattiamo nella mosca domestica, l'insetto che più e prima di ogni altro ha trovato possibilità di diffusione se-

guendo sempre l'uomo nella sua espansione e colonizzazione del globo; da alcuni anni, addirittura, lo accompagna a volte nei viaggi sulle navicelle spaziali. L'accumulo di detriti organici fermentanti è la situazione ideale per il moltiplicarsi dell'insetto, per di più altamente pericoloso in quanto potenziale vettore di uno sterminato numero di microrganismi, anche patogeni: è evidente che, almeno in Italia, nelle grandi città il problema delle mosche si è andato progressivamente affievolendo, grazie alle migliorate condizioni igieniche. Non si può dire che la situazione sia analoga nei villaggi o nelle minuscole cittadine attorniate da stalle o allevamenti di pollame e, conseguentemente, da cumuli di letame, gestiti in modo tradizionale ma non razionale; la mosca domestica si moltiplica inoltre a dismisura anche nei fanghi in essiccazione dei depuratori industriali, trova possibilità di alimento per le proprie larve pure in profondità nel terreno, laddove si verificano percolazioni di liquidi organici, a volte derivanti da attività di industrie alimentari (SACCÀ, 1989).

Possono essere inoltre substrato alimentare per le larve il guano prodotto dai colombi e accumulato sui cornicioni e nel sottotetto di edifici, oltre che i mucchi di immondizia abusivamente abbandonati ai margini delle città.

Insieme alla mosca domestica, altri Muscidi, Sarcofagidi, Calliforidi, Foridi, Drosofilidi, Psicodidi possono essere infestanti dell'ambiente urbano. Desidero però ricordare i problemi causati dalla proliferazione dei Flebotomi, vettori di leishmaniosi, virosi e filarie sia nei riguardi dell'uomo che del cane (MAROLI & GUANDALINI, 1984).

Sempre a causa della cattiva gestione delle acque fognarie, della presenza di vasche di raccolta di acque piovane, di seminterrati non ben protetti, di reti sotterranee di ferrovie metropolitane, sono state create miriadi di nicchie di moltiplicazione e sopravvivenza per le zanzare. Oltre che le più tradizionali *Culex* del gruppo "*pipiens*" e diverse specie tipicamente presenti in città di mare, è da ricordare ancora una volta la recente introduzione in diverse città d'Italia di *Aedes albopictus*. È un classico esempio di

colonizzazione in atto, grazie alle possibilità offerte dall'ambiente urbano; come è noto, l'insetto è giunto a noi allo stadio di uovo, con carichi di pneumatici da riciclare (DELLA TORRE *et al.*, 1982; DELLA POZZA *et al.*, 1994). Dopo essersi insediato, appare in fase di espansione, così come del resto in altre aree urbane straniere, in quanto in grado di adattarsi alle acque presenti, pur se di cattiva qualità; si rinviene quindi non solo nei pneumatici accumulati all'aria aperta, ma anche nelle caditoie stradali, nei vasi di fiori nei cimiteri, nei sottovasi con acqua stagnante su balconi e terrazze, addirittura nelle vasche di raccolta dell'acqua di condensa di impianti di climatizzazione non ben progettati o mantenuti. Anche altre zanzare stanno diventando più frequenti, soprattutto nella periferia delle città: si tratta in genere di diverse specie di *Aedes* antropofile, quali *Ae. detritus* e *Ae. caspius*; in grado di volare anche da diversi chilometri di distanza, hanno trovato una buona possibilità di moltiplicazione nei grandi parchi periferici alle città. Ritengo infine interessante per lo meno ricordare, tra i ditteri infestanti l'ambiente urbano, la straordinaria pullulazione lamentata negli anni passati a Venezia ad opera del Chironomide *Chironomus salinarius*, sfarfallante dalla melma del fondo della laguna (FERRARESE *et al.*, 1990) e l'insediamento di un'altro rappresentante della stessa famiglia, *Stylotanytarsus inquilinus*, in un acquedotto (DOMENICHINI & MOLINARI, 1984). È questa una specie pedogenetica, in grado quindi di moltiplicarsi già allo stadio giovanile in un ambiente in cui gli adulti non sono evidentemente in grado di sopravvivere.

Se passiamo alle Blatte, oltre che *Blatta orientalis* a tutti nota da tempi immemori, si è assistito in questi anni ad una progressiva diffusione di *Blattella germanica*, pressoché costantemente presente in tutti i caffè, fast-food, industrie alimentari, ospedali. La moderna progettazione di impianti industriali, di banchi di esposizione di merci, di locali adibiti alla vendita di derrate, prevede l'uso di laminati plastici, acciaio, piastrelle ceramiche: purtroppo per noi, però, l'insetto è in grado di arrampicarsi anche sulle superfici più lisce, si insinua nelle fessure più minute, tanto frequenti

nella realizzazione dei moderni negozi ed impianti alimentari. *Periplaneta americana*, generalmente confinata alle aree portuali, più frequente al Centro e al Sud dell'Italia, sempre in edifici in prossimità delle coste marine, sta divenendo comune anche al Nord, in particolare in industrie alimentari. Qui arrivata con pallets di merci, si annida negli scarichi fognari, prediligendo un microclima caldo-umido; attraverso la rete delle acque luride sotterranee prosegue poi implacabile la sua colonizzazione, sino ad interessare interi edifici abitativi, divenendo un pericoloso vettore di microrganismi patogeni.

La più recentemente introdotta *Supella longipalpa*, invece, si insedia spesso negli appartamenti e numerosi focolai mi sono stati segnalati in questi anni anche a Milano e nelle sue vicinanze: spesso si insinua nelle intercapedini di locali, in particolare in quelle prodotte utilizzando, con moderna ed economica tecnologia edificatoria, pannelli di carton-gesso. Anche numerose formiche traggono vantaggio da microfessure e detriti organici abbandonati un poco ovunque. Sempre più frequenti sono così le lamentele per l'intrusione di diversi *Lasius*, di *Monomorium pharaonis*, di *Paratrechina longicornis*, della voracemente aggressiva *Iridomyrmex humilis*. I tradizionali trattamenti che il privato cittadino può fare danno di solito risultati scadenti e comunque temporanei. Le formiche operaie uccise sono sostituite da altre, che trovano nuove vie di transito; le esche avvelenate proposte spesso vengono ignorate, in quanto in quel determinato momento la famiglia ricerca per la propria alimentazione sostanze proteiche - mentre l'esca è zuccherina - o viceversa!

È fondamentalmente solo con la prevenzione che si riesce ad evitare l'arrivo e l'insediarsi di colonie di tali infestanti.

Ma che fa il Ficitide *Plodia interpunctella* (o "tignola fasciata") allo stadio, durante un avvincente partita di calcio, oppure in chiesa, in un vagone della metropolitana milanese, allo sportello di una stazione ferroviaria, in un negozio specializzato nella vendita di composizioni di fiori essiccati?

Sono diversi, curiosi casi in cui mi sono imbattuto con un maschio del lepidottero in questione svolazzante attorno, attratto dal feromone specifico di cui sono da anni impregnato per motivi di ricerca, che testimoniano come la *Plodia* abbia colonizzato ogni possibile ambiente, non limitandosi più alle tradizionali derrate. La “tignola fasciata” è certamente il più frequente lepidottero che si può rinvenire sui prodotti conservati, almeno sul nostro territorio. La sua capacità di adattarsi anche alla cosiddetta “polvere di casa” fa sì che trovi in città possibilità inimmaginabili di sopravvivenza. Se è vero che chiunque consumi dei dolciumi ingerisce nel corso della vita, senza rendersene conto, decine e decine di *Plodia* per lo più allo stadio di uovo o larva neonata, non di meno la presenza dell'insetto nelle composizioni di fiori secchi, nei mangimi per animali domestici, nella semola di mais, nelle pastiglie di crusca per usi dietetici e soprattutto nel riso, ne fanno l'infestante per eccellenza delle abitazioni, in cui può giungere, d'estate, anche da centinaia di metri di distanza, attraverso le finestre aperte.

Le moderne tecniche di lavaggio, con drastici solventi chimici, hanno invece messo in difficoltà le più comuni “tarme dei tessuti”, in particolare *Tineola bisselliella* (SÜSS, 1990). Infatti, questi microlepidotteri sono tra i pochi esseri viventi in grado di attaccare la cheratina, componente essenziale della lana, a condizione però che siano presenti contemporaneamente anche oligoelementi, sali minerali, derivanti ad esempio dalla sudorazione e dall'uso protratto degli indumenti stessi; tutte queste sostanze vengono eliminate soprattutto nel lavaggio “a secco”; non ne risentono invece i Dermestidi *Attagenus* e *Anthrenus*, che probabilmente, nei prossimi anni, conquisteranno ancora più spazio, vista la loro straordinaria frugalità; ne ho potuto rinvenire le larve, tra l'altro, infestanti i feltri posti sotto i piedi di sedie e divani, in un salone di un museo di arte antica, oltre che in un blister di pastiglie di vitamine del complesso B!

Altro aspetto interessante delle capacità di adattamento e dei conseguenti danni da insetti in ambito urbano è dato dagli attacchi degli xilofagi.

Un esame molto dettagliato del problema è stato fatto da MASUTTI (1984), che ha evidenziato come nelle città la xilofagia si svolga in modo anomalo: infatti, come si è già accennato all'inizio di questa relazione, in questo ecosistema viene generalmente a mancare il ripristino della fertilità, soprattutto alle alberature stradali, oltretutto insediate su un terreno spesso non idoneo e così Scolitidi e Cerambicidi, moltiplicandosi rapidamente a spese di piante già sofferenti, esercitano un'attività esclusivamente nefasta. Il legname in opera è invece solo un materiale da consumare; il clima artificiale degli ambienti chiusi fa sì che Anobidi, Lictidi, anche alcuni Cerambicidi, si sviluppino regolarmente, a volte con un numero di generazioni più elevato di quanto si verifica in foresta.

Di conseguenza, l'azione di questi insetti in città è solo fortemente dannosa, tanto più che mancano la maggior parte degli agenti di controllo naturale; se è presente invece nelle abitazioni il Betilide *Scleroderma domesticum*, infeudato agli Anobidi, le sue dolorosissime punture fanno sì che sia necessario provvedere innanzitutto alla sua eliminazione. Tra gli xilofagi urbani, l'Isottero *Reticulitermes lucifugus* è sempre più spesso segnalato anche nella Pianura Padana (CAMPADDELLI, 1987), ma sono molto frequenti soprattutto i Coleotteri *Anobium punctatum*, polifago, in grado di attaccare legnami ben secchi ed in opera da tempo e *Xestobium rufovillosum*, che predilige legni più umidi, meglio se precedentemente infestati da micelio fungino. Si aggiunge ad essi *Lyctus brunneus*, forse di provenienza asiatica, presente su tutto il territorio nazionale a causa del largo impiego di legnami esotici, ricchi di amidi, ma in grado di attaccare anche l'alburno di essenze europee. L'attività larvale trasforma rapidamente il legno in polvere minutissima, simile a farina: a volte, stipiti di porte o battiscopa infestati mantengono il loro aspetto solo grazie alla vernice che li ricopre!

L'elenco degli Artropodi dannosi nell'ambiente urbano è ancora straordinariamente lungo. Se passiamo agli Acari, non possiamo dimenticare le numerose specie responsabili di forme allergiche. Tra queste, indubbiamente *Dermatophagoides pteronyssinum* risulta la più nefasta, ma alme-

no un'altra decina collaborano attivamente al fenomeno (OTTOBONI *et al.*, 1992). L'insediamento nelle case di questi acari si è sempre verificato, essendo presenti nel fieno (LOZZIA *et al.*, 1994), su formaggi e insaccati, nei nidi di uccelli e roditori, ma si è aggravato in Italia, così come all'estero, a causa delle modifiche ambientali introdotte. Pavimenti rivestiti da moquettes risultano il regno incontrastato di questi minuscoli esseri, favoriti dal microclima e dai detriti che inevitabilmente si accumulano, malgrado l'uso dei più potenti aspirapolvere. Gli acari poi si installano nei materassi e nei cuscini e lo scatenarsi di reazioni allergiche è inevitabile. Ma quanti oggi hanno la possibilità in città di esporre i materassi all'aria aperta almeno una volta all'anno, utilizzando nel contempo l'ormai desueto "battipanni"?

Mi rendo perfettamente conto che questo sommario esame ha completamente ignorato vespe, psocotteri, coleotteri infestanti le derrate, tafani, diversi insetti infeudati alle piante e agli animali domestici in appartamento, ragni e scorpioni, zecche e centopiedi, tutta una serie di decine, centinaia di Artropodi, infestanti abituali o occasionali delle abitazioni, ma, prima di concludere, mi preme ricordare alcuni insetti che devono essere considerati degli indicatori dello stato ambientale delle città.

Faccio riferimento innanzitutto all'ape domestica, allevata anche se sporadicamente in città e i cui bottini, analizzati adeguatamente, possono fornire dati sull'inquinamento più o meno intenso delle aree visitate dall'Imenottero (PORRINI, 1993). Una abbondante entomofauna di Ditteri o Lepidotteri testimonia invece di un ambiente antropizzato, ma non completamente degradato: tanto più ampie sono le aree a verde, tanto maggiori saranno le possibilità di vita di questi insetti (SINGER, 1978; SÜSS, 1994).

Di solito prati regolarmente rasati non possono ospitare una abbondante entomofauna, ma se si mantengono giardini con fioriture scalari e con irrigazioni regolari, ecco apparire una miriade di Ditteri Sirfidi, Muscidi, Sferoceridi, Agromizidi e di Lepidotteri Esperidi, Papilionidi, Ninfalidi, Pieridi, Satiridi, Sfingidi .....

In una ricerca effettuata alcuni anni fa in un giardino suburbano di Colonia, con l'uso di trappole Malaise, in pochi mesi si sono raccolti oltre 36 mila Ditteri di 69 famiglie; addirittura si sono potute catturare 9 entità nuove per la scienza (VON TSCHIRNHAUS, 1992).

In ricerche analoghe fatte nei sobborghi di Leicester su Sirfidi, Icnemonidi, Proctotrupidi, Bombi, Coccinellidi e Lepidotteri, si sono raccolte, tra questi ultimi, 21 delle 70 specie diurne note per l'intero territorio dell'Inghilterra (OWEN, 1978).

Se l'intervento umano, nella inarrestabile edificazione di agglomerati sempre più ampi, viene realizzato in modo improvvido, è evidente che sempre più ci troveremo ad avere a che fare con zanzare e blatte, con formiche, pulci, pidocchi, acari della polvere e zecche. La qualità della vita ne risentirà sicuramente, non solo per il rischio di diffusione di microrganismi, per il diffondersi di manifestazioni allergiche, per il semplice fastidio che tali esseri possono arrecare, ma anche per la necessità di intervenire con adeguati interventi antiparassitari, nel tentativo di contenere questi fenomeni.

Anche nell'ambiente urbano però prevenire è molto più opportuno che curare. Si rende indispensabile quindi una maggiore conoscenza e sensibilità al problema, la presenza di tecnici ben preparati, che possano dire una parola autorevole nella gestione delle città, nella programmazione del loro sviluppo e nell'effettuazione di interventi correttivi di quanto sino ad ora ha invece consentito ai nostri competitori di prendere uno spazio eccessivo, ma che noi stessi, per la nostra incuria e, spesse volte, per dabbennaggine, abbiamo messo a loro disposizione.

Ripristinare condizioni meno artificiali di vita invece consente a tanti insetti, per di più spesso gradevoli a vedersi, di insediarsi nel verde urbano, a uccelli insettivori e a Chiropteri di ritornare a compiere l'attività di predazione nei riguardi, tra l'altro, di zanzare e chironomidi, porta inevitabilmente a ridurre le possibilità di moltiplicazione che attualmente of-

friamo a numerose specie con l'abbandono di cumuli di rifiuti, con lo scarico abusivo di oggetti di ogni genere lungo le sponde di fiumi e canali; la gestione razionale del territorio urbano e di quel microambiente che è la nostra casa sono quindi gli elementi indispensabili nel contenimento delle infestazioni.

## SUMMARY

ARTHROPODS OF URBAN ENVIRONMENT - The essential features of urban ecosystem, which allow several arthropods to settle and develop, are pointed out. Some Diptera Muscidae and Culicidae in particular, cockroaches and ants and the Indian meal moth *Plodia interpunctella* are considered; this last insect shows an extraordinary adaptive ability, comparing to the difficulties met, on the contrary, by *Tineola bisselliella* because of the modified methods of cloth washing. Further considerations are done about xylophagous insects, particularly about some Coleoptera infesting indoor timber. The problems caused by allergenic mites, frequently nested in moquettes and mattresses, are listed. At last some opportunities of enjoying, also in town, several and different innocuous insects, which can develop when environment is correctly managed, are pointed out.

KEY WORDS: urban entomology, urban acarology, house pests, biodiversity, environmental management

## BIBLIOGRAFIA

- ARZONE A., 1977 - Nuova blatta delle derrate alimentari. *Atti 2° Simposio "La difesa antiparassitaria nelle industrie alimentari e la protezione degli alimenti"*, Piacenza: 367-371.
- CAMPADELLI G., 1987 - Prima segnalazione di *Reticulitermes lucifugus* Rossi per la Romagna. *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi". Univ. Bologna*, 42: 175-178.
- CAPRA F., 1977 - Un nuovo sgradito ospite delle case a Genova: *Supella longipalpa* (F.) (= *supellectilium* Serv.) (Blattodea). *Doriana*, 5(227): 1-4.
- COLOMBO M., GERVASINI E., 1995 - *Metcalfa pruinosa*: un nuovo problema per le piante ornamentali? *L'Informatore 21, inserto di Linea Verde* 7(1995): 1-3.
- COLOMBO M., SPREAFICO M., GALLI M., 1996 - Gli afidi e altri insetti produttori di melata. *L'Ape nostra amica*, 5/1996: 30-40.
- DALLA POZZA G., MKLORI I., 1992 - First record of *Aedes albopictus* establishment in Italy. *J. Am. Mosq. Control. Ass.*, 8: 1-3.
- DELLA POZZA G., ROMI R., SEVERINI G., 1984 - Source and spread of *Aedes albopictus* in the Veneto region, Italy. *J. Am. Mosq. Control Ass.*, 10: 589-592.
- DELLA TORRE A., BOMBOI C., CANCRINI G., 1992 - Estensione dell'areale di *Aedes albopictus* in Italia. Primo reperto della specie in Italia centrale. *Parassitologia*, 34: 43-146.
- DOMENICHINI G., MOLINARI F., 1984 - Artropodi delle acque potabili. *Atti Convegno: Entomologia urbana per la qualità della vita*, 17-18.V.1984, Milano: 165-181.

- FERRARESE U., CERETTI G., SCATTOLIN M., 1990 - Conoscenze biologiche sui Chironomidi presenti nel Veneto. *Atti Convegno "Chironomidi, Culicidi, Simulidi. Aspetti sanitari ed ecologici". Regione Veneto, ULSS 16 Venezia, 1990: 71-87.*
- LOZZIA G.C., OTTOBONI F., RIGAMONTI I.E., ROTA P., 1994 - Hay mites in Italy. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, II, 26(2): 231-240.
- LOZZIA G.C., RIGAMONTI I.E., 1996 - Artropodofauna del verde urbano: i casi di Como e di Milano. *Atti Convegno "Aspetti di Entomologia urbana" Cremona, 29.III.1996. Disinfestazione, maggio-giugno 1996: 9-16.*
- MAROLI M., GUANDALINI E., 1984 - I Flebotomi in Italia e problemi sanitari ad essi connessi. *Atti Convegno: Entomologia urbana per la qualità della vita, 17-18.V.1984, Milano: 133-146*
- MASUTTI L., 1984 - Insetti xilofagi nell'ambiente urbano. *Atti Convegno: Entomologia urbana per la qualità della vita, 17-18.V.1984, Milano: 9-25.*
- OTTOBONI F., RIGAMONTI I.E., LOZZIA G.C., 1992 - House dust mites prevention in Italy. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, II, 24 (2): 113-120.
- OWEN D.F., 1978 - Insect diversity in an english suburban garden. In: Frankie G.W., Koehler C.S., *Perspectives in Urban Entomology*. Academic Press. New York: 13-29.
- PAIOTTA G., OSELLA G., 1985 - Quaderni naturalistici. I) La fauna della città di Verona: 1-94.
- PATTI I., VACANTE V., 1984 - Un caso di dermatite umana connessa all'infestazione di *Cheyletiella blakei* Smiley (Acarina Cheyletiellidae) su gatto persiano. - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 18 (1984-85): 13-22.
- PORRINI C., 1993 - Ecologia e .... api metropolitane. In: Cencini C., Dindo M.L., *Ecologia in città. Alla scoperta dell'ambiente urbano*. Ed. Lo Scarabeo, Bologna: 211-216.
- SACCÀ G., 1984 - La mosca domestica. *Atti Convegno: Entomologia urbana per la qualità della vita, 17-18.V.1984, Milano: 115-122.*
- SERVADEI A., 1966 - Un tingide neartico comparso in Italia. *Boll. Soc. Ent. Ital.*, 96: 94-96.
- SINGER M.C., GILBERT L.E., 1978 - Ecology of butterflies in the urbs and suburbs. In: Frankie G.W., Koehler C.S., *Perspectives in Urban Entomology*. Academic Press. New York: 1-11.
- SÜSS L., 1990 - Gli Intrusi. Guida di Entomologia urbana. Edagricole, Bologna: 1-226.
- SÜSS L., 1994 - Ditteri e ambienti. *Atti XVII Congr. naz. it. Entomologia*, Udine: 399-411.
- TSCHIRNHAUS von M., 1992 - Minier-und Halmfliegen (Agromyzidae, Chloropidae) und 52 weitere Familien (Diptera) aus Malaise-Fallen in Kiesgruben und einem Vorstadgarten in Koln. *Decheniana - Beihefte* (Bonn), 31: 445-497.

## LA PREVENZIONE DELLE CONTAMINAZIONI ENTOMATICHE DEGLI ALIMENTI

Giorgio DOMENICHINI  
*Istituto di Entomologia e Patologia vegetale*  
*Università Cattolica del Sacro Cuore*  
*via Emilia Parmense, 84 - 29100 Piacenza*

RIASSUNTO. La filiera agro-alimentare è soggetta all'attività diretta e indiretta degli Artropodi, causa di molteplici contaminazioni degli alimenti. L'Autore evidenzia alcune modalità e caratteristiche con le quali si verifica l'inquinamento entomatico ed esprime alcuni principi essenziali per la profilassi.

Gran parte di quanto si può esprimere su questa tematica rischia di essere banale o risaputo per un pubblico qualificato come questo oggi convenuto.

Sull'argomento delle contaminazioni biologiche e in particolare su quelle entomatiche alimentari, lo stesso C.N.R., con il suo progetto finalizzato RAISA, ha sostenuto su questa tematica una Unità di Ricerca composta di tre Nuclei Monodisciplinari appartenenti rispettivamente alle Facoltà di Agraria di Milano, Piacenza e Pisa.

La stessa Unità ha tra l'altro pubblicato un volume su "La difesa antiparassitaria nelle industrie alimentari e la protezione degli alimenti" (1993) che raccoglie gli atti di un convegno quinquennale.

In queste settimane, ad opera dell'Unità di ricerca è uscito alle stampe un ponderoso "Atlante delle impurità solide negli alimenti" (Chirioti ed.) destinato agli analisti di Filth-test che debbono accertare la sudiciometria delle derrate.

In considerazione dello spazio concesso ai relatori in questo consenso, mi limiterò qui a richiamare la vostra attenzione su alcuni fenomeni ri-

feriti agli insetti, che consentono di focalizzare le modalità della loro aggressione ai cibi.

È notorio che gran parte degli agenti eziologici responsabili di malattie trasmesse dagli alimenti possono pervenirvi ad opera di insetti.

Schizomiceti, Virus, Rickettsie, Protozoi, Cestodi, Nematodi, Trematodi, Miceti sono in vario modo assunti dagli esapodi nelle nicchie ecotrofiche elettive e rilasciati nei nostri cibi con modalità differenti.

Animali piccoli e mobili, frequentatori di habitat irrilevanti, presentano un esoscheletro ricco di microstrutture che si ricoprono continuamente di pulviscolo di varia natura raccolto attorno.

La rilevanza di questo contatto con infime particelle ambientali e la conseguente necessità di liberarne frequentemente il corpo risulta evidenziato dai complessi strumenti di pulizia di cui li ha dotati l'intensa evoluzione selettiva prolungatasi sugli insetti per milioni di anni. Il semplice trasporto meccanico di spore, di grumi batterici, di protozoi, di uova di nematodi o di acari e di altri agenti biotici è fenomeno diffuso e frequente in relazione alle sorgenti di patogeni visitate, alla mobilità, alla continua esplorazione dei substrati e all'ecologia dei soggetti. Il rapporto microrganismi-insetti diviene più rischioso per il cibo quando gli esapodi ingeriscono agenti patogeni, li ospitano indenni e (o) li espellono con i rigurgiti o con gli escreti. Alcuni gruppi sistematici di insetti sono più di altri pericolosi per gli alimenti sotto l'aspetto igienico sanitario (Tisanuri, Blatte, Formiche, Coleotteri Tenebrionidi, ecc.) perché albergano nel suolo che, come è noto, è sede di gran parte dei patogeni. La frequentazione anche saltuaria di questi artropodi sui cibi o sulle superfici dove gli alimenti transitano, costituisce una grave minaccia per il consumatore.

Non di meno la sanità degli alimenti è posta a repentaglio da quei visitatori (numerosi Ditteri, Nematoceri e più frequentemente Brachiceri) che solo allo stato adulto raggiungono gli alimenti, apportandovi germi ingeriti precedentemente dalle loro larve o rimasti accollati alle appendici durante l'esplorazione di substrati sordidi. Psicodidi Cloropidi, Drosofilidi,

Sarcofagidi, Calliforidi, Piofilidi e altri ancora, hanno stadi preimmaginali che vivono su feci, nelle acque luride, su materiale organico putrescente, su rifiuti. Ricerche microbiologiche eseguite su larve mature e pupe di Muscidi hanno mostrato che le trasformazioni a cui sono soggette durante la metamorfosi non elidono le varie cariche batteriche presenti in esse e questi organismi permangono oltre la fase farata. L'adulto neo sfarfallato, proveniente dal *pabulum* larvale con un bagaglio di patogeni, di saprofiti o di parassiti, costituisce una mina vagante per l'alimento dal quale l'insetto è attirato. Poiché gli spostamenti di molti Ditteri sinantropici coprono distanze di chilometri, si comprende l'importanza di un'azione bonificatrice del circondario attorno agli abitati.

Di frequente numerosi microrganismi introdotti nel sistema digerente degli insetti sopravvivono all'attività degli enzimi digestivi, si insediano nei ciechi gastrici e, quando espulsi con gli escrementi, vi possono rimanere attivi per lunghi periodi di tempo. Nelle feci di varie Blatte, che hanno ospiti intestinali numerosissime specie Batteriche, sono state reperite colonie di Salmonelle e di Sighelle vitali dopo mesi dalla loro espulsione.

Nell'emolfinza di vari artropodi l'attività dei lisozimi ha rivelato scarsa azione batteriolitica nei confronti di *Listeria monocytogenes*, uno dei patogeni più temuti nelle industrie alimentari ed ampiamente diffusi in natura. Da noi somministrata con il pabulum agli adulti di due banali insetti, la mosca *Fannia canicularis* ed il Coleottero *Dermestes peruvianus*, la Listeria è sopravvissuta alla digestione e la sua diffusione ad opera di questi infestanti si è rivelata praticabile attraverso varie modalità.

Ma anche quando esemplari di insetti infestanti, uccisi nel corso della manipolazione degli alimenti, vengono in essi conglobati, la loro presenza non è esente da pericoli. I microrganismi insediati nel lume intestinale o nell'emolfinza dell'insetto si trovano protetti non solo dalla corazza chitinoso ma avvolti da una serie di tessuti come quelli adiposi, muscolari e gastrici nonché da organi e apparati propri del soggetto; sono guaine passibili di

salvaguardare dalle temperature avverse agenti patogeni e parassiti.

Tra gli esapodi specialmente esiziali sono da menzionare i Coleotteri Dermestidi, sia adulti che larve, quando le loro parti esoscheletriche, le loro setole, le loro esuvie o loro frammenti sono presenti nei cibi, provengano essi dalle materie prime o dai locali di conservazione o di trasformazione delle derrate.

Il danno prodotto, oltre a una sorta di incenerimento degli alimenti, è insito nelle allergie che la loro presenza determina nelle persone reattive che ne subiscono l'azione. Si tratta di allergie cutanee, bronchiali e intestinali che si aggiungono talvolta a disturbi da cantariasi enteriche, dovute all'ingestione di individui vivi presenti nel pasto.

Quando gli insetti stessi, il loro corpo o quello della loro prole, entrano nella derrata o negli alimenti derivati, le prerogative di garanzia sanitaria di questi ultimi scadono nell'opinabile. Anzi, secondo la nostra legislazione, i prodotti vengono esclusi dal consumo. Alcuni naturisti, qualche produttore di alimenti e non solo qualche entomologo, sostengono la validità nutritiva degli insetti come tali o la loro innocuità in prodotti che hanno subito elevate temperature. In genere quando un consumatore trova in una scatoletta di carne un moscone cotto, non riflette sulla sua sterilità, ma pensa piuttosto al tipo di randello che volentieri userebbe sui responsabili dell'industria produttrice.

Mi piace qui esprimere una considerazione che mi viene dalla consuetudine con i problemi della sicurezza degli alimenti nella produzione industriale o altrove. Un entomologo igienista non insisterà mai abbastanza circa la necessità di un'azione profilattica nei confronti degli ambienti astanti quelli della lavorazione degli alimenti. Le contaminazioni vengono da lontano e tutte le attenzioni che si possono avere per i punti critici, non evitano i danni se i focolai degli agenti del rischio sono fuori controllo. È evidente che le pullulazioni degli artropodi, in particolare quelli che insidiano gli alimenti, non sono quasi mai facilmente localizzabili e sono indi-

spensabili quei sistemi di monitoraggio che non di rado possono divenire veri e propri metodi *soft* di contenimento.

Potranno essere da soli insufficienti a sopprimere le infestazioni, ma qui emerge l'opportunità di una strategia di protezione, già in atto in agricoltura, che coinvolge l'integrazione di mezzi preventivi e difensivi.

La protezione integrata va estesa a tutta la filiera agro-alimentare, dalla preparazione degli alimenti, alla distribuzione dei cibi confezionati, alle mense comunitarie comprese in particolare quelle ospedaliere, a volte lasciate nella più inconcepibile trascuratezza.

Per non sfuggire all'assunto del mio intervento posso riassumere come segue i concetti che sono alla base della sicurezza igienica degli alimenti.

- a) La rimozione periodica dei prodotti in deposito, la sorveglianza, l'ispezione, la pulizia accurata e il monitoraggio ambientale degli infestanti evitano interventi di lotta in emergenza, destinati spesso al fallimento.
- b) In tutte le situazioni, dal deposito nei magazzini delle derrate alla loro trasformazione nelle industrie alimentari, fino al mantenimento di provviste nelle dispense domestiche, il rischio di infestazioni entomatiche si accresce quanto più si prolunga la conservazione.
- c) Il criterio di eliminare agenti biologici dannosi o pericolosi per mezzo di trattamenti biocidi con il rischio di inquinamenti chimici, ha lasciato il posto ad una strategia di protezione che si avvale di mezzi e metodi convergenti negli effetti, sicuri sotto l'aspetto ecologico. Questa strategia richiede, almeno nei grandi spazi, specialisti di sanità ambientale.

#### SUMMARY

PREVENTION OF CONTAMINATIONS OF FOOD BY ARTHROPODS - Foodstuffs in storage and during transformation suffer from direct and indirect activity of Arthropods which cause contaminations of food. The Author points out some ways and characteristics of insects infestations and expresses some essential principles of prophylaxis minimizing risk of food insanity.

KEY WORDS: urban entomology, food insanity, Arthropods

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1985 - *Atti Convegno "Entomologia urbana per la qualità della vita"*, Milano 17-18 maggio 1984, Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 240 pp.
- DOMENICHINI G., CROVETTI A. (a cura di), 1989 - *Entomologia urbana. UTET*, Torino, 253 pp.
- DOMENICHINI G. (a cura di), 1993 - *Atti del V Simposio su "La difesa antiparassitaria nelle industrie alimentari e la protezione degli alimenti"*. Piacenza, 23-25.IX.1992, Chiriotti Editori, Pinerolo, 630 pp.
- DOMENICHINI G., 1996 - *Protezione degli alimenti. EtasLibri*, Milano, 235 pp.
- GORHAM J.R., 1991 - *Ecology and management of food-industry pests. FDA Technical Bulletin 4*, 595 pp.
- WEST L.S., 1951 - *The housefly. Comstock Publishing Company Inc.*, New York, 584 pp.
- WILDEY K.B. (ed.), 1996 - *Proceedings 2nd International Conference on Insect Pests in the Urban Environment. BPC Wheatons Ltd.*, Exeter (UK), 640 pp.

## ZECCHE E ACARI DELLE ABITAZIONI

Efisio ARRU

*Dipartimento di biologia animale*

*Università di Sassari*

*via Vienna, 2 - 07100 Sassari*

RIASSUNTO. Considerata l'importanza sanitaria e le perdite economiche che le zecche arrecano quali vettori di agenti patogeni degli animali e dell'uomo vengono riportati i dati essenziali relativi al genere di appartenenza, alla diffusione, agli ospiti domestici e alle patologie. Si accenna quindi alla situazione attuale della Sardegna dove la presenza di *Ixodes* e soprattutto di *Rhipicephalus spp.*, rispettivamente vettori di *Borrelia burgdorferi* e di *Rickettsia conorii*, rappresenta un problema di igiene pubblica che coinvolge il rapporto uomo-animali. Vengono infine illustrate le principali misure di prevenzione e di controllo. L'acarofauna domestica della Sardegna è indicativamente rappresentata da *Dermatophagoides farinae* (Hughes, 1961), *Glycyphagus domesticus* (De Geer, 1778), *D. pteronyssinus* (Trouessart, 1897), *Euroglyphus maynei* (Cooreman, 1950), *Acarus siro* (Linneus, 1758) e *Cheyletus spp.*. La prevenzione ed il controllo sono principalmente basate sull'igiene ambientale. Gli animali tenuti nelle abitazioni non svolgono il ruolo di serbatoio di Piroglifidi.

### INTRODUZIONE

Le zecche sono ectoparassiti ematofagi obbligati di rettili, uccelli e mammiferi, ben conosciuti in patologia veterinaria per le imponenti perdite economiche che arrecano agli allevamenti di bestiame soprattutto nelle zone tropicali e subtropicali. Stime recenti indicano in oltre 17 bilioni di dollari il danno imputabile annualmente ai patogeni trasmessi da questi voraci ematofagi (JONGEJAN *et al.*, 1994). Tuttavia da qualche tempo si sta sempre più evidenziando il ruolo che le zecche svolgono come vettori meccanici e/o biologici e come riserva di agenti eziologici di malattie dell'uomo, segnatamente in ambiente periurbano e urbano. La loro presenza sta pertanto creando complessi problemi di sanità pubblica che interagiscono con i delicati rapporti di convivenza uomo-animali.

Gli acari delle abitazioni sono invece organismi in prevalenza detriticoli che vivono nella polvere. Si sviluppano in colonie numerose negli ambienti umidi e caldi attaccando sostanze di origine assai diversa, incluse alcune derrate alimentari. In qualità di parassiti dell'uomo e degli animali si nutrono di cellule di desquamazione e di secreti della pelle. Alterando le sostanze di cui si cibano e contaminandole con i loro escreti, sono anch'essi causa di perdite economiche, ma hanno soprattutto importanza come fonte di patologie allergiche. Non a caso l'OMS ha incluso fin dal 1979 gli acari domestici fra gli agenti di zoonosi parassitarie, ipotizzando che la presenza di animali sinantropi potrebbe aumentare il rischio ambientale.

Comunque, tranne la comune appartenenza all'ordine Acarina, zecche e acari delle abitazioni sembrano avere scarse analogie dal punto di vista pratico. Rappresentano pertanto due distinte facce della stessa medaglia di cui in questa sede si intende esaminare gli aspetti più significativi, con particolare riguardo al ruolo delle zecche nella peculiare situazione ambientale della Sardegna.

## LE ZECCHHE

*Caratterizzazione* - Le zecche che parassitano i mammiferi appartengono principalmente alle famiglie Ixodidae e Argasidae.

La famiglia Ixodidae comprende diversi generi e oltre l'80% delle 840 specie di zecche finora conosciute. Si distinguono per avere uno scudo dorsale (zecche dure) e il rostro situato all'estremità anteriore del corpo, visibile dal dorso. Il rostro consente agli Ixodidi di fissarsi all'ospite e di nutrirsi. La fissazione avviene previa lacerazione della cute a mezzo dei due cheliceri (mandibole) e la successiva infissione dell'ipostoma, organo armato da alcune serie longitudinali di spine retroflesse, che viene ulteriormente saldato ai bordi della ferita dalla secrezione di una sostanza simile al cemento. Solo dopo la fissazione gli Ixodidi iniziano a nutrirsi alternando corti periodi di suzione (sangue e linfa) ad altri di secrezione salivare e di

rigurgito del contenuto intestinale (comprendente diverse sostanze ed eventuali patogeni) fino alla replezione. Ogni stadio di sviluppo si alimenta una sola volta, ma per periodi di alcuni giorni, aumentando talvolta di peso fino a 200 volte. Se la zecca viene energicamente rimossa durante la suzione il rostro si rompe e, restando infisso nella cute, causa una fastidiosa reazione che tarda a scomparire.

Il ciclo vitale degli Ixodidi si compone di tre stadi: larva, ninfa e adulto. Di norma gli adulti si accoppiano sull'ospite e, dopo che la femmina si è nutrita abbondantemente, cade al suolo e muore dopo aver deposto qualche migliaio di uova. Le larve esapodi che fuoriescono dalle uova sono molto attive e si arrampicano sulle piante in attesa di un ospite sul quale nutrirsi. Modalità e tempi dell'ulteriore sviluppo in ninfe e adulti sono differenti a seconda della specie (zecche a 1, 2 o 3 ospiti).

Le zecche della famiglia Argasidae si caratterizzano in primo luogo per l'assenza dello scudo dorsale (zecche molli) e per la posizione antero-ventrale del rostro, non visibile dal dorso nelle ninfe e negli adulti. Inoltre le femmine effettuano più ovodeposizioni nel corso della loro vita e le ninfe subiscono più mute. Infine, in nessuna fase del loro ciclo si fissano sull'ospite, ma si alimentano più volte per tempi brevi generalmente di notte, mentre di giorno si nascondono negli anfratti dei supporti o nel terreno. Gli Argasidi sono tutti multi-ospite, hanno un ciclo biologico molto lungo e una capacità di resistenza a condizioni avverse (digiunano per anni) decisamente eccezionale. In compenso le zecche molli sono poco numerose (meno del 20% delle specie conosciute), parassitano per lo più gli uccelli e hanno un modesto interesse per la sanità pubblica.

*Diffusione e Patologie* - L'ambiente svolge un ruolo primario sullo sviluppo e sulla distribuzione delle zecche. Benchè le indagini ecotologiche siano state finora svolte in modo frammentario hanno tuttavia fornito sufficienti indicazioni per localizzare i principali areali di diffusione e le probabili associazioni con i diversi ospiti. D'altra parte la ricerca di a-

genti patogeni nelle zecche (strisci microscopici, Dna-probe, CPR) e di anticorpi specifici negli animali (test sierologici), si è dimostrata una preziosa fonte di informazioni epidemiologiche (MANNELLI *et al.*, 1996). I dati essenziali relativi alla diffusione delle zecche, ai rispettivi ospiti e alle patologie in funzione del genere di appartenenza (Tab. I) consentono orientativamente di tracciare il quadro che segue.

Tab. I - Zecche: diffusione e patologie.

Sottolineate le malattie che colpiscono l'uomo, quelle presenti anche in Italia sono seguite da una "I".

ZECCHÉ	DIFFUSIONE	OSPITI	PATOGENO	MALATTIA
<b>Ixodidae</b>				
<i>Boophilus</i> : 5 specie, un solo ospite	Cosmopolita	Ruminanti, Equini	<i>Babesia</i> , <i>Theileria</i> , <i>Anaplasma</i>	Babesiosi, Theileriosi, Anaplasmosi
<i>Dermacentor</i> : 30 specie, 11 tropicali, 19 temperati	Cosmopolita eccetto Australia	Ruminanti, Equini, Cani <u>Uomo</u>	<i>Anaplasma</i> e <i>Babesia</i> <u><i>Coxiella burnetii</i></u> <u><i>Rickettsia rickettsii</i></u>	Anaplasmosi, Babesiosi <u>Febbre Q (<i>D. marginatus</i>) Eurasia</u> <u>Febbre Montagne rocciose (<i>D. andersoni</i>)</u>
<i>Haemaphysalis</i> : numerose specie	Europa, Asia, Africa, Australia	Ruminanti	<i>Babesia</i> , <i>Theileria</i> , <i>Anaplasma</i>	Babesiosi, Theileriosi, Anaplasmosi
<i>Hyalomma</i> : 30 specie, mobile, cerca l'ospite	Zone semiaride, Europa, Asia, Africa	Ruminanti, Equini, Cani <u>Uomo</u>	<i>Babesia</i> <u>CongoVirus</u>	Babesiosi <u>Febbre emorragica</u>
<i>Ixodes</i> : 250 specie, ciclo a tre ospiti, produce una tossina responsabile della paralisi da zecche ( <i>I. ricinus</i> )	Zone temperate e fredde, Europa, Africa del Nord, U.S.A	Bovini, Equini, Cani <u>Uomo</u>	<i>Babesia</i> e <i>Anaplasma</i> Virus <i>Ehrlichia</i> <u><i>Coxiella burnetii</i></u> <u><i>Borrelia burgdorferi</i></u> <u>Flavivirus</u>	Babesiosi, Anaplasmosi Louping ill Ehrlichiosi Febbre Q ( <i>I. ricinus</i> ) I Malattia di Lyme I Encefalite da zecche - (TBE) I
<i>Rhipicephalus</i> : ciclo a due ( <i>R. bursa</i> ) o tre ospiti	Cosmopolita; 15 specie Nord Africane, 55 specie Eurasiatiche e dell'Africa subsahariana	Ruminanti, Equini, Suini, Cani <u>Uomo</u>	<i>Babesia</i> e <i>Anaplasma</i> <i>Ehrlichia canis</i> <i>Hepatozoon canis</i> <u><i>Rickettsia conori</i></u>	Babesiosi, Anaplasmosi, Piroplasmosi suina Ehrlichiosi Hepatozoonosi <u>Febbre bottonosa Mediterraneo I</u>
<i>Amblyomma</i> : 100 specie, ciclo a tre ospiti	Africa, America, Europa	Mammiferi, Rettili, Uccelli, Anfibi	<i>Cowdria ruminantium</i>	Heart-water
<b>Argasidae</b>				
<i>Argas</i>	Cosmopolita	Gallinacei (Piccioni)	<i>Borrelia anserina</i>	Spirochetosi (Sottotetti abitazioni) I
<i>Ornithodoros</i>	Cosmopolita	Suini	Iridovirus	PSA ( <i>O. moubata</i> - <i>O. erraticus</i> ) I

Al genere *Boophilus* appartengono 5 specie con ciclo vitale ad un solo ospite. Diffuse in tutto il mondo trasmettono l'anaplasmosi, la babesiosi e la theileriosi bovina.

Il genere *Dermacentor* comprende 30 specie di cui 19 vivono nelle zone temperate e 11 in quelle tropicali, fuorchè in Australia. Veicolano l'anaplasmosi bovina e la babesiosi equina e canina, ma anche la Febbre delle montagne rocciose e la febbre Q in Eurasia, dalle zone alpine della Francia fino a sud-ovest della Siberia.

Il genere *Haemaphysalis* possiede un rilevante numero di specie, ma solo poche parassitano gli animali domestici, soprattutto i bovini, ai quali trasmettono l'anaplasmosi e la theileriosi in Europa, Africa, Australia e Nuova Zelanda.

Le oltre 30 specie del genere *Hyalomma* sono adattate alle zone semiaride. Sono molto mobili e, a differenza degli altri Ixodidi, ricercano attivamente l'ospite. Generalmente sono tra i parassiti più numerosi del bestiame e la loro puntura determina un'ampia ferita che risulta spesso fonte di infezione secondaria. Sono inoltre causa di sindromi tossiche non ancora ben definite. Fungono infine da vettori di theileriosi nei ruminanti in Africa, Asia ed Europa e del virus della Febbre emorragica di Crimea-Congo nell'uomo.

Il genere *Ixodes* è il più consistente: 250 specie con ciclo a tre ospiti, di cui alcune in fase di revisione. Sono presenti specialmente nelle aree fresche e umide a clima temperato: pascoli alberati o cespugliati, giardini, frangivento, pianure alluvionali e foreste. La specie più nota (*I. ricinus* Linnaeus, 1758) ha in Europa un vasto areale di distribuzione che va dalla costa atlantica alla Russia occidentale e dal sud della Scandinavia e della Finlandia fino alla Grecia e all'Italia. Oltre a produrre una tossina responsabile della paralisi da zecche alcune specie (*I. ricinus*) trasmettono per via transovarica e transtadiale la babesiosi bovina (*Babesia bovis*) e umana (*B. microti* e *B. divergens*) in Europa; l'erlichiosi e il virus della louping-ill a numerosi animali domestici; la malattia di Lyme (*Borrelia burgdorferi*) se-

gnalata nell'uomo e negli animali anche in Italia (MANILLA, 1993); alcune rickettsiosi (*Rickettsia rickettsii*, *Coxiella burneti*, *R. suisse*) e l'encefalite virale da zecche (Flavivirus) dell'uomo (Tab. II). Le categorie più esposte sono i boscaioli, gli allevatori, i cacciatori, i forestali e i campeggisti.

Tab. II - Principali agenti eziologici trasmessi da *Rhiphicephalus sanguineus* e *Ixodes ricinus*.

ZECCA		PATOGENI	
<i>Rhiphicephalus sanguineus</i> (Latreille, 1804)	NEMATELMINTI	<i>Dipetalonema grassii</i> <i>Dipetalonema reconditum</i>	
	PROTOZOI	<i>Babesia canis</i> <i>Hepatozoon canis</i>	
	BATTERI	<i>Anaplasma marginale</i> <i>Brucella canis</i> <i>Ehrlichia canis</i> <i>Haemobartonella canis</i> <i>Rickettsia burneti</i> <i>Rickettsia conori</i> <i>Rickettsia rickettsii</i> <i>Salmonella enteritidis</i>	
	VIRUS	Diversi	
	<i>Ixodes ricinus</i> (Linneus, 1758)	PROTOZOI	<i>Babesia bovis</i> <i>Babesia divergens</i> <i>Babesia microti</i>
		BATTERI	<i>Borrelia burgdorferi</i> <i>Rickettsia burneti</i> <i>Rickettsia rickettsii</i> <i>Rickettsia suisse</i>
		VIRUS	Diversi: incluso Flavivirus TBE

Molte specie del genere *Rhipicephalus* presentano una accentuata variabilità morfobiologica che ne rende ancora incerta la classificazione. Colpiscono in prevalenza i mammiferi nord-africani (15 specie), dell'Africa sub-sahariana (55 specie) e dell'Eurasia. Hanno un ciclo vitale a 3 ospiti che nelle zone mediterranee calde e secche si riduce talvolta a 2 (*R. bursa* Canestrini & Fanzago, 1878). Costituiscono un importante veicolo di babesiosi, di theileriosi e di erlichiosi ovina e canina e di anaplasmosi dei ruminanti. La specie più nota, *R. sanguineus* (Latreille, 1804) è stata trasportata dal bacino del Mediterraneo, sua patria di origine, in tutto il mondo al seguito dei cani domestici. Nel bacino del Mediterraneo trasmette la classica febbre bottonosa dell'uomo (*Rickettsia conori*).

Il genere *Amblyomma* comprende oltre 100 specie di grandi dimensioni, generalmente con ciclo a tre ospiti. Sono parassiti di mammiferi, rettili e anfibi e, allo stadio larvale, anche di uccelli nelle aree tropicali e subtropicali. In Africa veicolano in particolare *Cowdria ruminantium* agente dell'idropericardite infettiva dei ruminanti (heart-water).

Della famiglia Argasidae sono da ricordare il genere *Argas* comprendente 56 specie tra cui *Argas reflexus* (Fabricius, 1794), presente in Italia come parassita dei volatili (piccioni). Trasmette soprattutto *Borrelia anserina* agente eziologico della spirochetosi dei gallinacci. *A. reflexus* punge occasionalmente alcuni mammiferi tra cui l'uomo. Trasportato nei sottotetti dai piccioni può invadere le abitazioni e causare notevoli fastidi alle persone anche a distanza di anni (PAMPIGLIONE *et al.*, 1986).

Al genere *Ornithodoros* appartengono circa 100 specie alcune delle quali attaccano il bestiame, in particolare i suini, e gli uccelli (piccioni). *O. moubata* (Murray, 1877) e *O. erraticus* (Lucas, 1849) trasmettono la peste suina africana.

In definitiva i dati riportati ribadiscono il ruolo delle zecche come causa di perdite economiche negli animali ed evidenziano l'importanza di *Ixodes ricinus* e di *Rhipicephalus sanguineus* nella trasmissione di antropozoonosi (MANILLA, 1988; ARRU, 1994).

*Situazione in Sardegna* - Malgrado la frammentarietà delle indagini svolte, in Sardegna sono state segnalate 14 delle 25 specie di Ixodidi presenti in Italia (SOBRERO *et al.*, 1988). Dal 1995 nella Provincia di Sassari è in corso una indagine sistematica tendente a determinare la prevalenza e la distribuzione stagionale sia sull'ambiente (metodi dragging e flagging) che sugli ospiti domestici.

L'estrapolazione di alcuni dati consente in primo luogo di confermare il riscontro di specie appartenenti ai generi *Boophilus*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes* e *Rhipicephalus*; è invece ancora incerta la presenza di *Amblyomma spp.*.

Particolare interesse assume il ritrovamento di alcuni esemplari di *Ixodes spp.*, rare volte segnalati in Sardegna e, secondo i moderni criteri di valutazione, erroneamente classificati *Ixodes ricinus* anzichè *Ixodes gibbosus* (Nuttall, 1916). In realtà in Italia *I. ricinus* si osserva nei biotopi delle regioni del nord ovunque persista un favorevole tasso di umidità, ma la sua frequenza decresce gradualmente scendendo verso il sud dove negli ambienti caldi e secchi sarebbe appunto sostituita da *I. gibbosus* (MAROLI *et al.*, 1995). Si può comunque rilevare che le due zecche sono molto vicine e, pur occupando nicchie ecologiche diverse, hanno verosimilmente lo stesso ruolo come vettori di borreliosi. I dati bibliografici evidenziano infatti che nella diffusione della malattia di Lyme (non ufficialmente segnalata in Sardegna) intervengono *Ixodes* di specie diversa (*Ixodes complex*) a seconda dell'ambiente (MURA *et al.*, 1995). È invece interessante rilevare che i campioni in esame sono stati raccolti a novembre-dicembre del 1996 e gennaio 1997 da cani da caccia grossa e da gatti allevati in campagna. Ciò rimarca che le nicchie ecologiche di *Ixodes spp.* sono per lo più ubicate nell'ambiente silvestre o rurale senza tuttavia escludere le aree periurbane degradate, ricche di abbondante vegetazione e di ospiti (MANILLA, 1982). Per il momento si può rilevare che *Ixodes spp.* non sono molto diffuse in Sardegna dove uno dei periodi di maggiore attività è il tardo autunno-

inverno, ad elevato tasso di umidità. È però da sottolineare che, essendo dette zecche prive di specificità parassitaria, oltre che i ruminanti e i carnivori, possono infestare anche l'uomo.

Al contrario *Rhipicephalus sanguineus*, nota come “zecca bruna del cane”, è la più diffusa nell'Isola dove veicola *Rickettsia conorii*. Benchè considerata ad elevata specificità parassitaria sembra sia l'unica specie riscontrata nell'uomo in Sardegna. In condizioni ambientali favorevoli si attacca agli erbivori e ai carnivori, domestici e selvatici, ma in biotopi degradati come quelli urbani e periurbani, si osserva quasi esclusivamente sul cane. Gli ambienti frequentati dai cani rappresentano l'habitat preferito di *R. sanguineus* le cui forme larvali invadono spesso in massa le case risalendone le pareti e penetrando in tutte le fessure. Poichè per riprodursi le zecche devono obbligatoriamente nutrirsi di sangue la massiccia presenza di *R. sanguineus* è da mettere in relazione con la piaga del randagismo e con la mancanza di opportuni e tempestivi interventi pubblici sull'ambiente. Conviene ricordare che la legge quadro italiana in materia di animali da affezione e prevenzione del randagismo (L. 281 del 14.8.1991) è tra le più avanzate; che la legge regionale sarda, promulgata 3 anni dopo (L.R. 21 del 18.5.94. BURAS n°17 del 21.5.94) non è da meno: stabilisce infatti le competenze dei Comuni, singoli o associati, a provvedere al risanamento dei canili, fissa i criteri per l'anagrafe canina e di predisposizione di un programma di prevenzione del randagismo, ecc. ma purtroppo manca di adeguata copertura finanziaria. D'altra parte sul fronte privato si registra un aumento dell'incivile comportamento di abbandonare spesso i cani al loro destino, ma c'è anche chi in buona fede crede di compiere un'opera meritoria limitandosi a portare un po' di avanzi ai cani di strada. Evidentemente la soluzione del problema presuppone oculati interventi pubblici e la consapevolezza di stabilire un giusto rapporto di convivenza con gli animali.

*Prevenzione e Controllo* - I tentativi di eradicare le zecche con l'impiego sistematico di sostanze chimiche sull'ambiente si è infranto di

fronte ai fenomeni di resistenza, alle difficoltà di controllare l'infestazione negli animali selvatici, al forte impatto ambientale, al problema dei residui nei prodotti di origine animale, ecc.. La filosofia attuale si propone di elaborare programmi di prevenzione e di lotta adattabili di volta in volta alle singole situazioni attraverso l'impiego, da sole o variamente associate, di sostanze chimiche sugli animali ospiti, di misure ecocompatibili con l'ambiente e del controllo individuale sull'uomo.

L'irrorazione con sostanze ad azione acaricida è attuabile solo in aree di limitata estensione (canili, stalle o cortili massivamente infestati), ricordando che perfino in tali ambienti è preferibile ricorrere a metodi non inquinanti (piroforo).

All'impiego sistematico degli acaricidi (bagni, polveri, spray, targhette, collari) è in larga misura affidata la prevenzione e il controllo delle zecche sugli animali domestici (LIEBISCH *et al.*, 1996). Con il trattamento di animali "cavia" in determinati periodi dell'anno è stato talvolta effettuato anche il controllo indiretto delle zecche nell'ambiente. Attualmente si vanno diffondendo prodotti non sistemici derivati dal piretro. Per quanto riguarda la fauna selvatica può risultare efficace nel controllo dei piccoli roditori la dislocazione nell'ambiente di batuffoli di ovatta impregnati con acaricidi che i topi trasportano nelle tane.

Le misure ecologiche richiedono una buona conoscenza delle caratteristiche etologiche delle zecche e mirano a modificarne l'habitat con il pirodiserbo, lo spietramento, l'aratura, la coltivazione di vegetali con proprietà tossiche o repulsive (*Melinis minutiflora*) ecc.. L'applicazione di tali misure contribuisce a determinare la temporanea riduzione delle zecche e va supportata con altri interventi. In aree rurali o periurbane endemiche si può ad esempio modificare l'habitat attorno ai ricoveri e/o alle case, creando fasce di protezione libere da vegetali. L'esperienza però insegna che è nel contempo utile sistemare a ridosso dei recinti e/o dei muri delle strisce di plastica da cospargere con acaricidi biodegradabili che agiscono per contatto. Con la pulizia si rende l'ambiente inospitale per le zecche e per alcuni

ospiti (topi, ecc.), mentre il prodotto chimico impedisce alle zecche (che non saltano e non volano) di raggiungere gli animali e l'uomo.

Le misure individuali devono partire dalla consapevolezza che chi frequenta ambienti invasi da zecche può rappresentare un potenziale ospite. Non deve comunque farsi prendere da eccessivo timore e ricorrere a misure drastiche come quella di irrorare antiparassitari sull'erba del giardino per evitare di essere aggrediti durante lo sfalcio. È sufficiente adottare alcune precauzioni come ad esempio indossare indumenti protettivi di colore chiaro: cappello, camicia infilata nei pantaloni con colletto e polsini ben stretti, pantaloni lunghi a loro volta infilati nelle calze e scarpe adatte. Ad ulteriore garanzia applicare agli indumenti un repellente (permetrina spray) (LANE, 1989). Quando si va in campagna è inoltre buona norma camminare al centro dei sentieri onde evitare il contatto con l'erba e gli arbusti e, al ritorno a casa, ispezionare gli indumenti e il corpo e catturare le zecche (facilmente visibili su indumenti chiari) prima che si fissino nella cute. Se si scopre una zecca fissata il modo migliore di rimuoverla, tra i tanti proposti (cotone imbevuto con antiparassitari e olio, calore) è quello di utilizzare delle pinzette entomologiche posizionandole sulla parte cefalica emergente dalla cute e agire lentamente e con fermezza, applicando la forza in linea retta. La zecca deve essere quindi deposta in boccette o scatolette chiuse, ben etichettate, e inviata all'ASL di competenza. È infine indispensabile osservare quotidianamente l'area del "morso" e qualora si evidenzino eruzioni cutanee, specie se accompagnate da sintomi di malessere, ricorrere subito al medico.

A queste fasi si possono far seguire misure più complesse tendenti a rafforzare le resistenze degli ospiti (aumento difese immunitarie e prossimamente vaccini) e nelle aree a forte rischio di trasmissione di pericolose malattie all'uomo (encefalite virale da zecche, rickettsiosi) con la chemioprofilassi.

Nel concludere si deve purtroppo rilevare che nel controllo delle zecche la sperimentazione di metodologie e tecniche innovative di intervento non ha dato risultati soddisfacenti: la lotta biologica con parassitoidi (i-

menotteri), parassiti (nematodi), predatori di vario tipo (formiche, uccelli insettivori) e patogeni (batteri, funghi, virus e rickettsie) si è mostrata di fatto scarsamente efficace a causa dei molteplici fattori condizionanti che non ne hanno consentito l'applicazione su larga scala; la tecnica dei maschi sterili è risultata antieconomica per l'elevato numero di esemplari da allevare e disseminare per compensare la scarsa mobilità delle zecche; le prove di campo con specie ibride hanno dato risultati discutibili per le difficoltà di mantenere l'equilibrio tra le zecche stanziali e quelle introdotte; infine i sistemi di lotta basati sull'uso di ferormoni e di anidride carbonica come elementi di attrazione hanno mostrato una scarsa efficacia (CUISANCE *et al.*, 1994).

## L'ACAROFAUNA DOMESTICA

*Acari delle abitazioni* - In diversi paesi a clima temperato gli acari si sono bene adattati all'ambiente domestico e costituiscono un serio problema di ordine economico e sanitario. È infatti noto che gli allergeni degli acari delle abitazioni, e in particolare quelli della famiglia Pyroglyphidae, provocano allergopatie respiratorie, rappresentate da asma bronchiale e oculorinite, e talvolta dermatiti atipiche ed enteriti (ARLIAN LARRY, 1991).

Le notizie bibliografiche confermano che gli acari domestici sono frequenti anche in Italia (BIGLIOCCHI *et al.*, 1994) con una maggiore densità per grammo di polvere nelle regioni meridionali e nelle isole (6 volte maggiore in Sardegna rispetto al Veneto) (OTTOBONI *et al.*, 1983).

L'esperienza personale nei riguardi di detti acari è iniziata nel 1959 con la segnalazione di *Acarus siro* quale causa di malattia nell'uomo e negli animali (ARRU, 1960). Si trattava di un episodio caratterizzato da marcato eritema con formazione di papule, pustole e croste, comparso tra il personale dell'Istituto che durante l'estate aveva manipolato mangimi (sfarinati di cereali) per la preparazione di beveroni da somministrare ad alcuni vi-

telli in esperimento. Nei vitelli, oltre alle manifestazioni cutanee, *A. siro* ha provocato un'enterite catarrale emorragica mortale in due dei soggetti in esperimento. L'indagine venne successivamente estesa con risultati positivi ai più comuni tipi di farine destinate all'alimentazione umana e ai sottoprodotti di molitura (crusca, tritello) della città di Sassari.

Da allora il materiale portato in Istituto, generalmente costituito da polvere, era disperso in capsule di Petri contenenti acido lattico 90% ed esaminato dopo 48h allo stereomicroscopio. Gli acari presenti erano raccolti e montati su vetrini in una goccia di acido lattico. In seguito, per trasferire in minor tempo numerosi acari sui vetrini, veniva talvolta utilizzata la tecnica della congelazione (COLLOFF, 1989). L'identificazione e la conta erano fatte al microscopio ottico o su disegni alla camera lucida usando chiavi specifiche. Ai latori dei campioni veniva fatto compilare un questionario nel quale si chiedeva tra l'altro se nelle abitazioni erano ospitati animali domestici. Quando le risposte non erano ritenute esaurienti si provvedeva ad effettuare un sopralluogo.

Riassumendo i dati ottenuti si può dire che gli esami praticati sui campioni di polvere hanno consentito di osservare un'acarofauna appartenente, in ordine di densità, alle specie *Dermatophagoides farinae* (Hughes, 1961), *Glycyphagus domesticus* (De Geer, 1778), *D. pteronyssinus* (Trouessart, 1897), *Euroglyphus maynei* (Cooreman, 1950), *Acarus siro* (Linnaeus, 1758) e *Cheyletus spp.* oltre ad alcune specie predatrici.

Gli acari sono stati di solito veicolati nelle abitazioni con oggetti o derrate di uso comune: indumenti, fiori secchi, animali veri o finti (peluche), ecc.. Il periodo di massimo sviluppo ha coinciso con condizioni favorevoli di umidità relativa e di temperatura. I focolai più frequenti sono stati individuati in: materassi e cuscini di lana o gommapiuma, poltrone e divani imbottiti, moquette e tappeti, mobili vecchi e infissi, animali imbalsamati e peluche, vestiti, derrate alimentari e materiale organico in decomposizione.

Avendo esaminato solo il materiale portatoci in Istituto non si è in grado di esprimere un giudizio sulla distribuzione degli acari nei diversi centri abitati. Si può invece affermare che nel 6% delle abitazioni riscontrate positive alcune persone presentavano evidenti manifestazioni cliniche imputabili ad acari e nel 2% sintomi di flogosi minima persistente.

Malgrado la comprovata sensibilità (GENCHI *et al.*, 1979) non sono stati riscontrati casi di allergia negli animali domestici. È peraltro noto che la sensibilizzazione e lo sviluppo delle forme allergiche dipende sia dalle resistenze individuali che dalla specie e dalla densità degli acari; densità che è notevolmente ridotta negli animali domestici delle abitazioni generalmente tenuti in buone condizioni igieniche (bagni) e sottoposti spesso a trattamenti antiparassitari. I dati emersi consentono pertanto di dire che detti animali hanno una modesta importanza nella fofesi e non svolgono di solito il ruolo di serbatoio di Piroglifidi.

La prevenzione e il controllo degli acari domestici si basava in passato sull'accurata bonifica ambientale (pulizia e frequente areazione della casa) e sull'utilizzo dei prodotti chimici. Si trattava di soluzioni parziali che avevano molti limiti per l'inadeguatezza degli strumenti utilizzati. Ad esempio, uno dei mezzi per allontanare gli acari era il battipanni, oggi sconsigliato e in alcuni Comuni giustamente vietato perchè inquinante. Quanto ai prodotti chimici non si andava oltre quelli comunemente usati contro gli artropodi. Sono infatti troppe le controindicazioni all'impiego nell'ambiente domestico di acaricidi nelle concentrazioni necessarie per provocare il 100% di mortalità degli acari. Risultati migliori si ottenevano eliminando tempestivamente il focolaio primario scelto dagli acari come habitat principale (cuscini, materassi) o, quando ciò non era possibile (mobili e altro), trasferendo "l'oggetto bersaglio" in ambienti dove era possibile fare un trattamento chimico appropriato. In pratica con la frequente e accurata pulizia manuale e con un oculato uso di antiparassitari si riusciva a mantenere uno standard igienico accettabile specie negli ambienti domesti-

ci in cui vivevano persone sofferenti di allergia. Il grado di pulizia è la spia della densità degli acari e dei loro allergeni.

La situazione è migliorata decisamente con l'avvento degli elettrodomestici che consentono di raccogliere buona parte della polvere e di aggredire gli acari residui con sostanze chimiche specifiche. Con un buon aspirapolvere ben accessorizzato si può eliminare più del 60% degli acari e del 50% degli allergeni. Facendo seguire all'aspirazione l'uso di una debole soluzione acaricida (benzilbenzoato 3%) si riesce ad ottenere un controllo accettabile. Da rilevare che i detergenti sono scarsamente efficaci contro gli acari (SCHOBER *et al.*, 1987).

Di recente sono comparsi sul mercato apparecchi vaporizzatori (acqua a 120° a pressione) superaccessorizzati, studiati per pulire qualsiasi superficie ed eliminare gli acari domestici (97-98% di resa) evitando l'utilizzo di prodotti chimici inquinanti.

#### SUMMARY

TICKS AND HOUSEOLD ACARI - Ticks give economic losses in breedings, but the presence of *Ixodes* and *Rhiphicephalus spp.*, *Borrelia's* and *Rickettsia's* vectors, is a great problem for the public health. The main precautionary and control measures are so explained. Pyroglyphidae represent the most houseold acarofauna, their control is possible taking care of houseold hygiene and using chemical solution.

KEY WORDS: ticks, vector competence, control, houseold acarofauna, Sardinia

#### BIBLIOGRAFIA

- ARLIAN LARRY G., 1991 - House-dust-mite allergens: A review. *Exper. & Appl. Acarol.*, 10: 167-186.
- ARRU E., 1960 - *Tyroglyphus siro* (Linnaeus, 1758) causa di malattia nell'uomo e negli animali. *Parassitol.*, 2(1-3): 3-6.
- ARRU E., PAU S., LEONI A., 1982 - Segnalazione di *Hepatozoon canis* in Sardegna. *Riv. di Parassitologia*, 43(1): 57-62.
- ARRU E., 1994 - Le zecche: un importante serbatoio di agenti patogeni. *Praxis*, 15(2): 5-7.
- BIGLIOCCHI F., MAROLI M., 1994 - Gli allergo-acari (Acarina: Pyroglyphidae) della polvere domestica in abitazioni della città di Roma. *Parassitol.*, 36(Suppl. 1): 16.

- COLLOFF. M.J., 1989 - A new and rapid method of making permanent preparations of large numbers of house-dust mites for light microscopy. *Exper.l & Appl. Acarol.*, 7: 323-326.
- CUISANCE D., BARRE N., DE DEKEN R., 1994 - "Ectoparasites des animaux: methodes de lutte ecologique, biologique, genetique et mecanique". *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 13(4): 1305-1356.
- GARIPPA G., SANNA E., 1990 - Ixodidi di frequente riscontro nei mammiferi dell'Asinara. *Parassitol.*, 32(1): 117-118.
- GENCHI C., FALAGIANI P., MARAFFI F., 1979 - La diagnosi allergologica nel cane: considerazioni preliminari sul ruolo degli acari domestici (*Dermatophagoides sp.*) e degli acari parassiti. *La Clinica Veterinaria*, 102(12): 693.
- HUGHES A.M., 1976 - The mites of stored food and houses. *London Her Majestic's Stationery Office*.
- JONGEJAN F., UILENBERG G., 1994 - "Ticks and control methods". *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 13(4): 1201-1226.
- LANE R.S., 1989 - Treatment of clothing with a Permethrin spray for personal protection against the western black-legged tick, *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae). *Exper. & Appl. Acarol.*, 6: 343-352.
- LIEBISCH A., DORN H., LIEBISCH G., 1996 - Zecche e patologie correlate nel cane: controllo mediante il collare Kiltix. *Praxis Vet.*, 1: 1-9.
- MANNELLI A., ROSSI S. 1996 - Determinazione del rischio di Borreliosi di Lyme. *Praxis Vet.*, 2:12-14.
- MANILLA G., 1982 - Parassitismo invernale di *Ixodes ricinus* (L., 1758) su *Felix catus domesticus* in area urbanizzata. *Parassitol.*, 24(2-3): 269-276.
- MANILLA G., 1988 - Sintesi delle conoscenze sul ruolo patogeno delle zecche (Acari: *Ixodoidea*) finora segnalate in Italia. *Riv. di Parassitol.*, 49(1): 13-23.
- MANILLA G., IORI A., 1992 - Chiave illustrata delle zecche d'Italia. I: Stadi larvali delle specie della sottofamiglia Ixodinae (Acari, Ixodoidea, Ixodidae). *Parassitol.*, 34: 83-95.
- MANILLA G., 1993 - Sulla "Malattia di Lyme" in Italia. 1) Distribuzione di *Ixodes ricinus* (L.). *Riv. di Parassitol.*, 10(54), 2:191-199.
- MAROLI M., KHOURY C., FRUSTERI L., 1995 - Diffusione di *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Italia. Ecobiologia e ruolo della specie nella trasmissione dei patogeni. *Giornale Italiano di Malattie Infettive*, 1(5): 269-278.
- MURA I., MURESU E., CASTIGLIA P., SECHI A., 1995 - Indagine siero epidemiologica degli anticorpi anti *Borrelia burgdorferi* nella popolazione del nord Sardegna. *XXV Congresso Naz. Soc. It. Microb.*, Alghero - Porto Conte, 27-30 sett: 299.
- OTTOBONI F., FALAGIANI P., TRALDI G., 1983 - Considerazioni epidemiologiche sugli acari domestici in Italia. *Parassitologia*, 25: 312-315.
- PAMPIGLIONE S., CANESTRI TROTTI G., 1986 - Nuove osservazioni sulla presenza molesta di *Argas reflexus* in abitazioni umane a Bologna. *Acta Medit. Patol. Inf. e Trop.*, 5: 277-281.
- PUCCINI V., DANIELE R., PUCCINI A., 1995 - Le zecche, moderni sistemi di lotta. *Informatore Zootecnico*, 13: 45-47.
- SARATSIOTIS A., BATTELLI C., 1972 - Comparaison morphologique d'une nouvelle espece de tique dans la faune d'Italie *Ixodes gibbosus* (Nuttal, 1916) avec les especes voisines. *Parassitol.*, 14(1): 183-192.

- SCHÖBER G., WETTER G., BISCHOFF E., et alii, 1987 - Control of house-dust mites (Pyroglyphidae) with home disinfectants. *Exper. & Appl. Acarol.*, 3: 179-189.
- SOBRERO L., MANILLA G., 1988 - Aggiornamenti sulle zecche d'Italia. *Bonifica*, Aprile-Giugno, suppl. n° 2.
- STARKOFF O., 1958 - Ixodoidea d'Italia. Studio monografico. Ed. "Il pensiero scientifico", Roma.
- STARKOFF O., 1960 - Ixodoidea della Sardegna. *Parassitol.*, 2(1-2): 301-309.
- WASSENAAR DIRK P.J., 1988 - Reducing house-dust mites by Vacuuming. *Exper. & Appl. Acarol.*, 4: 167-171.



## IL PROBLEMA DEI RATTI NELLE AREE VERDI URBANE E NELLE DISCARICHE DI RIFIUTI A CIELO APERTO

Luciano SANTINI

*Università di Pisa, Dipartimento C.D.S.L., Sezione Entomologia agraria  
via San Michele degli Scalzi, 2 - 56124 Pisa*

RIASSUNTO. Dopo un richiamo iniziale alle condizioni che favoriscono l'insorgere delle infestazioni murine in adiacenza degli insediamenti umani, viene focalizzata l'attenzione sul Ratto bruno *Rattus norvegicus*. Della specie, indicata quale responsabile delle infestazioni più cospicue nelle aree verdi urbane e nelle discariche incontrollate di rifiuti solidi, sono ricordati i tratti bio-etologici salienti e i riflessi negativi di ordine economico, igienico e ambientale. Viene quindi fatto presente che una disinfestazione soddisfacente ancora oggi può essere conseguita solo impiegando rodenticidi anticoagulanti e che per un loro impiego efficace e sicuro è indispensabile procedere ad una accurata scelta dell'esca di base. Nell'ultima parte sono infine considerati alcuni interessanti e poco noti aspetti di ecotossicologia dei rodenticidi, riferiti in particolare alle modificazioni comportamentali che gli anticoagulanti possono indurre nei ratti nella fase pre-letale di intossicazione e che debbono essere ben conosciuti dagli operatori sul campo per prevenire una loro assunzione da parte di predatori e di divoratori di carogne.

### INTRODUZIONE

È noto che infestazioni sconvenienti e intollerabili di Roditori Murini tendono a divenire più cospicue e, al tempo stesso, più difficili da affrontare e da risolvere, nelle aree, quali quelle urbane e quelle ad esse immediatamente adiacenti, ove gli insediamenti e le attività umane sono più sviluppate.

È infatti l'uomo stesso che in tali contesti finisce inevitabilmente per garantire a questi animali ampia disponibilità di cibo e di rifugio, tanto da sostenerne dense popolazioni, poi difficilmente contenibili in modo razionale ed economico.

Più di una specie murina può essere alla base di tale tipo di problematica e i più disparati possono essere i contesti in cui ciascuna di queste

può evolvere in tempi rapidi delle vere popolazioni infestanti e comportare riflessi negativi di ordine economico, igienico e ambientale.

### IL PROBLEMA DEL RATTO GRIGIO

In questa occasione appare tuttavia opportuno limitarsi a considerare, solo nei tratti essenziali, il problema specifico del Ratto grigio o surmotto (*Rattus norvegicus*) che, per la sua ampia valenza ecologica e per la sua riconosciuta aggressività e invadenza, tende a insediarsi e a pullulare in svariati contesti urbani e periurbani, soprattutto in quelli ben provvisti di spazi verdi, con riflessi particolarmente negativi per ciò che riguarda l'igiene pubblica e l'integrità ambientale nel suo complesso.

Trattasi, come è noto, di una specie di taglia relativamente cospicua, con costumi fossori e amante di ambienti a ricchezza d'acqua. In quanto attiva prevalentemente nelle fasi crepuscolari e al livello del suolo, questa specie murina, più di ogni altra, è prontamente rilevabile dalla popolazione e all'occasione diviene un giusto pretesto di lamentele e di pressanti richieste di interventi bonificatori.

Il Ratto grigio denota, tra l'altro, costumi trofici estremamente eclettici, non disdegnando neppure sostanza organica, animale e vegetale, in più o meno avanzato stato di decomposizione. All'occasione, inoltre, esso si rivela un predatore attivissimo di piccoli invertebrati (Insetti, Molluschi Gasteropodi e Lamellibranchi) e vertebrati (Micromammiferi Insettivori e Roditori) che spesso finisce per eliminare totalmente dagli ambiti da esso colonizzati, con grave riduzione della ricchezza biocenotica dei medesimi (SANTINI, 1988).

Ciò premesso è facile anche comprendere perché questa specie trova un contesto particolarmente confacente nell'ambito delle discariche a cielo aperto di rifiuti solidi urbani, spesso abusive o comunque non controllate e quasi sempre poste in luoghi non troppo distanti dai centri abitati (SANTINI *et al.*, 1985).

Nel caso gli effetti negativi di una cospicua presenza murina non si avvertono ovviamente nell'ambito medesimo della discarica - contesto già di per sé oltremodo degradato -, ma ricadono, in misura spesso intollerabile, nelle aree ad essa adiacenti.

Tali riflessi indesiderabili, dovuti evidentemente ad un continuo irradiazione e dispersione di individui provenienti dal contesto originario di pullulazione, possono in realtà esercitarsi sia nell'ambito delle più prossime aree suburbane densamente abitate, come pure su diverse colture agrarie, con particolare predilezione per quelle cerealicole ed oleaginose (SANTINI, 1996).

## POSSIBILITÀ DI INTERVENTO

Problematiche di questo tipo sono ovviamente ineludibili da parte delle strutture preposte alla salvaguardia dell'igiene ambientale, ma possono spesso risultare oltremodo complesse per chi intenda affrontarle e in qualche misura risolverle.

Poiché tale difficoltà di norma deriva dalla indisponibilità di una codificazione ufficiale di competenti e precisi criteri operativi alla quale riferirsi caso per caso, in tale occasione possono risultare opportune alcune puntuali considerazioni.

È necessario anzitutto far rilevare che ancora oggi, purtroppo, per debellare una qualsiasi infestazione murina importante che interessi superfici aperte non resta che affidarsi - osservando tutti i criteri di prudenza e di responsabile impiego - a sostanze chimiche rodenticide, da somministrare ai roditori per mezzo di esche appetibili e competitive con il loro cibo abituale.

Nel caso specifico oggi considerato (cioè di interventi all'aperto e su vaste superfici) i mezzi cosiddetti "alternativi" di cui possiamo disporre, siano essi trappole di varia concezione o congegni elettronici e/o elettroma-

gnetici, denunciano ciascuno limiti insuperabili, tanto da renderne vano l'impiego, anche in un'ottica operativa integrata.

D'altra parte l'impiego di sostanze tossiche veicolate da esche appetibili, seppur comportante risvolti di varia complessità, può consentire il perseguimento di risultati oltremodo soddisfacenti e di operare entro margini accettabili di sicurezza (cfr. SANTINI, 1985). Tutto questo, in ogni caso, a condizione che le persone preposte alla programmazione ed alla esecuzione di tale delicata operazione siano in grado di soddisfare ai seguenti requisiti fondamentali:

1. Possedere una chiara cognizione delle caratteristiche tossicologiche e di commestibilità dei formulati impiegati, in modo tale da essere in grado di compiere ragionevolmente e autonomamente, caso per caso, la scelta dei materiali più idonei.
2. Essere in grado di presiedere e di controllare le applicazioni dei materiali tossici sul campo con una professionalità che includa anche solide conoscenze bio-etologiche relative alle specie da combattere ed a quelle, più significative, che insieme entrano a comporre le biocenosi in cui si va a interferire. Tutto ciò per meglio comprendere ed eventualmente saper valutare a priori quale può essere l'impatto di un intervento rodenticida in un determinato ecosistema.

## I RODENTICIDI ANTICOAGULANTI

Per quanto riguarda le sostanze rodenticide va detto che ancora oggi, così come 15 anni fa, non si intravedono innovazioni sostanziali e che per larga parte dobbiamo ancora affidarci (probabilmente per molti anni ancora) ad una categoria di sostanze chimiche - i ben noti "anticoagulanti" - i cui primi rappresentanti segnarono, all'inizio degli anni '40, una svolta storica nella lotta ai roditori, consentendo da quel momento successi operativi prima impensabili.

Tab. I - Comparazione della tossicità di diversi rodenticidi anticoagulanti nei riguardi di *Rattus norvegicus*. I dati relativi sono tratti da fonti diverse e derivano da tests di laboratorio eseguiti su ceppi albini. Si fa inoltre osservare che i valori della DL50 orale acuta reperibili in letteratura per alcune molecole di prima generazione risultano in alcuni casi variabili, probabilmente in funzione dei ceppi e del sesso degli animali sottoposti a test e/o del carrier usato come veicolo di somministrazione del principio attivo.

Anticoagulante	DL50 (mg/kg)	Normale concentrazione nell'esca (p.p.m)	DL50 gr esca/250 gr ratto
I gen.			
COUMACHLORO	900.0	250	900.0
WARFARIN	58.0	250	58.0
CHLOROPHACINONE	20.5	50	102.5
COUMATETRALYL	16.5	375	11.0
DIPHACINONE	3.0	50	15.0
II gen.			
DIFENACOUM	1.8	50	9.0
BROMADIOLONE	1.3	50	6.5
DIFETHIALONE	0.56	25	---
FLOCOUMAFEN	0.25	50	2.0
BRODIFACOUM	0.22	50	1.5

Oggi possiamo tuttavia scegliere fra una decina di queste molecole che, come mostrato nella tabella I, comprendono ancora vecchi principi attivi (quali il Warfarin ed il Coumachloro) che, in virtù della loro efficacia nei confronti del Ratto bruno, della relativa sicurezza d'impiego e della loro economicità, continuano a trovare il favore degli applicatori.

Nell'ambito di questo insieme, tuttavia, stanno acquistando sempre più considerazione alcune molecole di seconda generazione e, fra queste, quelle rese disponibili per prime. Il Bromadiolone, in particolare, risulta sempre più apprezzato per la sua grande appetibilità e efficienza nei confronti del Ratto bruno. Di questo principio attivo (e anche di altre molecole

più o meno coetanee quali, ad esempio, il Difenacoum) in definitiva si può dire che è ormai disponibile un'ampia documentazione tossicologica e dati relativi ad oltre un ventennio di applicazione, tali da fornire tutte le garanzie di sicurezza auspiccate laddove, ovviamente, ne sia fatto un uso competente.

Così come evidenziato nella medesima tabella I, le molecole di seconda generazione sono in realtà caratterizzate da una tossicità nei riguardi del Ratto bruno progressivamente maggiore rispetto a quelle che le hanno precedute.

La maggior pericolosità che ne può derivare anche per animali a sangue caldo di taglia superiore a quella dei ratti viene tuttavia ben contenuta dai bassissimi dosaggi ai quali i singoli principi attivi sono impiegati nelle esche e che sono sufficienti ad aver ragione dei ratti medesimi.

Ma ciò che in tale occasione si ritiene opportuno sottolineare è che quanto affermato in ogni caso non significa che l'impiego di queste sostanze - soprattutto in occasione di vasti interventi comprensoriali in aree verdi urbane e/o suburbane o nell'ambito di discariche incontrollate di rifiuti solidi - non possa rappresentare in qualche misura un rischio anche per altre componenti zoocenotiche di questi medesimi ambienti.

Due sono in realtà gli aspetti, di norma, non conosciuti o disinvoltamente trascurati dalla maggior parte degli operatori del settore e dei quali è invece fondamentale tener conto per ridurre il più possibile tale rischio. Uno relativo all'importanza delle caratteristiche fisiche dell'esca di base. Un secondo relativo alle modificazioni di alcuni moduli comportamentali indotte nei ratti dall'intossicazione cronica da parte di questi principi attivi, prima del sopravvento del decesso.

#### IMPORTANZA DELLA NATURA DELL'ESCA DI BASE

Nel caso di impiego di rodenticidi anticoagulanti di seconda generazione su superfici aperte più o meno vaste, onde evitare dei veri e propri

“disastri ecologici locali”, può essere determinante fare una scelta coscientemente ponderata del tipo di esca da impiegare.

È opportuno pertanto tener presente che, in tali casi, l'esca più sicura sarebbe in assoluto quella cosiddetta “fresca”, cioè a base di sostanza vegetale ancora ricca di acqua (ad esempio pezzi di frutta a polpa soda, di carota, di barbabietola etc.). Infatti, il rodenticida veicolato estemporaneamente da materiale di questo tipo si degrada rapidamente, nel giro di qualche giorno, in ciò favorito proprio dal contesto umido e acido che si determina con l'altrettanto rapido deperimento della base commestibile.

Proprio il contrario accade, invece, quando lo stesso principio attivo è veicolato su un'esca secca (ad esempio granuli o pellets commerciali di vario tipo e taglia, a bassissimo tenore d'acqua). Questa è stabile per un periodo assai più lungo e di pari passo rallenta anche la degradazione del tossico che contiene.

Inoltre, sul piano più specifico della fisiologia del roditore, è stato chiaramente stabilito in laboratorio che un'esca fresca vegetale, in quanto molto digeribile, transita rapidamente attraverso il tubo digerente dell'animale, che così finisce per assorbire una dose relativamente bassa di tossico, comunque sufficiente per condurlo a morte. L'esca asciutta, al contrario, in quanto meno digeribile, transita più lentamente nel tratto digerente dell'intestino, comportando nell'organismo del roditore un assorbimento e un accumulo di tossico in quantità molte volte superiore a quella sufficiente per ucciderlo. In sostanza, quando l'animale è moribondo o è morto da poco, nel suo organismo si trova depositata una maggiore quantità di metaboliti tossici tanto da rappresentare un pericolo assai più concreto per i potenziali predatori o divoratori di carogne (GROLLEAU, 1983).

Nel caso delle esche secche, poi, l'accumulo nell'organismo del roditore di una quantità maggiore di principio attivo o dei suoi metaboliti tossici di quanto non ne sia richiesta per sopprimerlo, può essere anche favorito dalla sua innata attitudine all'immagazzinamento nella tana o in altri ripari del surplus dell'esca medesima. Questo fatto, in realtà, rende il mate-

riale tossico disponibile per tempi più lunghi e consente al roditore un consumo più accurato e più completo del medesimo.

Oltre a questo fatto è poi incontestabile che molte esche secche commerciali, anche in virtù di disparati, invitanti aromi di cui spesso risultano addizionate, sono più facilmente consumate da uccelli (soprattutto Corvidi) e da Mammiferi onnivori quali la Volpe e tutti i Mustelidi, specie divenute ormai abituali frequentatrici delle periferie urbane, in particolare di quelle aree ove maggiormente si addensano le popolazioni murine.

In occasione di interventi disinfestanti da organizzarsi su vasta scala, pur raccomandando, in fatto di scelta dell'esca, di tenere ben presente quanto appena premesso, si ritiene tuttavia che, per poter realizzare una operatività realmente efficace, sia comunque indispensabile trovare un compromesso tra l'opportunità di adeguarsi ai requisiti ottimali anzi indicati (ma che all'atto pratico sono pressoché irrealizzabili) e la necessità di disporre di una base sufficientemente appetita dai ratti, uniforme come pezzatura, poco deperibile ed economica.

Si ritiene, in effetti, che tale esigenza possa essere ben soddisfatta dalla adozione, quale base, della cariosside intera di grano tenero, purché di buona qualità. Oltre ad accomunare tutti i requisiti anzi evocati, essa fa valere anche la sua naturalità e la capacità, una volta distribuita in campo aperto, di imbibirsi di una notevole quantità di acqua senza andare incontro ad un qualsiasi processo di degradazione.

## MODIFICAZIONE DEL COMPORTAMENTO IN RATTI INTOS-SICATI

Questa nuova problematica, con risvolti più sostanziali ed interessanti di quanto non fosse sembrato fino a questo momento, in sostanza scaturisce dal fatto che, nel caso di impiego di anticoagulanti, esiste - come è ben noto - un intervallo di tempo piuttosto lungo che si interpone tra l'assunzione di una prima dose letale e la morte dell'animale.

È stato in realtà verificato che quantomeno in una parte dei ratti grigi intossicati da queste sostanze, nell'arco di alcune ore precedenti l'esito letale molti moduli comportamentali che caratterizzano la specie (cfr. LUND, 1988) subiscono modificazioni più o meno sensibili, verosimilmente in dipendenza di danni cerebrali, a loro volta effetto di diffuse emorragie prodotte localmente dal tossico.

Si è visto, in particolare, che una parte di questi individui va a morire fuori dall'abituale rifugio ipogeo e che già in una fase precoce di intossicazione viene loro meno il classico comportamento tigmotattico, cioè la ben nota tendenza, quando fuori dalla tana, a spostarsi, finché possibile, in stretta aderenza a superfici verticali, piuttosto che attraversare aree aperte. Si è visto inoltre, e soprattutto, che nella maggioranza di questi animali viene meno il regolare ritmo luce/buio, in quanto intossicati, ma ancora attivi, tendono a vagare e a sostare a lungo in superficie anche durante le ore diurne, spostandosi anche attraverso superfici aperte, prive di ogni riparo (COX & SMITH, 1992) (vedi fig. 1).

Tutti questi fatti, ovviamente, aumentano in misura notevole il tempo in cui una parte dei roditori intossicati resta esposta ai potenziali predatori diurni (cani, gatti, donnole, gheppi, poiane, albanelle, cornacchie ed anche serpenti Colubridi), offrendo loro maggior occasioni di cibarsene. Cionondimeno restano nel caso a maggior rischio di intossicazione indiretta anche gli abituali predatori notturni, fra i quali ancora la Volpe e i gatti nonché tutti i Mustelidi e gli Strigiformi fra gli uccelli.

Per quale motivo specifico venga a cambiare il normale rapporto tra attività diurna e quella notturna per il momento non è dato di sapere. Si può solo sospettare che possano insorgere manifestazioni di cecità parziale o totale o che in qualche misura vengano compromessi i bioritmi interni che inducono l'animale sano ad attivarsi nelle fasi in cui i rischi di predazione sono minori.

È ovvio che l'opportunità di disporre anche di queste insolite informazioni, relative ad aspetti comportamentali di animali intossicati, può u-

tilmente integrare il bagaglio tecnico di coloro ai quali spetta il compito di condurre interventi di derattizzazione che siano al tempo stesso efficaci e sicuri per l'ambiente nel suo complesso.

Pertanto, tenuto conto di quanto appena enunciato, nelle fasi conclusive degli specifici interventi essi dovranno tra l'altro preoccuparsi di compiere frequenti ispezioni nell'area trattata per procedere sistematicamente all'individuazione ed al prelievo tempestivo di tutti i ratti sofferenti od ormai morti in essa reperibili.

## CONCLUSIONI

A conclusione di quanto sin qui esposto si può considerare il fatto che, pur di fronte ad una evidente stasi o, quantomeno, rallentamento degli sforzi di ricerca specificatamente volti a mettere a punto nuovi materiali e nuove tecniche di lotta ai roditori nell'ambito di aree aperte urbane e suburbane, ulteriori contributi al progresso e alla realizzazione di queste complesse operazioni ci vengono comunque da ricerche svolte per ottimizzare l'uso delle molecole rodenticide già disponibili e da studi etologici di base che, di norma, seppur fondamentali, non sono tenuti molto in conto da chi, professionalmente o per compiti istituzionali, si dedica volta a volta a risolvere problemi contingenti dovuti a questi animali.

In realtà, certi moduli comportamentali delle specie con cui dobbiamo competere, se conosciuti e ben compresi nei loro sottili determinismi fisiologici e ben ricollegati a lume di una solida preparazione di base, possono offrire a coloro che si dedicano esclusivamente agli aspetti applicativi degli spunti incredibilmente semplici e, al tempo stesso, razionali e risolutivi, sia nel settore della formulazione e dell'impiego delle esche rodenticide sia in quello - delicatissimo ed inevitabilmente sempre più attuale - dell'ecotossicologia.



Fig. 1 - Due aspetti delle modificazioni comportamentali pre-letali indotte in individui adulti di *Rattus norvegicus* dalle intossicazioni da anticoagulanti. Alcuni di essi (in alto) finiscono per morire fuori dell'abituale rifugio ipogeo; in altri (in basso) viene meno il regolare ritmo luce/buio e tendono a vagare in superficie anche durante le ore di piena luce.

Qualora queste precise conoscenze fossero realmente recepite da coloro che intendono operare nel territorio seriamente e con dignitosa professionalità, ecco che verrebbero finalmente a cadere o quantomeno sarebbero drasticamente ridimensionate tante di quelle fandonie o leggende che ancora troppi falsi “esperti”, soprattutto provvisti di una visione fantastica e fortemente antropocentrica, vanno divulgando a proposito di ratti e di topi e dei modi per averne facilmente ragione, e che in definitiva contribuiscono solo a creare confusione e insuccessi nel settore operativo.

#### SUMMARY

THE RAT PROBLEM IN URBAN GREEN AREAS AND REFUSE TIPS - After a recall of the factors determining the rodents outbreaks in the human dwellings, the attention is focused on the Brown rat *Rattus norvegicus*. The species, known as responsible of heavy infestations in urban green areas and in refuse tips, is considered with particular reference to the main bioethological aspects and to the negative economic, sanitary and environmental influences. It is then underlined that a satisfactory control can be achieved only using anticoagulant rodenticides and that for a safe and effective use of those toxic materials is necessary to choose accurately the palatable carrier. Finally are considered few interesting and less known aspects of rodenticide ecotoxicology, in particular referred to the pre-lethal effects of anticoagulants on rat behaviour, that must be well known in order to avoid an easier and dangerous supply of predators and scavengers.

KEY WORDS: Urban areas, Refuse tips, Rat Control, Anticoagulants, Ecotoxicology

#### BIBLIOGRAFIA

- COX P., SMITH R.H., 1992 - Rodenticide ecotoxicology: pre-lethal effects of anticoagulants on rat behaviour. *Proc. 15th Vertebrate Pest Conf., Publ. University Of California*: 165-170.
- GROLLEAU G., 1993 - Le rodenticide anticoagulant Bromadiolone est il dangereux pour les animaux predateurs et en particulier les rapaces? *La Defense Des Vegetaux*, 219: 14-22.
- LUND M., 1988 - Rodent behaviour in relation to baiting techniques. *EPPO Bulletin*, 18: 185-193.
- SANTINI L., 1985 - Lotta chimica ai ratti nelle discariche e nelle aree verdi urbane con criteri per la salvaguardia delle specie non bersaglio. *Atti II Congr. Naz. S.I.T.E.*, Padova, 25-28 giugno 1984: 799-803.
- SANTINI L., 1988 - Il Surmolotto (*Rattus norvegicus*) negli ambienti ripariali: implicazioni e prospettive di controllo. *BOLL. MUS. ST. NAT. LUNIGIANA*, 6-7: 229-233.

- SANTINI L., 1996 - I Roditori infestanti le aree rurali. Atti Convegno "Aspetti tecnici, organizzativi e ambientali della lotta antimurina", Roma, 17/X/1995, *RAPPORTI ISTISAN*, 96/11:35-42.
- SANTINI L., CROVETTI A., MALFATTI P., CHESI F., 1985 - Contributi al controllo di roditori nocivi alle aree urbane e suburbane. I. Bonifica delle discariche di rifiuti solidi da *Rattus norvegicus* Berk. (Rodentia Muridae). *Redia*, 68: 523-570.



## ATTIVITÀ DI DISINFESTAZIONE: LE ESPERIENZE DELL'ASSESSORATO ALLA DIFESA DELL'AMBIENTE DELLA PROVINCIA DI SASSARI

Gianuario FIORI  
*Amministrazione Provinciale di Sassari*  
*piazza d'Italia - 07100 Sassari*

RIASSUNTO - Vengono esposte le competenze dell'Amministrazione Provinciale in materia di igiene e profilassi ambientale ed evidenziati i problemi e le esigenze manifestatesi sul territorio in relazione alla presenza di organismi nocivi parassiti dell'uomo e degli animali, nonché delle infestazioni di ratti. Gli interventi volti a contenere le situazioni di pericolo sono prevalentemente orientati sulla lotta contro insetti potenziali vettori di agenti patogeni che possono nuocere alla salute dell'uomo. La lotta viene attuata prevalentemente mediante l'uso di prodotti chimici integrato da operazioni di bonifica di ambienti degradati. È allo studio un sistema di sorveglianza e controllo, tale da fornire un'immagine reale delle condizioni territoriali e formulare programmi più specifici e mirati.

### INTRODUZIONE

I compiti attribuiti all'Amministrazione Provinciale in materia di igiene e profilassi ambientale sono stati affrontati a livello territoriale grazie all'integrazione tra il servizio dell'Assessorato alla difesa dell'Ambiente - coordinato presso il Centro Ecologico - ed il comparto operativo proveniente dalla struttura regionale dell'ex CRAAI.

Sulla scorta delle esperienze acquisite si è quindi provveduto alla individuazione dei problemi del territorio in relazione alla presenza di artropodi dannosi - parassiti dell'uomo e degli animali o nocivi in genere - ed alle ricorrenti infestazioni di ratti. Si è di conseguenza intervenuti tentando di utilizzare al meglio il potenziale umano, le attrezzature ed i mezzi in dotazione.

## GLI INTERVENTI

Al fine di eliminare o, quanto meno, limitare le situazioni di rischio potenziale, gli interventi di lotta sono stati eseguiti prevalentemente contro gli animali nocivi che più direttamente influenzano, il qualità di vettori di agenti patogeni, la salute dell'uomo. L'attività ha proceduto su due direttive principali tra loro interdipendenti:

1. disinfezione mediante l'uso prevalente di prodotti chimici, ma talora con l'adozione di altri mezzi, tendente ad eliminare o ridurre convenientemente le popolazioni di artropodi e piccoli mammiferi nocivi;
2. bonifica di ambienti degradati.

A questo tipo di attività, prettamente operativa e di intervento sul territorio, si intende in futuro affiancare un'altra rappresentata da un sistema di sorveglianza e controllo tale da fornire un'immagine reale delle condizioni territoriali, e pertanto di formulare programmi più specifici e mirati. E facendo per ora ancora riferimento alla dettagliata suddivisione del territorio in distretti e settori - secondo le perimetrazioni utilizzate fin dai primi interventi dell'ERLAAS - i dati potranno confluire - quanto meno a livello di monitoraggio - in banche dati riguardanti l'intera regione.

L'intero sistema di base del metodo operativo poggia comunque ancora oggi sull'impiego di pesticidi anche se sono sempre privilegiati quelli selettivi, meno tossici e meno persistenti nell'ambiente. Ma, in prospettiva, si intende ridurre l'uso di prodotti chimici di sintesi introducendo interventi integrati in funzione delle condizioni locali e della biologia delle specie da controllare.

La bonifica ambientale (eliminazione di raccolte di acqua stagnante, pulizia di canali, eliminazione di discariche mal condotte, controllo dei depositi e sorveglianza delle aree portuali) è comunque già stata avviata quale intervento complementare alle consuete attività di disinfezione. In tal senso sono già lusinghieri i risultati conseguiti nello stagno di Platamona, con le opere di pulizia e di dragaggio del canale scolmatore a mare. Per il complesso sistema idrico dell'abitato di Olbia, è allo studio un altro impor-

tante intervento con cui si intendono eliminare almeno parzialmente i problemi presenti in situ.

La lotta alle zanzare è ancora basata sui criteri delle campagne antianofeliche. A seguito delle mappature già disponibili si programmano interventi globali su buona parte del territorio. A cui ovviamente vanno ad aggiungersi trattamenti mirati in situazioni particolari manifestantisi in aree ben definite quali locali di macellazione o edifici degradati e fatiscenti di insediamenti urbani.

I rischi sanitari non esauriscono comunque il "problema zanzare" ed in futuro si dovrà comunque porre la dovuta attenzione ad altri aspetti ed in particolare al disturbo arrecato da questi insetti alle popolazioni residenti e turistiche.

Parallelamente agli interventi contro i Culicidi, le strutture operative mettono in atto una intensa campagna contro gli insetti domestici nocivi, in particolare blatte e pulci. In questi casi si procede con prodotti ad alta capacità abbattente nei locali in cui si verifica il problema ed in una fascia di salvaguardia esterna. Il percepibile degrado della situazione igienico-sanitaria sull'intero territorio ha purtroppo determinato una recrudescenza di tali infestazioni.

Le medesime considerazioni valgono per la continua espansione delle popolazioni di ratti. In tal caso la distribuzione di esche avvelenate produce risultati tali da contenere il problema entro limiti quasi accettabili ma che non diverranno certamente definitivi se anche gli altri enti locali non interverranno, ad esempio, nel controllo e nella manutenzione delle condotte fognarie, o provvederanno a dotarsi di quelle discariche controllate che la legge prevede ed impone.

Da diversi anni, inoltre, si procede alla lotta anti-acridica, con stazioni fisse di rilevamento delle "grillare" per poter orientare la lotta chimica nelle zone a più alta concentrazione.

Concludendo, è di indubbio rilievo riferirsi ad alcuni dati statistici che ben sintetizzano gli sforzi che l'Ente Provinciale affronta sull'intero

territorio per dare risposte immediate ad un bacino di utenza di oltre 400.000 abitanti dislocati su circa 7.000 Km<sup>2</sup>. Sono in tal senso di particolare importanza le cifre estrapolate dalla mole di dati pervenuti per la campagna 1996 al nostro Centro di elaborazione e verifica.

Ai 32 presidi sanitari utilizzati, per complessivi 8.000 Kg di prodotto, corrispondono circa 6.000 trattamenti, di cui ben 3.250 anti-larvali, 1.500 anti-alate, 380 volti al controllo di zecche, pulci e blatte e 760 per la lotta anti-murina. Ciò ha comportato ripetuti interventi in plessi scolastici: oltre 600; in discariche: circa 130; lungo canali e stagni: per una superficie di 145.000 mq.; su strutture zootecniche e locali di macellazione: 120; in strutture sanitarie ed edifici pubblici: per complessivi 260 interventi.

## CONCLUSIONI

Bisogna riconoscere che il quadro descritto se da un lato esprime una intensa attività di interventi per coprire l'emergenza, mostra dall'altro forti esigenze di aggiornamento e riqualificazione.

Siamo convinti che l'insieme delle competenze e della complessa operatività che nel settore specifico della tutela ambientale vengono svolte dalla Provincia di Sassari non possono prescindere dalla verifica continua dei dati e delle esperienze sul campo. In tal senso, per consentire interventi sempre più mirati e selettivi, si è attivata una costante collaborazione con l'Istituto di Ricerca sul Controllo Biologico dell'Ambiente del CNR e con l'Istituto di Entomologia della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari che dovrebbero servire da cerniera tra prevenzione ed intervento diretto; le convenzioni di studio e ricerca sul problema zanzare, come il programma di protezione fitosanitaria che prevede la raccolta ed elaborazione dei dati tecnici e biologici relativi alla *Lymantria dispar*, ne sono chiara testimonianza.

Ma l'Ente Provincia ritiene che vadano promosse ulteriori proposte sul vasto settore della tutela e prevenzione ambientale; di conseguenza, oltre alla già collaudata collaborazione con i Comuni e le Aziende Sanitarie

Locali, ha in animo di intervenire nel settore dell'informazione e della divulgazione con campagne di sensibilizzazione attraverso carte tematiche e mezzi audiovisivi.

SUMMARY

INFESTATIONS AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION PREVENTION - In this paper the problems concerning environmental hygiene and prophylaxis are explained and the needs of the sardinian area regarding human and animal pest parasites, as well as rat infestation, are put in evidence. Interventions for restraining the dangerous conditions are mainly directed to the pest control of the insects, potential carriers of pathogenous agents, that can be harmful to human health. Pest control is carried out by using of chemicals integrated with the environmental degradation prevention. It is studing a system for the territorial observation and control to provide an idea of the real conditions and to formulate more specific programs.

KEY WORDS: environmental hygiene



## ELENCO DEI RELATORI

*Arru Efsio*, Università di Sassari

*Cappuccinelli Piero*, Presidente Comitato di AREA CNR-Sassari

*Celli Giorgio*, Università di Bologna

*Delucchi Vittorio*, Past President O.I.L.B -Gockhausen

*Domenichini Giorgio*, Università di Piacenza

*Fiori Gianuario*, Amministrazione Provinciale di Sassari

*Lentini Andrea*, Università di Sassari

*Liberatori Alfredo*, Presidente Comitato Nazionale per le Scienze e  
Tecnologie dell'Ambiente e dell'Habitat - Roma

*Luciano Pietro*, Università di Sassari

*Nuvoli M. Tiziana*, Università di Sassari

*Pantaleoni Roberto A.*, Università di Sassari

*Prota Romolo*, Direttore IRCOBA CNR -Sassari

*Romi Roberto*, Istituto Superiore della Sanità -Roma

*Santini Luciano*, Università di Pisa

*Süss Luciano*, Università di Milano

*Tognotti Eugenia*, Università di Sassari

## ELENCO DEI PARTECIPANTI AL CONVEGNO

Acciaro Marco, Nuoro  
Agabbio Mario, Sassari  
Amadu Salvatore, Sassari  
Arca Bachisio, Sassari  
Arru Efisio, Sassari  
Arzone Alessandra, Grugliasco (To)  
Bazzocchi Attilio, Forlì  
Bazzoni Emanuela, Sassari  
Benincasa Fabrizio, Sassari  
Bosinco Marcella, Sassari  
Bullini Luciano, Roma  
Cambera Antonietta, Oristano  
Campus Gianni, Sassari  
Campus Gianvittorio, Sassari  
Canali Michela, Sassari  
Canu Argia, Olbia  
Canu Giovanni B., Ossi  
Cappuccinelli Piero, Sassari  
Careda Salvatore, Sassari  
Cauli Anna, Sassari  
Celli Giorgio, Bologna  
Cherchi Laura, Nuoro  
Congiu Francesco, Sassari  
Contini Carlo, Cagliari  
Corona Francesco, Sassari  
Corrias Bruno, Sassari  
Cossu Franca, Sassari  
Cossu Mario, Mamoiada  
Costanzo Virgilio, Porto Torres  
Cresto Piercarlo, Sassari  
Dattilo Michele, Sassari  
Deiana Luca, Sassari  
Delogu Giovanna, Sassari  
Delrio Gavino, Sassari  
Delucchi Vittorio, Gockhausen  
Delucchi Wally, Gockhausen  
Dettori Bruno, Sassari  
Dettori Carlo, Sassari  
Dettori Lia, Sassari  
Dettori Maria, Sassari  
Domenichini Giorgio, Piacenza  
Duce Pierpaolo, Sassari  
Fabbri Davide, Sassari  
Fadda Leonarda, Ittiri  
Fadda Maurizio, Nuoro  
Fara Gianfranco, Sassari  
Farina Maria, Sassari  
Fenu Giuseppina, Sennori  
Fenude Emma, Sassari  
Filigheddu Silvia, Sassari  
Finetti Daniela, Alghero  
Fiori Gianuario, Sassari  
Fiori Giovanna M., Ittiri  
Floris Ignazio, Sassari  
Foxi Cipriano, Cagliari  
Franzil Massimo, Sassari  
Frau Antonio M., Sassari  
Fresi Giovanni, Olbia  
Garibaldi Angelo, Torino  
Gusti Marco, Milano  
Iannone Pietropaolo, Palau  
Idini Gavino, Sassari  
Lentini Andrea, Sassari  
Liberatori Alfredo, Roma  
Liotta Giovanni, Palermo  
Loi Daniela, Cagliari  
Loi Gianpaolo, Cagliari  
Loi Michele, Sassari  
Longinotti Maurizio, Sassari  
Longobardi Ilia, Sassari  
Lubrano Tiziana, Palau  
Luciano Pietro, Sassari  
Lussu Mario, Serramanna  
Maccioccu Cosimo, Sassari

Maida Alessandro, Sassari  
Manca Nicola, Sassari  
Mannoni Mariangela, Sassari  
Mannoni Raffaele, Cagliari  
Marcello Angela, Sassari  
Marchetti Mauro, Sassari  
Marchi Sandro, Oristano  
Masala Cecilia, Sassari  
Maxia Maria F., Selargius  
Meleddu Antonio, Laconi  
Merella Francesco, Sassari  
Moledda Mario F., Nuoro  
Mura Massimiliano, Sassari  
Murgia Lelia, Sassari  
Murru Oliviero, Palau  
Nigra Cristina, Sassari  
Nucifora Alfio, Catania  
Nuvoli Francesco, Sassari  
Nuvoli Maria Tiziana, Sassari  
Oggiano Pina, Sorso  
Ortu Peppino, Oristano  
Ortu Salvatore, Sassari  
Padovani Gloria, Forlì  
Palmieri Giovanni, Sassari  
Pantaleoni Roberto, Sassari  
Passino Giovanni, Sassari  
Peru Tina, Sassari  
Picciau Renato, Palau  
Pinna Silvana, Sassari  
Piras Marco, Sassari  
Piras Salvatore, Palau  
Pisano Maria P., Selegas  
Pisanu Giuseppe, Sassari  
Pisanu Vincenzo, Olbia  
Poddighe Vincenzo, Sassari  
Pontis Dino, Serramanna  
Porceddu Enrico, Roma  
Porcu Gavino, Sassari  
Prota Romolo, Sassari  
Prota Ulisse, Sassari  
Prota Vanda, Sassari  
Puddighinu Giuseppe, Palau  
Puggioni Maria I., Sassari  
Ramassini Wilson, Oristano  
Romi Roberto, Roma  
Rubino Salvatore, Sassari  
Sabino Gavino, Sassari  
Santini Luciano, Pisa  
Santoni Italo, Sassari  
Satta Alberto, Sassari,  
Scarzella Alessandro, Sassari  
Scavio Andrea, Tempio  
Schiavon Roberto, Oristano  
Schioccola Umberto, Cagliari  
Schirru Stefano, Sassari  
Scirocchi Augusto, Roma  
Sechi Barbara, Sassari  
Serra Davide, Sassari  
Serra Giuseppe, Oristano  
Sias Francesco, Sassari  
Simbula Mario, Carbonia  
Solinas Mario, Perugia  
Suss Luciano, Milano  
Sussarellu Laura, Oristano  
Tedde Marco, Sassari  
Tedone Pierluigi, Roma  
Tognotti Eugenia, Sassari  
Trematerra Pasquale, Campobasso  
Usai Giuseppe, Guspini  
Verdinelli Marcello, Sassari

## INDICE

Intervento di saluto ai partecipanti. Piero CAPPUCCINELLI .....	5
Introduzione alla <i>Giornata sulle strategie bio-ecologiche di lotta contro gli organismi nocivi</i> . Romolo PROTA .....	9
Il CNR per la prevenzione e l'ambiente. Alfredo LIBERATORI .....	13
Una nuova frontiera: la gestione ambientale come prevenzione. Vittorio DELUCCHI .....	35
Degrado ambientale e malaria: una prospettiva geografica e storica. Eugenia TOGNOTTI .....	59
Strategie per la sorveglianza ed il controllo delle zanzare. Roberto ROMI .....	71
Il fattore umano nei programmi di lotta alle zanzare. Roberto A. PANTALEONI .....	91
Monitoraggio delle «alate» nella Sardegna nord-occidentale. Roberto A. PANTALEONI e M. Tiziana NUVOLI .....	103
La protezione del verde urbano. Pietro LUCIANO e Roberto A. PANTALEONI .....	115
La lotta microbiologica a difesa delle sugherete. Risultati ottenuti in Sardegna Pietro LUCIANO e Andrea LENTINI .....	133
Artropodofauna dell'ambiente urbano. Luciano SÜSS .....	149
La prevenzione delle contaminazioni entomatiche degli alimenti. Giorgio DOMENICHINI .....	163

Zecche e acari delle abitazioni. Efisio ARRU .....	169
Il problema dei ratti nelle aree verdi urbane e nelle discariche di rifiuti a cielo aperto. Luciano SANTINI .....	187
Attività di disinfestazione: le esperienze dell'Assessorato alla Difesa dell'Ambiente della Provincia di Sassari Gianuario FIORI .....	201
ELENCO DEI RELATORI .....	207
ELENCO DEI PARTECIPANTI .....	208

Terminato di stampare  
nel mese di aprile 1997  
in Sassari presso la tipografia TAS