



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Convegno
**Aspetti tecnici, organizzativi
ed ambientali della lotta antimurina**

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 17 ottobre 1995

Atti a cura di R. Romi

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

96/11

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'

Convegno
**Aspetti tecnici, organizzativi
ed ambientali della lotta antimurina**

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 17 ottobre 1995

Atti a cura di Roberto Romi
Laboratorio di Parassitologia

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

96/11

Istituto Superiore di Sanità

Convegno. Aspetti tecnici, organizzativi ed ambientali della lotta antimurina. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 17 ottobre 1995.

Atti a cura di Roberto Romi

1996, 126 p. Rapporti ISTISAN 96/11

Vengono presentate le relazioni esposte durante il Convegno organizzato dal Laboratorio di Parassitologia dell'Istituto Superiore di Sanità e dal Centro di Collaborazione OMS/FAO per la sanità pubblica veterinaria. Scopo del corso è di fornire informazione di base e linee guida agli operatori di sanità pubblica ed ambientale, nella pianificazione, realizzazione e valutazione degli interventi di controllo di popolazioni murine infestanti.

Parole chiave: Lotta antimurina, Muridi infestanti, Rodenticidi

Istituto Superiore di Sanità

Meeting. Technical, operational and environmental aspects of rodent control. Istituto Superiore di Sanità. Rome, October 17, 1995.

Proceedings edited by Roberto Romi

1996, 126 p. Rapporti ISTISAN 96/11 (in Italian)

The papers of the Meeting organized by the Laboratory of Parasitology of the Italian National Health Institute and by the WHO/FAO Collaborating Centre for research and training in veterinary public health are here presented. The objective of the Meeting is to give basic information and guidelines for public and environmental health operators in planning, realization and evaluation of controls of commensal rodent populations.

Key words: Commensal rodents, Rodent control, Rodenticides

INDICE

Introduzione	1
Ecologia ed etologia di ratti e topi	3
Pier Giovanni Turillazzi	
L'infestazione murina in ambiente urbano come rischio ecologico e sanitario.....	25
Mauro Cristaldi	
I roditori infestanti le aree rurali	35
Luciano Santini	
Sistemi di monitoraggio ambientale delle infestazioni murine: uno studio pilota in ambiente urbano	43
Luisa Anna Ieradi	
Rodenticidi: modalità d'azione e metodi di utilizzazione.....	49
Paolo Alessandroni	
Altri metodi controllo fisici e/o meccanici.....	59
Fernando Pasqualucci	
Patogeni trasmessi dai roditori infestanti.....	69
Umberto Agrimi e Adriano Mantovani	
Requisiti di sicurezza di un prodotto rodenticida.....	82
Ivano Camoni	
Aspetti di medicina del lavoro	93
Grazia Petrelli e Irene Figà Talamanca	
Lotta antimurina: l'esperienza di Ravenna.....	98
Mario Monatanari	
Il Servizio di derattizzazione nella Ulss 16 di Padova.....	103
Gianni Dalla Pozza, Marino Galuppo e Aulo Magagni	
Esperienze di lotta antimurina a Roma.....	120
Augusto Scirocchi	
Raccomandazioni	125
Roberto Romi	

INTRODUZIONE

In data 7 ottobre 1995, presso l'Istituto Superiore di Sanità, si è svolto il convegno "Aspetti tecnici, organizzativi ed ambientali della lotta antimurina", organizzato dal Laboratorio di Parassitologia e dal Centro di Collaborazione OMS/FAO per la Sanità Pubblica Veterinaria.

Scopo del convegno è stato quello di fare il punto della situazione, insieme ad alcuni dei maggiori esperti italiani, alla ricerca di nuove vie d'approccio al problema. Il convegno si è articolato in 4 Sessioni:

1. Biologia delle specie infestanti - con interventi di P.G. Turillazzi (Ecologia ed etologia di ratti e topi), M. Cristaldi (L'infestazione murina in ambiente urbano come rischio ecologico e sanitario) e L. Santini (I roditori infestanti gli ambienti rurali)

2. Metodi di censimento e controllo - con interventi di L.A. Ieradi (Sistemi di monitoraggio ambientale delle infestazioni murine: uno studio pilota in ambiente urbano), P. Alessandrini (Rodenticidi: modalità d'azione e metodi di utilizzazione) e F. Pasqualucci (Altri metodi di controllo fisici e meccanici)

3. Aspetti igienico-sanitari ed economici - con interventi di U. Agrimi e A. Mantovani (Patogeni trasmessi dai roditori infestanti), I. Camoni (Requisiti di sicurezza dei prodotti rodenticidi), F. De Giovanni (Considerazioni sui danni economici provocati da roditori nocivi), G. Petrelli e I. Figà Talamanca (Aspetti di medicina del lavoro).

4. Esperienze di controllo - con interventi di M. Montanari (L'esperienza di Ravenna), G. Dalla Pozza (L'esperienza di Padova), A. Scirocchi (L'esperienza di Roma).

Agli interventi dei relatori è seguita una tavola rotonda moderata da E. Alleva e R. Romi, nel corso della quale sono stati approfonditi alcuni degli argomenti trattati nella giornata, discusse esperienze effettuate in realtà territoriali diverse e proposte delle raccomandazioni.

Il presente lavoro, che raccoglie gli interventi di quasi tutti i relatori, vuole fornire una informazione di base e delle linee guida agli operatori di sanità pubblica ed ambientale del settore pubblico e privato, nella pianificazione, realizzazione e valutazione degli interventi di derattizzazione.

Roberto Romi

ECOLOGIA ED ETOLOGIA DI RATTI E TOPI

Pier Giovanni Turillazzi

Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Tossicologia Comparata ed Ecotossicologia

Introduzione

In Italia, le specie di muridi di interesse igienico-sanitario sono il topo delle case (*Mus musculus*), il ratto nero (*Rattus rattus*) ed il ratto bruno (*Rattus norvegicus*).

La specie *M. musculus* (topolino delle case o topo domestico), oltre ad aver colonizzato i centri urbani ed agricoli, è stata trovata anche in regioni semidesertiche, nella tundra, nelle foreste tropicali ed in Alaska. L'adulto misura da 60 a 120 mm, esclusa la coda, pesa non più di 28 g, ha occhi relativamente piccoli e orecchie piuttosto grandi (15 mm); la coda, che oscilla tra i 70 e i 110 mm, è seminuda, conta circa 180 anelli, ed è lunga quanto il corpo più la testa. Nonostante la presenza di forme polimorfiche, il mantello è in genere grigio o grigio bruno sul dorso e grigio chiaro o fulvo sul ventre. Il topo domestico non vive più di un anno.

Le due specie di ratto presenti in Italia ed oggetto di questa monografia sono distinguibili grazie ad alcune caratteristiche morfologiche: il ratto bruno (*R. norvegicus*), è dei due congeneri il più grosso (pesa fino a 500 gr) ed aggressivo; lo si distingue facilmente per la lunghezza della coda, che è minore della lunghezza del corpo più la testa; inoltre, sulla coda si possono contare da 190 a 210 anelli. Le orecchie sono più piccole, e se vengono ripiegate in avanti non arrivano a toccare il bordo esterno dell'occhio, che in questa specie è più piccolo. La colorazione del mantello è polimorfica, comunque le fasi più comuni appaiono essere il colore bruno rossiccio o grigio bruno con sfumature rossastre il dorso, e grigio chiaro o bianco sporco il ventre. Nelle femmine si contano 12 capezzoli, di cui tre coppie pettorali e tre inguinali.

Il ratto nero (*R. rattus*) supera molto raramente i 300 g, mentre la lunghezza del corpo più la testa oscilla tra i 16 e i 21 cm; la coda è più lunga di pochi centimetri del corpo più la testa, ed è caratterizzata dalla presenza di oltre 270 anelli. La testa ha un profilo affusolato, occhi e orecchie sono grandi, e queste ultime, se ripiegate in avanti, superano il bordo periculare. Il colore della pelliccia varia a seconda della sottospecie, comunque il dorso è in genere di colore ardesia scuro o grigio-nero, mentre il ventre è chiaro. A differenza della precedente specie, in quest'ultima le femmine hanno 10 capezzoli, di cui due coppie pettorali e tre inguinali; in rari casi si possono osservare femmine con una coppia extra di capezzoli pettorali.

La specie *R. rattus* contra tre sottospecie: al nord si trovano in prevalenza individui *R. rattus rattus*, il cui manto è appunto ardesia; talvolta nero; lungo la dorsale appenninica vive in maggioranza la sottospecie *R. rattus alexandrinus*, di colore bruno chiaro o fulvo pallido; infine nelle isole e lungo le coste meridionali è stata accertata la

presenza della sottospecie *R. rattus frugivurus*, da alcuni considerata come variante del *R. rattus alexandrinus* e non come sottospecie a sé.

Distribuzione

Le due specie sono oggi presenti su ogni continente, ma mentre il ratto nero è maggiormente distribuito nelle aree tropicali, il ratto bruno lo è nelle zone temperate. Alcuni esemplari della specie *R. rattus* sono stati trovati su isole inabitate della Polinesia ed atolli dell'Oceano Pacifico, trasportati dalle navi durante la seconda guerra mondiale (Wilson, 1968; Williams, 1974).

All'interno di un'area delimitata i ratti mantengono una distribuzione raggruppata; entro un parco pubblico, un quartiere, un insediamento industriale, vi possono pertanto essere aree a forte densità murina e zone in cui la presenza dei ratti è casuale o nulla.

In genere popolazioni di *R. norvegicus* vivono in stretta associazione con l'uomo, di cui divengono specie commensale. Interi quartieri urbani e sub-urbani presentano, purtroppo assai spesso, luoghi favorevoli per lo sviluppo di numerose ed affollate società di questi muridi. Reti fognanti inadeguate, parchi verdi, ruderi abbandonati, magazzini di legname, depositi di autovetture, allevamenti di pollame, ecc., sono alcuni dei luoghi in cui la presenza dei ratti è molto probabile.

Nelle zone rurali essi limitano la loro influenza solo lungo le sponde dei fiumi, dei canali di irrigazione, nei fienili e presso le concimaie; in queste aree la loro sopravvivenza è evidentemente legata al raccolto. Spesso nelle campagne i ratti compiono delle periodiche migrazioni stagionali. Errington (1935) descrisse come, in una regione agricola del Wisconsin, in estate i surmolotti si trovavano localizzati nelle aree coltivate, mentre in inverno, abbandonati i campi, si concentravano presso le abitazioni dove evidentemente era più facile trovare del cibo. Nella successiva primavera, appena il clima diveniva più mite, ricomparivano nel terreno le prime tane scavate dai ratti, che lasciati i rifugi invernali, tornavano a vivere nei campi.

La sopravvivenza e lo sviluppo di popolazioni di questa specie non è comunque necessariamente legata alla convivenza con l'uomo. Esistono infatti varie situazioni ambientali in cui ciò non accade. Ad esempio, lungo le sponde di alcuni fiumi italiani prosperano società, a volte popolose, di ratti delle chiaviche che si nutrono di ciò che il ricco *habitat* offre loro. In un lavoro di Parisi *et al.* (1974) si legge come popolazioni di queste specie, insediatesi lungo il fiume Po, siano divenute esperte sommozzatrici, specializzandosi nella predazione di molluschi.

Lo Schiller (1956) scrive come nell'isola di Adak nelle Aleutine vi siano ratti bruni in grado di predare nidi di uccelli stanziali provocando gravi danni alla fauna. Infine è possibile osservare, in numero limitato, esemplari di *R. norvegicus* lungo pendii aridi e montagnosi dove l'uomo è completamente assente.

Da alcuni studi condotti da Bentley (1959, 1964) e da Loosjes (1956) è risultato che in Europa occidentale ed in Inghilterra il ratto dei tetti è in notevole declino a favore del surmolotto.

La presenza dei ratti delle due specie nel medesimo ambiente origina una forte competizione intragenica a beneficio del *R. norvegicus*, che in breve tempo sposta il *R. rattus* nelle aree antropizzate urbane; infatti il primo ha quasi spodestato il secondo. Barnett e Spencer (1951), mediante un'interessante prova sperimentale, furono in grado di dimostrare alcune dinamiche della competizione tra le due specie. Un gruppo di 29 ratti bruni ed uno di 19 ratti neri furono tenuti per 14 giorni in due aree attigue divise da una parete. Dopo due settimane, la parete fu tolta ed il cibo venne costantemente somministrato al confine fra le due aree. In breve, individui di entrambi i gruppi esplorarono la nuova zona divenuta loro accessibile. Ogni volta che uno di essi visitava una tana già occupata, si osservò una generale agitazione; comunque solitamente era l'intruso a ritirarsi, sottraendosi ad incontri agonistici. Furono comunque sufficienti pochi giorni affinché un ratto bruno, entrato nell'area avversaria, scacciò aggredendolo un ratto dei tetti dalla sua tana. Dopo 9 giorni dall'asportazione della parete divisoria, gli Autori avevano contato 14 ratti neri morti in giorni diversi, senza avere elementi sufficienti per ipotizzare la causa dei decessi. I ratti neri sopravvissuti ebbero un calo di peso progressivo e, con il progredire dell'esperimento, morirono anche questi. Il lavoro dimostrò che individui della specie *R. norvegicus* erano in grado di scacciare i congeneri dalle loro tane, relegandoli nelle zone più povere di risorse ambientali e compromettendone seriamente la sopravvivenza.

Tali risultati furono considerati, anche se limitatamente, lo specchio di quanto accadde ed ancora avviene in natura (Barnett-Hamilton e Hinton, 1920). In molti centri urbani, ad esempio, in seguito all'espansione di popolazioni di surmolotti, si ottenne la completa estinzione del ratto dei tetti. Ecke (1954) riferisce che nel sud-ovest della Georgia dal 1946 al 1952 i ratti delle chiaviche invasero circa 1000 miglia quadrate di area agricola dove prima vivevano popolazioni di *R. rattus*. Oggi in questa zona il ratto nero è quasi completamente scomparso, sia a causa della competizione col più aggressivo congenere, sia, probabilmente, per la completa assenza di *habitat* con piante ad alto fusto e siepi.

Solo in particolari condizioni ambientali e di disponibilità trofica le due specie possono convivere nello stesso ambiente. In tal caso, si vengono a costituire due nicchie ecologiche caratteristiche per le due specie. In natura un simile fenomeno si è osservato in alcuni porti degli Stati Uniti e della Gran Bretagna, dove il surmolotto colonizzò la rete fognante, mentre il ratto dei tetti occupò i piani superiori dei magazzini di raccolta e conservazione delle merci. Emblematico fu il ritrovamento di un nido di *R. norvegicus* alla base di un silos, mentre alla sua sommità si scorgevano ratti neri alla ricerca di cibo. In un'area periferica della città di Roma, traversata dal fiume Aniene, caratterizzato da un elevato potenziale trofico dovuto alla presenza di coltivazioni intensive, Alessandrini e Turillazzi (1979) hanno verificato la presenza delle due specie secondo un rapporto di 1 ratto dei tetti ogni 2 ratti delle chiaviche. Mentre i primi costruivano il loro nidi fra i rami di alcune piante ad alto fusto, i secondi avevano costruito decine di tane lungo la sponda del fiume. Nello stesso luogo, in alcune stazioni furono anche catturati esemplari di *M. musculus* e *Apodemus silvaticus*.

La specie *R. rattus*, abbandonate le aree urbane a causa della competizione intragenica, si è ritirata nei centri agricoli, dove è presente in ogni luogo, occupando in prevalenza aree aperte coltivate ad ortaggi e frutteti, ma anche boschi e sottotetti di costruzioni rurali.

Una volta insediatisi in un nuovo ambiente favorevole, un gruppo di ratti, sia esso bruno o nero, inizia a riprodursi; la mortalità infantile sarà estremamente bassa ed in breve da un piccolo gruppo familiare si avrà una numerosa popolazione.

Dinamica di popolazione

Un numero anche piccolo di individui della stessa specie, che vivono su di un territorio comune e sono potenzialmente in grado di riprodursi, costituiscono una popolazione. Questa unità ecologica è caratterizzata da propri parametri o funzioni che la definiscono quantitativamente e qualitativamente in un determinato intervallo di tempo. La possibilità di determinare in tal senso una popolazione di muridi infestanti è di basilare importanza per un intervento sia di bonifica che di lotta.

La funzione caratterizzante il modello di sviluppo di una popolazione di ratti, come per altre specie, è rappresentata dalla curva logistica o sigmoide. Inizialmente l'incremento della popolazione è piuttosto basso, poi gradualmente tale valore aumenta sino ad un massimo. Con il trascorrere del tempo, se l'ambiente rimane costante, la dimensione della popolazione, cioè il numero totale di individui che la compongono, tende a stabilizzarsi ad un livello massimo relativo, dipendente dalle risorse dell'ambiente in cui la popolazione vive e si riproduce; tale entità è definita dalla "capacità biologica specifica".

Ciascuna popolazione tende a raggiungere il proprio valore massimo di sviluppo compatibilmente con i fattori limitanti cui è sottoposta, fattori che rappresentano tanto restrizioni di tipo abiotico, quali lo spazio disponibile per costruire le tane e le variazioni di temperatura, quanto restrizioni di tipo biotico, quali improvvise epidemie, la pressione predatoria, o la disponibilità di cibo. Una volta raggiunto questo livello, se non si modifica il valore della capacità biologica ambientale, ossia se l'ambiente rimane costante, un ulteriore incremento è impossibile. Nelle nostre città purtroppo esistono delle situazioni igienico-ambientali assai precarie ed estremamente favorevoli allo sviluppo di popolazioni murine. Ad esempio, alcune aree verdi non curate o vecchie abitazioni abbandonate, che offrono ripari a volontà e spesso sono oggetto di scarico abusivo di rifiuti, soddisfano pienamente i requisiti di un ottimo *habitat* murino, certamente più di quanto offra una rete fognante in buono stato, assai più restrittiva per lo sviluppo di popolazioni di *R. norvegicus*, in quanto lo spazio disponibile è estremamente limitato ed ogni altro tipo di risorsa è facilmente controllabile da parte dell'uomo. Da quanto detto è possibile una prima importante considerazione, e cioè che un intervento di derattizzazione non seguito da un'adeguata bonifica ambientale, non è da considerarsi come un serio contributo alla risoluzione della presenza massiva di popolazioni murine infestanti.

Davis, in alcuni rioni della città di Baltimora, condusse per 5 anni consecutivi, dal 1943 al 1947, più interventi di derattizzazione e di bonifica ambientale. I risultati ottenuti dimostrarono inequivocabilmente che i soli interventi di migliorie ambientali erano in grado di ridurre drasticamente e permanentemente il grado di infestazione. Viceversa con la sola lotta con raticidi il numero di ratti si riduceva bruscamente del 70% o 80%, ma alla popolazione decimata erano sufficienti sei mesi per ritornare ad una dimensione pari a quella che aveva prima dell'intervento di derattizzazione (Davis, 1948; 1950; 1953).

Per quantificare lo stato di sviluppo di una popolazione ci si serve di vari parametri: ad esempio, la natalità e la mortalità sono eventi tendenti rispettivamente ad aumentare ed a diminuire la dimensione della popolazione; l'interazione tra queste due funzioni raggiunge praticamente un effetto stabilizzante al massimo dello sviluppo, cioè al valore della capacità biologica ambientale. A questo livello subentrano i fattori densità-dipendenti, i quali, tramite un meccanismo a feedback, favoriscono l'incremento della dimensione della popolazione o ne inibiscono lo sviluppo, agendo appunto sulla mortalità o sulla natalità. Le fluttuazioni delle popolazioni dipendono prevalentemente dalla loro struttura interna; parametri come il rapporto-sessi, i rapporti tra le diverse classi di età e la percentuale di individui sessualmente attivi in un determinato periodo riproduttivo sono normalmente valutati negli studi sulla dinamica della popolazione, e sono di estrema importanza nella lotta antimurina.

Ulteriori informazioni che gli operatori sanitari devono conoscere sono quelle relative agli spostamenti periodici, alle migrazioni stagionali ed all'attività giornaliera delle popolazioni di roditori da debellare. Ciò permette di conoscere i luoghi di contatto sia con altri gruppi conspecifici sia con agenti patogeni ed artropodi coinvolti nella diffusione di zoonosi. Sulla base di queste conoscenze sarà possibile prevenire il costituirsi di nuove aree infestate ed il diffondersi di malattie.

Per la programmazione e per la valutazione economica preventiva di un intervento di derattizzazione, il numero di ratti da debellare è un parametro fondamentale che è necessario conoscere, mediante l'applicazione di adeguate metodologie di censimento. A tale scopo esistono varie tecniche: alcune sono alquanto sofisticate e macchinose, e vengono in genere utilizzate per ricerche ecologiche, mentre altre sono più empiriche e di facile applicazione e vengono maggiormente impiegate nelle indagini per la valutazione del grado di infestazione da mammiferi, in particolare da roditori presenti in aree urbane e suburbane.

E' oggi comune dividere le varie procedure in due raggruppamenti, di cui uno denominato "Metodi diretti" ed il secondo "Metodi indiretti". Del primo gruppo fanno parte le metodologie che derivano il valore della dimensione di una popolazione dal conteggio diretto dei soggetti trappolati o effettivamente visti, mentre indirette sono le tecniche che permettono di dedurre l'entità numerica o, come nel nostro caso, il grado di infestazione di una specie animale, basandosi sull'entità e sulla frequenza di indicazioni di varia natura relativa alla presenza di ratti.

a) Metodi diretti

Il trappolamento è alla base di una stima diretta, pertanto è innanzitutto indispensabile essere a conoscenza di tutti quegli accorgimenti tecnici assolutamente necessari per catturare il maggior numero di soggetti, senza creare panico o reazioni di diffidenza verso la trappola. Nel capitolo riguardante i metodi di lotta sono dettagliatamente descritte le necessarie operazioni per un proficuo trappolamento. Ciò che è invece utile sottolineare in questo capitolo è la tecnica di campionamento: le trappole, collocate a distanza di 5-10 m una dall'altra secondo le caratteristiche ambientali, dopo la cattura devono essere ben lavate e riposte nel medesimo luogo senza aumentarne il numero. Nel caso in cui la trappola debba essere attivata con esche, queste non devono essere modificate con altre durante il censimento. I ratti catturati in ogni singola stazione di controllo devono essere contati, identificati tassonomicamente e classificati secondo l'età ed il sesso. Sulla base del numero di soggetti trappolati in giorni successivi, sarà possibile risalire al valore approssimativo della dimensione della popolazione utilizzando apposite tabelle o mediante diagrammi costruiti dai dati delle varie catture (Hayne, 1949; Calhoun, 1963; Spits, 1965; Smith *et al.*, 1974). Una simile metodologia è particolarmente adatta per il censimento di popolazioni di roditori insediatesi nelle reti fognanti (Turillazzi *et al.*, 1980).

Altre tecniche di notevole utilità e da alcuni anni usate in alternativa alle precedenti sono il metodo dei "Piccoli quadrati" (Myllymaki *et al.*, 1971) ed il metodo descritto da Wheeler e Calhoun nel 1967 e ripreso da Smith *et al.* nel 1974, denominato "Assessment Line Technique".

Una delle più note metodologie di censimento utilizzate in studi di ecologia e di dinamica di popolazione di specie di invertebrati, ma anche di vertebrati, consiste nel seguire la procedura di cattura, marcaggio e ricattura (CMR) (Odum, 1973). Si tratta cioè di trappolare in una determinata area il maggior numero di animali, marcarli con adeguate tecniche in modo da non comprometterne la sopravvivenza e rilasciarli nello stesso luogo ove sono stati presi. Infine, alcuni giorni dopo la liberazione, si procederà ad una nuova ricattura. Dal rapporto tra soggetti catturati la prima volta e quelli ripresi è possibile una valutazione relativa dell'entità della popolazione da stimare. E' necessario sottolineare che nel caso specifico del censimento di popolazioni di ratti il metodo di cattura, marcaggio e ricattura presenta alcuni pregi, ma contemporaneamente varie difficoltà. Tra i vantaggi, va segnalata la possibilità di avere in contemporanea al valore della dimensione del gruppo anche la dinamica degli spostamenti dei soggetti e la distribuzione di età; al contrario, le variabili per le quali viene sconsigliata questa tecnica sono la difficoltà di ricatturare i ratti che abbiano già avuto esperienze di trappolamento, la struttura sociale di questi animali, che come si vedrà non consente una redistribuzione dei soggetti catturati nell'ambito della popolazione, ed infine il fatto che di tutte le metodologie, questa è quella più complicata e che richiede più tempo e personale. Viceversa il metodo più semplice ed economico consiste nel dividere l'area da stimare con linee immaginarie e contare i ratti che attraversano questi confini in ambedue i sensi: la frequenza totale di attraversamenti prima e dopo una campagna di derattizzazione può essere un buon indice dell'efficacia dell'intervento. Quest'ultima tecnica è impiegabile solo

in aree limitate quali possono essere un magazzino di derrate alimentari, una scuola, una fabbrica, un allevamento di animali da cortile o di polli.

b) Metodi indiretti

Tra le metodologie indirette, la più usata e da cui si ottengono risultati maggiormente affidabili, in particolare per la valutazione di popolazioni urbane, è il cosiddetto "metodo Chitty". Esso consiste innanzitutto nello scegliere, secondo metodologie di campionamento adeguate, i luoghi dove effettuare la valutazione.

Determinate le stazioni e segnatele con numeri progressivi, si procede all'accurata deposizione di appositi box contenenti un quantitativo noto di cibo in polvere fortemente appetibile per i ratti. Il giorno successivo, da ogni box si preleva il cibo rimanente e lo si pesa: il rapporto tra cibo deposto e quello pesato dà un'indicazione sulla presenza dei ratti. Ovviamente, per consentire una certa familiarizzazione dei ratti al nuovo cibo è importante ripetere la metodologia per più giorni. In tal modo si otterrà una valutazione del grado di infestazione più vicina alla realtà.

Una seconda ed importante metodologia, utilizzata in particolare per scopi pratici e specificatamente legati ad una successiva derattizzazione, consiste nella raccolta e valutazione di ogni informazione indicante la presenza di ratti, quali possono essere gli escrementi, le tane, i nidi, i passaggi, i rosicchiamenti, ed altro (Chitty e Southern, 1954; Emlen, Stokes e Davis, 1949; Polyakov, 1959; Myllymaki, 1974).

Il territorio da stimare viene diviso in settori, dai quali si estraggono le informazioni sul grado di infestazione. Parte di queste derivano da interviste fatte alla popolazione umana, altre si ottengono dall'accurata osservazione ambientale. E' quindi importante saper individuare i vari indici di presenza dei roditori, ad esempio riconoscere una tana, distinguere gli escrementi, riconoscere un passaggio.

Gli escrementi dei ratti variano in forma e dimensioni secondo l'età e la specie. Di colore variabile dipendentemente dall'alimentazione, essi sono in genere scuri. Se freschi, cioè rilasciati da poche ore, si presentano soffici; viceversa, dopo 2 giorni sono duri e consistenti. Gli escrementi del ratto bruno sono di circa 18 mm di lunghezza, hanno estremità arrotondate e forma incurvata. Di 12 mm circa sono invece le feci del congenero, con estremità appuntite e forma diritta e lobata. Gli escrementi dei topi sono molto più piccoli ed affusolati alle estremità.

Le tane hanno forma variabile dipendentemente dall'ambiente e sono diverse tra una specie e l'altra: mentre la specie *R. rattus* costruisce delle piattaforme sugli alberi, tra le travi di una cascina, nei fienili, o tra i cespugli, la specie *R. norvegicus* scava buchi nel terreno o occupa ripari naturali esistenti. Le tane possono essere abitate, caso in cui l'entrata è libera da ogni ingombro, viceversa la presenza all'ingresso di alcune ragnatele, foglie o altro materiale ne indica l'abbandono.

I nidi sono di difficile rinvenimento, ma sono comunque facilmente distinguibili per la presenza di materiale soffice, carta, stoffa, gommapiuma, saldamente avvolti a proteggere la prole.

I passaggi sono spesso ben identificabili, in quanto questi animali usano spostarsi percorrendo sempre gli stessi tragitti. Così facendo lasciano su pietre, muretti, travi,

tubature ed altro un'impronta scura dovuta al grasso della pelliccia: più il passaggio è frequentato, più si fa scura e oleosa l'impronta. Il riconoscimento delle vie di transito è di notevole importanza per l'intervento di lotta, in quanto consente una precisa indicazione sulla conseguente collocazione delle esche tossiche o delle trappole.

Le impronte sono identificabili per le quattro dita della zampa anteriore e le cinque della posteriore; in genere dove si rileva la presenza di impronte si osservano anche degli escrementi.

Il metodo indiretto non fornisce ovviamente dati attendibili sull'effettivo numero di ratti presenti in una determinata area da derattizzare, ma dà un quadro abbastanza attendibile sul grado di infestazione e, fatto non trascurabile, fornisce dati ambientali di notevole importanza per la conduzione razionale dell'intervento di lotta con raticidi. Nel capitolo relativo ai metodi e programmazione di lotta antimurina, la tecnica di censimento indiretto verrà descritta più dettagliatamente.

Il comportamento sessuale

Ciò che oggi si conosce del comportamento sessuale dei ratti deriva da accurate e molteplici indagini sperimentali, per la maggior parte compiute con albinici (Beach, 1967; Bolles, 1967; Hinde, 1970; Larsson, 1956). Comunque è lecito ritenere che, dato il carattere alquanto fisso di questi moduli etologici, non esista una sostanziale differenza tra animali selvatici e di laboratorio, sia per questa categoria di azioni che per altri comportamenti, come quello materno di cura della prole.

Nelle specie *R. norvegicus* e *R. rattus*, come in altri muridi, non vi è dimorfismo sessuale, per cui la femmina, sebbene più piccola in dimensioni ed in peso, è assai simile al maschio. La maturazione sessuale avviene in ambo i sessi all'età di circa 3 mesi ed è caratterizzata nei maschi dalla fuoriuscita dello scroto, mentre nelle femmine dalla comparsa dei primi estri. In esse il ciclo estrale avviene regolarmente ad intervalli di 5 giorni, senza limitazioni stagionali. Talvolta la fertilità può ridursi a causa di fattori ambientali: la scarsità di cibo, come il sovraffollamento, possono indurre una diminuzione della capacità riproduttiva (Berg, 1965). Il periodo di recettività è di circa 16-18 ore. In questo intervallo, poco dopo il tramonto, in ciascuna femmina si ha il momento di massima sensibilità all'accoppiamento, la cui durata è di alcune ore: è in questa frazione della notte che preferenzialmente maschi e femmine si accoppiano. Come in altri animali, anche in questi mammiferi esiste un cerimoniale di corteggiamento, certamente assai meno elegante rispetto a quello esibito da altre specie, ma comunque non privo di interesse e di tutti quei caratteri necessari affinché risulti il più efficace possibile.

L'approccio tra partners può essere iniziato sia dai maschi che dalle femmine, a seconda dello stato pulsionale interno motivante l'uno o l'altro individuo. Indipendentemente dal soggetto che inizia il comportamento di avvicinamento, il modello comportamentale si svolge senza alcuna differenziazione, purché la coppia non venga disturbata. Casi di interruzione di accoppiamento si possono avere in popolazioni ad alta densità o con l'avvicinarsi di predatori. Qualora la densità di una popolazione diventa

particolarmente elevata, si ha una riduzione della riproduzione ed un aumento della mortalità infantile.

La fase di approccio è caratterizzata da un lento e graduale avvicinamento del maschio, che in posizione arcuata accosta di lato la compagna, la quale, se disposta al corteggiamento, risponde esibendo modelli di esplorazione olfattiva. I reciproci annusamenti, indirizzati particolarmente alle zone genitali, rappresentano il preludio dell'accoppiamento, che avviene dopo una breve corsa della femmina precipitosamente inseguita dal maschio. Questo monta la compagna da tergo appoggiando le zampe anteriori attorno alla regione pelvica, mentre la femmina assume, mediante una risposta riflessa complessa, la posizione di "lordosis", facilitando la fase comportamentale di intromissione. L'insieme dei modelli etologici qui descritti sono coordinati in gran parte da centri di integrazione ipotalamici interagenti con ormoni sessuali ed ipofisari. In genere, perchè il maschio arrivi all'eiaculazione sono necessarie almeno sei intromissioni, ciascuna preceduta da quasi tutto il preambolo di corteggiamento descritto. Alcuni ricercatori hanno recentemente osservato una certa contraddizione tra il tempo di latenza tra due successive intromissioni e la probabilità di inseminazione, che aumenta quando il primo si allunga. Probabilmente tale fenomeno è spiegabile con l'andamento decrescente della pulsione sessuale durante lo svolgersi del modello comportamentale (Barnett, 1975).

Dopo circa 21 giorni dall'incontro sessuale la femmina del ratto bruno partorisce 8-12 piccoli, mentre quella del ratto nero ne partorisce da 6 a 8, ma solo pochi di questi raggiungono in condizioni naturali l'età adulta, tranne, come si è detto, in particolari e favorevoli condizioni ambientali. Brown (1960) fa tuttavia notare che la gravidanza può essere prolungata anche di una settimana se accompagnata dall'allattamento dei piccoli del parto precedente. Infatti, in condizioni favorevoli di grande disponibilità trofica ed ambientale, quale ad esempio è il caso di una derattizzazione che ha decimato la popolazione, ma non è stata seguita da interventi di bonifica, una femmina può andare in estro 24 ore dopo il parto (estro post-partum); essa può quindi accoppiarsi nuovamente ed iniziare subito una nuova gestazione; in caso contrario non avrà più estri fino alla fine dell'allattamento, per cui il successivo sarà definito "estro post-lattazione".

In base a quanto detto sulle capacità riproduttive di queste specie è possibile ipotizzare che da una femmina si possano avere quattro nuove generazioni in un anno. E' stato calcolato che una coppia di ratti potrebbe quindi dare origine in un anno a più di 1.000 individui. Questa cifra è puramente teorica, poichè nella realtà spesso interviene una serie di fattori limitanti, quali la mortalità intrauterina (Perry, 1945; Watson, 1949) e post-natale, la disponibilità di cibo e spazio, la presenza di predatori. Nella riduzione di natalità e sopravvivenza infantile non ci si deve dimenticare il ruolo che possono avere le reazioni di stress da sovrappopolamento, come ad esempio l'aumento dell'aggressività (Calhoun, 1963), il cannibalismo, l'arresto dell'estro, la morte di piccoli nell'intervallo di tempo intercorrente fra nascita e svezzamento a causa dei comuni disturbi apportati alle femmine durante l'allattamento (Barnett, 1964; Christian *et al.*, 1965; Archer, 1970). Effetti stressanti possono anche indurre aborto spontaneo o riassorbimento spontaneo

dell'embrione, noto nel *Mus musculus* come "Bruce effect" o "Pregnancy block" ma non ancora accertato nel genere *Rattus* (Barnett, 1970; Bruce, 1967; Bruce, 1970).

Alla nascita, i piccoli sono sordi e ciechi: gli unici organi percettivi funzionanti sono quelli tattili. Privi di pelo, essi appaiono di colore rosa e non possiedono alcun meccanismo di controllo della temperatura corporea. Sono comunque sufficienti 4 giorni perchè inizi a funzionare l'udito, una settimana affinchè il corpo si copra di una lucente e morbida pelliccia ed infine circa 12 giorni perchè anche gli occhi inizino a portare al cervello le prime immagini. Dal momento del parto fino alla sua completa indipendenza, il piccolo viene curato ed aiutato dalla propria madre.

Le cure parentali

Ambedue i genitori, o solo uno di essi, sono in grado di esibire peculiari azioni che rientrano in questa categoria di comportamenti. Per quanto riguarda le specie che stiamo considerando, la sola femmina è deputata alla cura della propria nidiata, mentre il maschio non ha affatto attenzioni per i nuovi nati, almeno finchè questi non compiono le prime prolungate escursioni all'esterno della tana.

Scopo delle cure parentali è ovviamente quello di salvaguardare la vita del piccolo, aumentandone di conseguenza la probabilità di sopravvivenza.

Da un punto di vista prettamente etologico, è possibile pensare al rapporto madre-figlio come ad un sistema formato da due unità biologiche tra loro interagenti e connesse da un legame elastico, che a partire dalla nascita va lentamente sciogliendosi, fino ad annullarsi nel momento in cui il piccolo, ormai cresciuto anatomicamente e fisiologicamente, è in grado di condurre una vita autonoma. Nel rapporto interattivo tra piccolo e madre, questa compie due funzioni specifiche: una è quella di alimentare il proprio figlio affinchè questo gradualmente passi da una dieta liquida e dipendente ad una solida e soggettiva; l'altra è quella di rappresentare un filtro a tutte le stimolazioni ambientali che verrebbero a colpire la prole. Il piccolo viene quindi inizialmente a contatto con una serie limitata di stimoli, che aumentano al suo crescere. In tal modo egli si viene a trovare progressivamente in grado di interagire in modo completo ed autonomo con l'ambiente esterno, cioè con tutto ciò che esso percepisce.

Ciascuna femmina mostra un comportamento di cura della prole fin dal momento del parto, quando il piccolo, espulso dalle contrazioni uterine, viene accuratamente leccato, in particolare nella zona genitale, e prontamente liberato dalla placenta e dal cordone ombelicale. La funzione adattativa delle azioni di leccamento è stata chiarita da Reiniers ed Ervin (1946); essi tentarono di allevare in ambiente asettico alcuni piccoli di ratto bruno prelevati dalla madre mediante taglio cesareo: la prole, sebbene accettasse il cibo offerto, morì nel giro di 24 ore. L'autopsia chiarì in seguito che le cause dei decessi erano da attribuirsi alla rottura della vescica. Quindi l'effetto delle stimolazioni tattili inguinali provocate dalla madre consentono al piccolo l'instaurarsi del riflesso di svuotamento della vescica, che una volta messo in moto continuerà a funzionare autonomamente, coinvolgendo meccanismi omeostatici. Inoltre, oggi si sa che le azioni di pulitura della

superficie corporea del piccolo hanno anche un'importantissima funzione nello sviluppo della sensibilità cutanea, fattore estremamente importante per lo sviluppo ontogenetico del comportamento.

Senza alcun dubbio, il momento più importante delle cure parentali è costituito dall'allattamento della prole. Nei ratti, già un'ora dopo il parto la madre si accuccia sui piccoli ed essi immediatamente iniziano a succhiare. La presenza nel circolo ormonale di prolattina e la contemporanea stimolazione dei capezzoli, procurata dalla prole durante l'allattamento, stimolano la produzione continua di latte. Si è potuto infatti verificare che privando la madre dei piccoli, in breve tempo si ottiene l'atrofizzazione delle mammelle. Già durante la gravidanza la femmina aumenta considerevolmente l'autostigliatura (selfgrooming) alla regione addominale: l'effetto di questo comportamento è lo sviluppo e la preparazione delle ghiandole mammarie al loro futuro e corretto funzionamento (Riess, 1950). Durante la prima fase del rapporto madre-figlio, cioè dal 1° al 14° giorno di vita, il piccolo, incapace di ogni movimento coordinato, comunica con la propria madre mediante stimolazioni prevalentemente tattili ed acustiche, queste ultime caratterizzate da emissioni ultrasoniche oltre che dai normali squittii.

Quando la madre si allontana dalla prole in cerca di cibo, può accadere che i piccoli a causa dei loro movimenti inconsulti si allontanino dal nido. Il destino di questi precoci fuggiaschi diverrebbe drammatico se la femmina, al suo ritorno, avvertita dai messaggi acustici emessi dai figli (Noirot, 1968; 1972) ed orientata dalla traccia olfattiva non si ponesse immediatamente alla loro ricerca. Non appena vengono ritrovati, i piccoli sono immediatamente raccolti con la bocca e trasportati nel nido. Il comportamento di recupero della prole (retrieving) lo si può anche osservare quando, in presenza di predatori, di variazioni di temperatura, inondazioni e frane, la madre trasporta la nidiate dal vecchio nido ad uno nuovo. In genere, questo modello comportamentale ha termine quando il piccolo, giunto al 16° giorno di vita, è perfettamente in grado di muoversi da solo per compiere le prime escursioni fuori dalla tana, familiarizzando con il nuovo ambiente. Inizialmente queste esperienze vengono compiute in compagnia della madre, attraverso la quale i figli imparano la localizzazione dei rifugi, le piste, ma soprattutto a distinguere il cibo commestibile da quello dannoso (Galef e Clark, 1971). Il periodo dello svezzamento dura circa 3-4 settimane, ma il raggiungimento dell'indipendenza alimentare non significa il completo distacco dalla tana materna. Infatti il rapporto con la madre, anche se molto più elastico, dura all'incirca fino al termine del secondo mese di vita.

Il territorio

Per un ratto, l'area circostante la propria tana assume significati precisi che ciascun individuo della popolazione impara a conoscere: zone distanti dalla tana hanno valore e funzione differenti rispetto ad altre più vicine. Spesso dalla semplice osservazione del comportamento esibito da uno o da più ratti del gruppo è possibile correlare i moduli comportamentali mostrati con il significato etologico ed ecologico dell'area su cui l'individuo o il gruppo si trovano.

L'unità territoriale più piccola, all'interno della quale l'animale esibisce caratteristici modelli comportamentali è ovviamente il nido. Durante il giorno il nido viene usato per riposare.

Il *R. rattus* usa costruire le proprie tane sugli alberi, anche se può accadere che nidifichi in tane. Nella specie *R. norvegicus* il nido è in genere scavato nel terreno al termine di gallerie più o meno lunghe, ma mai a profondità maggiori di 40-50 cm. Esistono tre fattori che condizionano la costruzione di una tana. Uno di questi fattori è chiamato la "reazione tigmotropica", ed è una reazione per cui quando il ratto si avvicina ad una barriera, al muro di una casa oppure ad una rete, molto spesso incomincia a fare le sue gallerie in senso parallelo alla barriera. Un'altra è la "reazione di deflezione", che spinge l'animale a scavare verticalmente per 30-35 cm e proseguire orizzontalmente.

La costruzione della tana richiede a volte parecchie ore, poichè questi roditori hanno l'abitudine di rendere confortevoli le loro dimore rivestendo le fredde ed umide pareti con ogni materiale (stoffa, erba secca, carta, piume, etc.).

Le condizioni termiche all'interno del nido sono fattori che regolano il comportamento di maggiore o minore apporto del materiale di imbottitura e rivestimento. Alcune prove sperimentali eseguite con femmine in allattamento hanno messo in evidenza come la madre sia in grado di valutare le variazioni della temperatura all'interno del nido, e quindi di compensare la variazione termica apportando o sottraendo il materiale da costruzione, garantendo ai piccoli il giusto ambiente. E' questo senza dubbio uno dei più importanti esempi di risposta omeostatica comportamentale (Barnett, 1975). Come si è detto, l'accesso al nido avviene per mezzo di una galleria o di un sistema di gallerie, di cui alcune sono aperte all'esterno. Ai margini di queste entrate viene riposta la terra tolta dall'interno durante le operazioni di scavo.

Quando una coppia od una sola femmina costruisce la propria tana, questa è inizialmente costituita da un'unica galleria, la cui parte terminale viene ampliata a forma di sacca per far posto al nido. In seguito, con la maturazione sessuale di nuovi individui, dal nido viene scavata un'altra galleria che si ramifica in più direzioni e comunica con nuovi nidi. Un sistema di tane conta, quindi, vani di allevamento, gallerie comunicanti con l'esterno, dispense in cui è raccolto il cibo, tunnels a fondo cieco ed anche passaggi con uscite di sicurezza la cui entrata viene spesso ricoperta, dagli stessi inquilini, con erba e terra di riporto facilmente rimovibile (Calhoun, 1963). All'esterno della tana vi è una piccola porzione di superficie entro cui i piccoli muovono i primi passi verso l'ambiente esterno. In quest'area ogni piccolo sasso, filo d'erba e sentiero è marcato dalla madre mediante ferormoni. Il gioco infantile, iniziato nelle ristrette gallerie della tana, trova qui la possibilità di esprimersi nel modo più completo e dirompente, mediante attacchi simulati, rincorse e salti. Probabilmente fu proprio dall'osservazione di questi comportamenti giocosi che venne attribuita a questa zona la definizione di "area giovanile".

E' ormai comune definire come "territorio" un'area difesa. Nella popolazione di ratti bruni il territorio è difficilissimo da identificare, data l'elevata dinamicità che li contraddistingue. E' comunque possibile affermare che vi sono alcuni luoghi la cui difesa da altri conspecifici rimane pressochè costante, e cioè la zona circostante la tana ed

alcuni sentieri o passaggi che corrono nei pressi dell'area giovanile. Prima di passare ad esaminare la porzione di superficie più complessa, cioè l'area familiare, o "home range" per gli autori anglosassoni, è necessario chiamare il concetto legato allo stato dinamico dell'aggressività indirizzata alla difesa del territorio.

Si può valutare in termini quantitativi il rapporto indiretto esistente tra soglia di attivazione del comportamento aggressivo e distanza dal territorio difeso. In particolare, nel nostro caso, ciò significa che un ratto allontanandosi dal suo territorio è meno disposto ad esibire comportamenti antagonisti, ma è più propenso ad una reazione di fuga.

a) *L'area familiare*

Tra gli individui della specie *R. norvegicus* l'home range di un gruppo familiare è una struttura spaziale alquanto dinamica, poichè la sua forma si adatta alle molte variabili che influenzano lo sviluppo di una popolazione. Ad esempio, l'incremento demografico, l'esaurimento di una sorgente trofica, etc., sono fattori in grado di modificare la dimensione e la forma di un'area familiare. Il sistema di nidi e gallerie è il nucleo di questa unità territoriale, solcata da sentieri olfattivi che collegano le tane con le sorgenti di cibo. Lungo queste vie di tanto in tanto vi sono dei rifugi temporanei, alcuni dei quali funzionano come mense. In questi luoghi i ratti si ritirano in caso di improvviso pericolo oppure si rifugiano per mangiare tranquillamente quanto hanno trovato. Da un punto di vista adattativo, le mense rappresentano una struttura che consente un maggior sfruttamento delle risorse trofiche presenti nell'home range, in quanto i resti lasciati da un animale possono essere facilmente trovati da altri, in particolare dai piccoli della popolazione (Calhoun, 1963).

Mentre i territori sono nettamente separati tra loro, le aree familiari si possono intersecare o anche sovrapporre, fino al punto che a volte, in particolari situazioni ambientali, un home range è identico e comune a tutti i gruppi familiari. Esternamente all'area sopra descritta vi è una zona sconosciuta alla maggior parte degli individui della popolazione, che ne fanno spesso oggetto di esplorazioni, in particolare quando le pressioni interne alla popolazione divengono forti. Questa fascia prende il nome di "area esplorativa" o anche "area totale", in cui l'animale si muove con grande diffidenza e attenzione, pronto ad una rapida reazione di fuga in caso di pericolo.

b) *L'organizzazione sociale*

Steiniger nel 1960 compì le prime osservazioni scientifiche su una popolazione di individui selvatici della specie *R. norvegicus*, tenuti in appositi recinti o ambienti provvisti di cibo, acqua ed ogni altro genere di risorsa. Gli studi erano indirizzati alla valutazione e comprensione delle interazioni sociali tra membri di una popolazione di ratti delle chiaviche. Poco dopo l'immissione dei soggetti negli ambienti sperimentali, i maschi iniziarono ad esibire comportamenti antagonisti. L'intero modello comportamentale di lotta antagonista presente in questa specie è in gran parte geneticamente determinato, pur presentando una certa variabilità individuale.

Esso inizia quasi sempre mediante una reciproca esplorazione olfattoria, seguita da peculiari posizioni e lenti avanzamenti laterali tendenti a minacciare o mettere in difficoltà la difesa dell'avversario. Lo scontro è spesso accompagnato da acuti squittii seguiti da morsi e colpi dei piedi posteriori, tendenti ad allontanare l'avversario. Dopo un primo assalto, difficilmente vi sono nei partecipanti la lotta lesioni mortali e ciò fa giustamente credere che in natura raramente vi siano scontri così cruenti da causare la morte di uno dei pretendenti al ruolo sociale dominante (maschio-alfa). Eppure, nel recinto di Steiniger alla fine restarono vivi solo pochi maschi e di questi uno solo mostrava una relazione di dominanza di tipo alfa. L'analisi dei decessi chiarì che alcuni individui erano morti per infarto a causa delle ripetute situazioni stressanti di lotta, e altri dissanguati a causa delle ferite riportate nei successivi scontri. Oggi sappiamo che in natura, quando uno dei pretendenti si vede sconfitto, mostra un comportamento caratteristico di sottomissione che inibisce ulteriori attacchi da parte dell'avversario. Inoltre, meccanismi migratori intervengono per allentare le pressioni cui sono sottoposti gli individui in situazioni conflittuali.

Questi moduli comportamentali sociali hanno un'evidente funzione adattativa, in quanto consentono la sopravvivenza degli individui che, spinti dalle tensioni sociali come quelle che si manifestano in condizioni di elevata densità di una popolazione, si portano all'esterno dell'home range colonizzando nuovi territori. Barnett (1975) e soprattutto Calhoun (1963) svilupparono lavori sullo studio dell'organizzazione sociale di popolazioni di ratti bruni, giungendo ad interessanti conclusioni. Essi, infatti, osservarono che la struttura sociale di una popolazione di ratti delle chiaviche è costituita da molteplici nuclei familiari, ciascuno occupante un sistema di tane e gallerie intercomunicanti.

L'organizzazione di ciascuna di queste unità si basa sulla presenza di un maschio dominante, in genere di grossa taglia, il cui compito specifico è quello di difendere il territorio del gruppo familiare dalle incursioni di conspecifici appartenenti alla medesima popolazione, e di allontanare dall'home range ogni ratto bruno proveniente da insediamenti vicini.

In genere, con il maschio alfa convive un piccolo gruppo di femmine, di cui alcune con prole. Quando in una nidata sono presenti dei maschi, questi vivono tranquillamente nella famiglia fino al 90°-115° giorno di vita, ma al momento della loro maturazione sessuale vengono costantemente attaccati dal maschio dominante. Da queste lotte antagoniste con gli individui alfa, si costituiscono i gruppi sociali beta e omega. Gli individui appartenenti al ruolo di dominanza beta sono subordinati al maschio alfa, a cui devono spesso rivolgere rituali di sottomissione; in compenso, essi hanno una buona libertà di movimento all'interno dell'area familiare, dove spesso dividono amichevolmente con individui dominanti il cibo accumulato nelle mense o in luoghi di rifugio temporaneo.

Al ruolo degli omega appartengono invece maschi che non vengono accettati dalla popolazione, ma vengono sistematicamente attaccati dai dominanti. Il risultato di questi scontri sociali è la realizzazione, ai lati del nucleo centrale della popolazione, di individui soggetti a pressioni selettive più forti. Ciò è evidentemente molto importante, in quanto arricchisce la potenzialità adattativa della popolazione, e gradualmente ne aumenta

l'espansione verso nuovi territori. Infine, è importante sottolineare che tra individui subordinati beta ed omega non si assiste quasi mai al perdurare di situazioni conflittuali che potrebbero sfociare in scontri aperti.

Per quanto riguarda il *R. rattus* gli studi compiuti da Ewer nel 1972 hanno appurato che si tratta di una specie territoriale, anch'esso con strutture sociali e gerarchiche ben definite.

Accanto al gruppo gerarchico dei maschi dominanti vi sono due o tre femmine di alto rango che sono subordinate al maschio alfa, ma mostrano comportamenti dominanti nei confronti di tutti gli altri membri del gruppo; inoltre, esse evitano le situazioni di conflitto tra loro. Anche in questa specie, per ovvii motivi, si assiste prevalentemente a combattimenti relativamente poco cruenti all'interno della medesima popolazione, mentre, soprattutto intorno all'area deputata all'alimentazione, nei confronti di individui di altre popolazioni si attuano comportamenti di difesa da parte di ambo i sessi. In questi casi, si nota che le femmine sono più attive nello scacciare altre femmine poiché i maschi sono inibiti a farlo.

Occasionalmente si sono registrati casi di individui di entrambi i sessi entrati a far parte di una popolazione diversa da quella di origine.

c) Comportamento alimentare

I ratti sono onnivori: si nutrono di una certa varietà di cibo, tra cui insetti, molluschi, pesci, carogne, uova, frutta, cereali ed ortaggi. Essi distruggono interi raccolti, in particolare di piante pluriennali, che divorano ad ogni stadio della crescita, da seme a pianta matura. Il cibo può essere consumato in loco, o trasportato nella tana e poi mangiato. Spesso si osservano ratti riempirsi le tasche guanciali ed orientarsi verso le mense per mangiare il cibo recuperato, al riparo da eventuali predatori e dalla competizione intraspecifica. Le mense vengono sistematicamente visitate anche da ratti che, non avendo trovato altro cibo, s'accontentano di mangiare i resti e le briciole lasciate da altri più fortunati. Questa abitudine comportamentale è di estremo interesse per coloro che devono condurre una derattizzazione: i ratti infatti trasporteranno nelle mense o nelle loro tane anche esche tossiche, se particolarmente appetibili, di cui si ciberanno anche altri componenti della popolazione, con enorme vantaggio di chi usa esche tossiche per la lotta.

Il consumo medio giornaliero di cibo per questi roditori è di circa 28 g e 50 cc di acqua (Frishman, 1972); per Chitty e Southern (1954) i ratti hanno invece bisogno ogni giorno di 25 g di sostanza secca.

La dieta di questi animali è strettamente dipendente dalle condizioni ambientali e dai ritmi stagionali: in ambiente urbano le abitudini alimentari sono più varie che in habitat rurali; inoltre, nell'ambito delle stesse opportunità alimentari, la dieta viene influenzata da altre variabili, quali il potere calorico, il sapore, l'aroma, le necessità fisiologiche (quali la mancanza di specifiche vitamine), le influenze sociali e le abitudini apprese per imprinting.

La conoscenza delle variabili che determinano la dieta o il grado di preferenza di un alimento di una popolazione di muridi di questa specie, sono fattori di notevole

importanza per la conduzione di interventi di derattizzazione, in quanto consentono la realizzazione e l'impiego di esche tossiche fortemente appetibili e quindi competitive con il normale cibo a disposizione.

Per quanto riguarda le influenze di tipo sociale, Barnett (1956) sostiene che i piccoli non ricevono insegnamenti da parte della madre sui cibi che possono mangiare, ma piuttosto che seguono i più anziani nei luoghi ove mangiano e assaggiano il cibo senza però imitarli direttamente. Howard e Marsh invece, nel 1974, vale a dire 18 anni più tardi, affermano il contrario, suggeriscono cioè che, durante le 4-5 settimane che intercorrono fra la nascita e lo svezzamento, i piccoli imparano molto su quanto è buono da mangiare assaggiando i cibi disponibili ed imitando la madre; così, se questa ha imparato ad evitare un tipo di esca o di veleno, anche molti dei suoi figli impareranno ad evitarla, se hanno avuto l'opportunità di esaminare l'esca per la prima volta con la madre.

Un interessante esempio di apprendimento individuale, si ha quando una reazione fisiologica di malessere, come nel caso di ingestione di una dose subletale di veleno, viene associata con il sapore e l'odore dell'esca, per cui il ratto imparerà ad evitarla. Inoltre, è stato ormai accertato che i ratti sono capaci di una "autoselezione della dieta" che permette loro una costante assunzione di calorie e di tutte quelle sostanze di cui necessita il loro organismo (Jackson, 1965).

Due fattori fondamentali sono legati al comportamento appetitivo: l'esplorazione e la fuga. I ratti *R. norvegicus*, pattugliano ogni giorno il loro territorio, in genere dopo aver mangiato nei luoghi abituali e percorrendo sempre la stessa strada, per controllare se ci siano stati dei cambiamenti o se qualche nuova area o fonte di cibo sia divenuta accessibile (Barnett, 1956). Questo tipo di comportamento è di un'importanza vitale: esso infatti non solo consente all'animale di venire subito a conoscenza di nuove fonti di cibo, ma gli permette di controllare costantemente i rifugi sparsi nel suo territorio e nella sua area familiare, e di poter sfuggire così ad eventuali attacchi improvvisi da parte dei predatori. Se durante queste perlustrazioni i ratti trovano uno stimolo nuovo, come ad esempio un'esca avvelenata o una trappola, spesso si può osservare una caratteristica "reazione ad un oggetto nuovo" (New object reaction) consistente in una scomparsa momentanea dei ratti e in un calo momentaneo nel consumo di cibo: solo dopo qualche giorno gli animali esploreranno il nuovo oggetto o assaggeranno il nuovo cibo, per familiarizzare con esso. I ratti hanno inoltre tendenza a mangiare nuovi alimenti, e se vengono privati per un certo tempo di un dato cibo, mostreranno poi una preferenza particolare per esso quando sarà nuovamente disponibile (Munn, 1950); questo è il motivo fondamentale per cui può essere utile il preadescamento (Jackson, 1965). Questo fenomeno, che prende anche il nome di neofobia, può dare un'errata impressione d'intelligenza, ma non è un comportamento intelligente nel senso corrente del termine, in quanto è "automatico" e non discriminante; lo stesso effetto può infatti essere ottenuto con una scatola di legno o con del cibo non avvelenato (Barnett, 1970). Sia Berlyne (in Barnett, 1975) che Halliday (1966) suggeriscono che la risposta ad una novità possa essere interpretata nei ratti in termini di due opposte tendenze che chiamano "esplorazione" e "paura", ma ancora una volta sono necessarie ulteriori informazioni sulla fisiologia del comportamento: la "New object reaction" può essere evocata da un oggetto

familiare messo in posizione diversa o da un rumore insolito, e ci sono alcune prove anche per odori non familiari, ma non si sono ancora riuscite a stabilire con esattezza tutte le cose che possono essere considerate un "oggetto nuovo" da un ratto. La neofobia è caratterizzata da due aspetti principali: il primo consiste in una temporaneità dell'effetto, cioè il fenomeno può durare anche alcune settimane, ma in genere scompare dopo alcuni giorni o dopo poche ore, a seconda delle influenze soggettive; il secondo si ha invece quando vi è una variazione in una situazione familiare. In un ambiente completamente nuovo invece domina l'esplorazione, fornendo così un classico esempio di neofilia (Barnett, 1975). La neofobia è stata studiata a lungo, anche perché una buona conoscenza di questo comportamento è fondamentale per condurre in modo adeguato una campagna di derattizzazione con esche o trappole, ma nonostante tutto non si è ancora riusciti a capire la natura di questo comportamento (Barnett e Prakash, 1976; Barnett, 1975). In ogni caso, essa non può essere generalizzata alle varie specie di roditori, ma va ricercata in ognuna di esse: si sa che il *R. rattus* è neofobico, ma in modo diverso dal *R. norvegicus*, mentre il *Mus musculus* che già normalmente si comporta diversamente mangiando in più luoghi diversi nello stesso giorno e cambiando area di alimentazione anche da un giorno all'altro, mostra in questo caso un tipo di comportamento mutevole ed imprevedibile (Southern, 1954).

Bibliografia

- Alessandroni P. e Turillazzi P.G. 1979. Valutazione della sensibilità al Warfarin di individui appartenenti a popolazioni di *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus* presenti nella città di Roma. *Annali della Sanità Pubblica*, XL, 6: 685-702.
- Archer J. 1970. *Effects of population density on behaviour in rodents*. Academic Press, London.
- Barnett S.A. 1956. Behaviour components in the feeding of wild and laboratory rats. *Behaviour*, 9: 24-43.
- Barnett S.A. 1964. In: J.D. Carthy, C.L. Duddington (Eds.): *Viewpoint in biology* n° 3. Butterworths, London.
- Barnett S.A. 1970. *Instinct and intelligence: the behaviour of animals and man*. Penguin Books, Harmondsworth. Boringhieri, Torino.
- Barnett S.A. 1975. *The rat: a study in behaviour*. Chicago Press, USA (rev.ed.).
- Barnett S.A. e Prakash J. 1976. *Rodents of economic importance in India*. Rakesh Press, New Dheli
- Barnett S.A. e Spencer M.M. 1951. Feeding, social behaviour and interspecific competition in wild rats. *Behaviour*, 3: 220-242.

- Barnett-Hamilton A.H. e Hinton M.A.C. 1920. History of British mammals. Gurney and Jackson, London.
- Beach F.A. 1967. Control of reflexive mechanisms involved in copulatory behaviour. *Physiol. Rev.*, 47: 289-316.
- Bentley E.W. 1959. The distribution and status of *Rattus rattus* in the U.K. in 1951 and 1956. *J. Animal Ecology*, 28: 229-308.
- Bentley E.W. 1964. A further loss of ground by *Rattus rattus* L. in the U.K. during 1956-61. *J. Animal Ecology*, 33: 371-373.
- Berg B.N. 1965. Dietary restriction and reproduction in the rat. *J. Nutr.*, 87: 344-348.
- Bolles R.C. 1967. Theory of motivation. Harper, New York.
- Brown R.Z. 1960. Biological factors in domestic rodents. U.S. Public Health Service, Publ. n° 773, part 2, pp. 32.
- Bruce H.M. 1967. Effects of olfactory stimuli on reproduction. Churchill, London.
- Bruce H.M. 1970. Pheromones. *Br. Med. Bull.*, 26: 10-13.
- Calhoun J.B. 1963. The ecology and sociology of the Norway rat. U.S. Public Health Service, Publ. n° 1088, pp. 288.
- Chitty D. e Southern H.N. 1954. Control of rats and mice. Voll. 1 and 2: Rats; Vol. 3: Mice. Oxford University Press, London.
- Christian J.J., Lloyd J.A. e Davis, D.E. 1965. The role of endocrines in the self-regulation of mammalian populations. *Recent Progr. Horm. Res.*, 21: 501-578.
- Davis D.E. 1948. The survival of wild brown rats on a Maryland farm. *Ecology*, 29 (4): 437-448.
- Davis D.E. 1950. The mechanics of rats populations. *Trans North American Wildlife Conf.*, 15: 461-466.
- Davis D.E. 1953. The characteristics of rat populations. *Quart. Rev. Biol.*, 28 (4): 373-401.
- Ecke D.H. 1954. An invasion of Norway rats in southwest Georgia. *J. Mammalogy*, 35 (4): 521-525.
- Emlen J.T., Stokes A.V. e Davis D.E. 1949. Methods for estimating populations of brown rats in urban habitats. *Ecology*, 30: 430-441.
- Errington P.L. 1935. Wintering of field-living Norway rats in south central Wisconsin. *Ecology*, 16 (1): 122-123.
- Ewer R.F. 1972. The biology and behaviour of *Rattus rattus*. *Anim. Behav. Monog.*, 4: 125-174.
- Frishman A. 1972. Rats and mice. In: *Handbook of pest control*. By Mallis A., Franzak and Foster (Eds.).

- Galef B.G. e Clark M.M. 1971. Social factors in poison avoidance and feeding behaviour. JCPP, 75: 341-357.
- Halliday M.S. 1966. Exploration and fear in the rat. Symp. Zool. Soc. Lond., 18: 45-59.
- Hayne D.W. 1949. J. Mammalogy, 30: 399-411.
- Hinde R. 1970. Animal behaviour. Wc Graw-Hill New York.
- Howard W.E. e Marsh R.E. 1974. Rodent control manual. Pest control, 24 (8). Specil. supplement.
- Jackson W.B. 1965. Feeding patterns in domestic rodents. Pest Control, 33 (8): 12.
- Larsson K. 1956. Conditioning and sexual behaviour. Acta Psychol. gothoberg. I.
- Loosjes F.E. 1956. Is the brown rat (*Rattus norvegicus* Berkenhout) responsible for the disappearance of plague from Western Europe?. Doc. Med. Geog. Trop., 8: 175-178.
- Munn N.L. 1950. Handbook of Psychological Research on the rat. Houghton Mefflin Co., Boston, pp. 598.
- Myllymaki A. 1974. Z. Angew. Zool.
- Myllymaki A. et al. 1971. Ann. Zool. Fennici, 8: 177-185.
- Noirot E. 1968. Ultrasounds in young rodents. 2. Changes with age. Anim. Behav., 16: 129-134.
- Noirot E. 1972. Ultrasounds and maternal behaviour. Devl. Psychobiol., 5: 371-387.
- Odum E.P. 1973. Principi di ecologia. Piccin, Padova. p. 584.
- Parisi V. et al. 1974. Further aspects of the predation by rats on various mollusc species. Boll. Zool., 41: 87-106.
- Perry J.S. 1945. The reproduction of the wild brown rat. (R.N.). Proc. Zool. Soc. Lond., 115: 19-46.
- Polyakov I.J. 1959. In: Report of an International Conference on harmful animals and their control. European plant protection organization, Paris. pp. 39-47.
- Reiniers J.A. ed Ervin R.F. 1946. Lobund Rep.: 1-84.
- Riess B.F. 1950. Factors of learning and native behaviour in field and laboratory studies. Ann. N. Y. Acad. Sci., 51: 1093-1102.
- Schiller E.L. 1956. Ecology and health of *Rattus* at Nome, Alaska. J. Mammalogy, 37 (2): 231- 241.
- Smith H.W. et al. 1974. In: Productivity investigations on small mammals. Cambridge Univ. Press.
- Southern H.N. 1954. The control of rats and mice. Vol. 3: Mice. Clarendon, Oxford. pp. 225.

- Spits F. 1965. Phytatrie-phytopharmacie, 14: 3-8.
- Steiniger F. 1960. Über der beibehalten lines rattenfreien Zustandes in fish-industrie und hafengebiet von Cuxhaven unter Einfluss einer adwanderung von Ratten aus Schiffen. Desinfck. und Besundwes., 52: 65-70.
- Turillazzi P.G. e Alessandroni P. 1980. Influenza di interventi di derattizzazione sulla diffusione di *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus* resistenti al Warfarin nella città di Roma. X Congresso Nazionale della Società Italiana di Parassitologia, Alghero. Parassitologia, 22: 361-362.
- Watson J.S. 1949. Some observation on the reproduction of *Rattus rattus* L. Proc. Zool. Soc. Lond., 120: 1-12.
- Wheeler G.G. e Calhoun J.B. 1967. Programs and procedures of the international census of small mammals (ICSM). U.S. Dept. of Health, Bethesda, Md. pp. 49.
- Williams J.M. 1974. Rat damage to coconuts in Fiji. Part 1: assessment of damage. PANS. 20: 379-391.
- Wilson E.J. 1968. The rat problem in the Pacific basin. Pacific interchange proc., Rodents as factors in Disease and Economic Loss, Honolulu, Hawaii. 17-27, pp. 9-30.

Tabella 1. Principali caratteristiche biologiche dei muridi commensali dell'uomo.

Caratteristiche	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
Peso da adulto	275-500 g	145-240 g	14-28 g
Colore e caratteri della pelliccia	Mantello generalmente bruno rossiccio o grigio-bruno, con sfumature rossastre sul dorso, grigio sporco o fulvo sul ventre. Esistono molte variazioni cromatiche	Esistono 3 sottospecie: <i>R. rattus rattus</i> , totalmente grigio-nero; <i>R. rattus alexandrinus</i> , dorso grigio e ventre grigio chiaro; <i>R. rattus frugivurus</i> , dorso grigio e ventre bianco o limone chiaro. Vi sono sfumature intermedie e variazioni	Mantello grigio uniforme o grigio bruno sul dorso, e grigio chiaro o fulvo sul ventre. Esistono molte variazioni cromatiche
Profilo della testa	Tozzo	Affusolato	Affusolato
Forma del corpo	Tozza	Slanciata	Sottile
Occhio	Piccolo	Grande	Piccolo
Orecchio	Piccolo	Grande	Grande
Coda	Più corta della somma testa-corpo. Bicolore	Più lunga della somma testa-corpo. Monocolore	Lunga quasi quanto la somma testa-corpo. Monocolore, seminuda
Escrementi	127-190 mm	85-127 cm	48-63 cm
Durata media della vita	2 anni circa	2 anni circa	1 anno circa

Tabella 1 (segue). Principali caratteristiche dei muridi commensali dell'uomo

Caratteristiche	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
Maturità sessuale	3 mesi	3 mesi	45 giorni circa
Gestazione	20-22 giorni	20-22 giorni	19 giorni circa
n° piccoli per nidiate	8-12	6-8	5-6
n° nidiate per anno	4-7	4-6	circa 8
n° piccoli svezzati da una femmina per anno	circa 20	circa 20	30-35
Rifugi e tane	All'esterno: in tane sottoterra, sotto le fondamenta di edifici e in immondicczai. All'interno: nelle cantine e primi piani degli stabili, in magazzini, fognoc, stive di navi, porti, ecc. Vive fino ad oltre 1500 m di altitudine	Sopra il livello del terreno: solai di edifici, intercapedini di attici, sulle piante e sugli alberi. Nel terreno: tra la vegetazione, a volte nelle fognoc.	Frequenta abitazioni, campagne, boschi, cespugli, prati, ecc. in pratica costruisce la tana ovunque. Può vivere fino a 2500 m di altitudine
Home range	30-45 m circa	30-45 m circa	3-9-m circa
Cibo e acqua	Onnivoro, carne, pesce, cereali, vari tipi di ortaggi e frutta, semi insetti, molluschi, sterco, animali vivi di piccola taglia. Dieta giornaliera: 20-40 g di cibo più 30-40 ml d'acqua	Onnivoro come il cogenere <i>R. norvegicus</i> , ma si nutre in prevalenza di frutta, ortaggi e cereali. Dieta giornaliera: 20-35 g di cibo più 30-40 ml d'acqua	Onnivoro: frutta, ortaggi, cereali, anche carni insaccate o pesce immagazzinato. Dieta giornaliera: 2-3 g di cibo secco più 0,8-1 ml d'acqua (spesso è sufficiente quella contenuta nei cibi freschi assunti)

L'INFESTAZIONE MURINA IN AMBIENTE URBANO COME RISCHIO ECOLOGICO E SANITARIO

Mauro Cristaldi

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

Nelle aree urbanizzate, a causa soprattutto della riduzione e frammentazione delle aree verdi sostituite dall'ambiente costruito, si determina, da un lato la diminuzione o la scomparsa delle specie animali tendenzialmente stenoecie che non possono adattarsi alle nuove situazioni ambientali; dall'altro l'incremento di poche altre specie tendenzialmente euriecie che, avvalendosi delle situazioni trofiche e delle nicchie ecologiche lasciate vacanti, possono assumere aspetti infestanti che vanno tenuti sotto controllo, a causa dei rischi che l'insediamento e l'incremento numerico stessi comportano (Cristaldi & Ieradi, 1993; Ieradi & Cristaldi, 1995). Questi rischi possono essere di tipo ecologico, come nel caso di isolamento urbano dovuto alle "barriere architettoniche", che in epoca postbellica hanno isolato nelle aree verdi intraurbane le metapopolazioni di Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) e di Istrice (*Hystrix cristata*), fino ai casi di estinzione urbana, come accaduto per i Gliridi, Moscardino (*Muscardinus avellanarius*) e Ghiro (*Myoxus glis*), od anche nel caso della crescente naturalizzazione della Nutria o Castorino (*Myocastor coypus*), specie vicariante del Castoro europeo (*Castor fiber*) estinto in Italia dal XVI sec. (Amori, 1993). In concomitanza possono presentarsi rischi di tipo sanitario: restando nell'esempio della Nutria, insediandosi essa sovente in ambienti acquatici malsani come il Surmolotto (*Rattus norvegicus*) con cui più volte viene erroneamente confusa, può anch'essa risultare vettore di leptospirosi negli ambienti ripariali dove rilascia abitualmente le urine (cfr. Twigg, 1973).

In generale nei bioclimi mediterranei (Amori et al., 1986) il rischio di insediamento murino viene magnificato dall'aridità del clima combinata alla presenza di corpi d'acqua che aumentano la disponibilità trofica, la quale, agevolata dalla presenza di rifugi situati presso le fonti alimentari, crea le condizioni ideali per l'esplosione del processo infestativo; va tuttavia fatto notare che la variabile bioclimatica può condizionare primariamente la situazione ambientale complessiva, ma nell'ambiente urbanizzato essa può divenire secondaria a causa della maggiore omogeneità dei microclimi che si stabiliscono negli ambienti antropizzati, nei quali peraltro spesso vengono ad innestarsi situazioni di marginalizzazione spaziale e sociale.

E' necessario partire da alcune constatazioni generali da cui poter trarre delle logiche conseguenze al fine di effettuare una efficace prevenzione del rischio murino nelle città, rappresentato dalle seguenti specie (Pacilli & Cristaldi, 1985):

- Topo domestico (*Mus domesticus*), specie commensale adattatasi nelle città mediterranee, dove spesso conduce vita libera, alle aree verdi e ripariali; in qualità di

infestante recentemente è conclamata la colonizzazione delle intercapedini delle moderne strutture prefabbricate attraverso le quali colonizza interi edifici;

- Surmolotto o Ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*), specie alloctona insediatasi in Europa almeno dal Medio Evo, la cui espansione è stata favorita proprio dal cambiamento delle infrastrutture urbane (Cristaldi et al., 1982), in quanto perfettamente adattata agli ambienti umidi malsani ed agli obsoleti ambienti fognari;

- Ratto nero o Ratto dei tetti (*Rattus rattus*), specie che conduce vita libera negli ambienti mediterranei, le cui popolazioni, come risposta adattativa, assumono colorazioni dorso-ventrali più chiare e contrastanti che in quelle centro-nord europee; infestante secondario dell'ambiente costruito, in quanto si insedia abitualmente negli arborati, mentre è sempre più raramente commensale nelle soffitte, a causa della diversa modalità di costruzione degli edifici urbani, oggi abitualmente terrazzati;

- Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), specie murina prettamente adattata alle aree verdi ed agricole assieme ad altri Roditori, quali le arvicole; raramente infestante in ambiente strettamente urbano.

Anzitutto va premesso che le infestazioni murine rappresentano un epifenomeno conseguente al fenomeno principale del degrado ambientale, che è condizionato da un insieme di fattori ecologici, socio-economici e politici (Cristaldi, 1988), i quali determinano problemi molteplici che riguardano la nettezza urbana, la gestione delle costruzioni e delle fognature, la creazione di situazioni di marginalizzazione e, non ultima quindi, la corretta destinazione dei pubblici investimenti.

La seconda constatazione, più specifica, riguarda la costruzione di ambienti chiusi nei contesti antropizzati (il mito platonico della "caverna" rievocato da Stefanelli nel 1995 in riferimento alla evoluzione culturale umana), che porta alla riduzione drastica della presenza di predatori specializzati (Carnivori, Insettivori, Uccelli rapaci, Serpenti), che in ambienti naturali costituiscono il più efficace fattore di controllo delle popolazioni di Roditori e che vengono solo in parte sostituiti nella loro funzione ecologica da animali domestici e dallo stesso uomo (Ieradi & Cristaldi, 1995).

Inoltre va tenuto conto del modello di sviluppo edilizio urbano, cioè la tipologia predominante delle città rispetto al degrado, come la presenza di aree portuali con quartieri ghetto e rovine belliche, la presenza di aree fluviali urbane, di quartieri della moderna speculazione edilizia, di antichi centri storici con cavità sotterranee, ovvero di una cattiva gestione dei rifiuti solidi. In alcune grandi città, come Napoli, Palermo, Roma, numerosi di tali fattori possono interagire; in altre città a tipologia peculiare, come Venezia, la presenza di canali e fondazioni sommerse possono ulteriormente complicare la gestione dei fenomeni infestativi.

La successiva constatazione si rivolge alla cosiddetta massificazione, cioè al ruolo sociale che le città stanno assumendo come luogo di concentrazione dei servizi, ruolo che non sta affatto isolando gli altri ambienti antropizzati (per intenderci i "paesi"), ma anzi li sta coinvolgendo in una enorme e diffusa macchina erogatrice di servizi: è quello che, con una terminologia un po' generica e avveniristica, ma efficace, viene definito da McLearn "il villaggio globale", collegato virtualmente da reti informatiche. Questa struttura urbana ad elevato dispendio energetico (Odum, 1988), mentre da un lato tende

a far concentrare nel suo ambito un sempre maggior numero di persone, dall'altro tende a creare ambienti sempre più banali e perciò strettamente omologabili tra loro, in cui la "naturalità ambientale" è sempre meno diffusa, con un crescendo che va dalle aree residenziali ai ghetti di marginalità collocati sovente in aree seminaturali periferiche. Ne consegue che le specie adattate a questi ambienti impoveriti sono sempre di meno, adattativamente generaliste e occasionalmente "opportuniste" (Cristaldi & Ieradi, 1993; Cignini & Zapparoli, 1995; Ieradi & Cristaldi, 1995); un abbassamento estremo quindi della diversità, intesa con Contoli (1992) come valido indicatore ecologico e, più globalmente, come valore intrinseco nell'ambito della scienza della complessità: se "un lieve stress innalza la diversità, mentre uno più energico l'abbassa fino a ridurla al minimo", se ne può dedurre che l'"ecosistema urbano", caratterizzato da stress energici e continui, dissipa continuamente energia e spreca valore.

Se consideriamo le sole specie animali vertebrate inserite e pienamente adattate nell'ecosistema urbano del costruito (escludendo quindi gli animali dei giardini e più in generale delle aree verdi), constatiamo la loro estrema povertà numerica: l'Uomo (*Homo sapiens*), le forme domestiche di Cane (*Canis lupus*) e di Gatto (*Felis silvestris*), che costituiscono al loro interno un universo di diversità morfologica creata artificialmente; poi altri animali d'affezione tenuti in stato di domesticità (pesci rossi e d'acquario, tartarughe, uccelli da voliera, criceti, scoiattoli striati, topolini, ecc.), inoltre specie domestiche naturalizzate come il Piccione domestico (*Columba livia*) e infine altri occasionali commensali selvatici (Mourier & Winding, 1979), quali gecki (*Hemidactylus turcicus* e *Tarentula mauritanica*), passeri (essenzialmente *Passer domesticus*), rondini (essenzialmente *Delichon urbica* e *Hirundo rustica*), Rondone (*Apus apus*), gabbiani (essenzialmente *Larus cachinnans*), Strigiformi (essenzialmente *Athene noctua* e *Tyto alba*), Chirotteri (essenzialmente *Pipistrellus pipistrellus* e *Eptesicus serotinus*) e Roditori Murini (essenzialmente *M. domesticus* e *R. norvegicus*).

Come ci mostra un'ampia letteratura sugli animali d'affezione, gli animali del contesto antropizzato cittadino costituiscono parte integrante dell'immaginario naturalistico dell'uomo urbanizzato, ai quali paradossalmente l'ideologia "animalista" tende a conferire uno stato paritetico a quello dovuto alla fauna selvatica meritevole di tutela (cfr. Pratesi, 1975): si arriva così all'estremo che la forma a vita libera di Ratto delle chiavi (R. *norvegicus*) sia l'animale selvatico maggiormente tutelato negli esperimenti di laboratorio in Italia, in base al Decreto Legge n°116/92 che recepisce la Direttiva CEE n°609/86 (Cristaldi & Tommasi, 1992; Cristaldi, 1993).

Ai suddetti Vertebrati ne vanno aggiunti altri conducenti vita libera più caratteristici delle aree verdi (Teleostei d'acqua dolce, Anfibi Anuri, lucertole, Colubridi, Passeriformi, Anatidi, Rapaci diurni e notturni, pollame e Ungulati domestici, cani e gatti randagi, conigli, altri piccoli e medi mammiferi Insettivori Carnivori e Roditori con costumi generalmente criptici, ecc.); gran parte di questi viene foraggiata per intervento più o meno diretto dell'uomo con alimenti non sempre facenti parte integrante della dieta umana, ma a volte riservati specificamente ad essi. Dalla risultante rete alimentare derivano prodotti di escrezione, di rifiuto e di scarto che si vanno ad aggiungere ai prodotti consimili dell'onnivoro uomo, dei quali contribuiscono ad aumentare e

diversificare la già elevata potenzialità trofica, soprattutto a livello del terreno e delle acque interne. Su queste risorse si innestano diversi Artropodi infestanti, i Roditori Murini (topi e ratti) ed altri occasionali commensali, quali volpi, Corvidi, uccelli rapaci, merli, passerì, gabbiani. Ne consegue un universo animale ristretto e "semiartificiale", che popola gli ambienti antropizzati, sul quale si innesta gran parte di quella favolistica, da Charles Perrault a Walt Disney, che conferma la familiarità con questi animali nel contesto antropomorfo, ma che purtroppo costituisce lo stesso verosimile su cui si innesta l'immaginario aneddotico di tanta letteratura pseudoscientifica e/o divulgativa (cfr. Santoianni, 1993), costituendo in sintesi l'immaginario naturalistico dell'uomo urbanizzato.

Vengono con tali pretesti sottaciuti, e quindi lasciati agli addetti ai lavori, i rischi epidemiologici che le presenze animali, soprattutto di omeotermi (Uccelli e Mammiferi) e di Artropodi, comportano nel contesto antropizzato, come pure vengono ignorati i saperi che la più recente "cultura del degrado" sta apportando nel contesto antropico della cosiddetta "marginalità" (Ieradi et al., 1995). La prassi scientifica corretta parte invece dallo studio delle esperienze omologhe, eseguite attraverso rigorose prassi metodologiche che ne garantiscano la comparabilità e possibilmente l'universalità; è norma inoltre che il soggetto che effettua l'osservazione, cioè il ricercatore, non si vada a confondere con l'oggetto dell'osservazione stessa. Gli ambienti antropizzati, quindi, obbligatoriamente "contaminati" dai diversi apporti culturali (per intenderci schematicamente quello umanistico-aneddotico e quello scientifico-culturale), sono difficilmente leggibili in maniera univocamente "scientifica" e, ogni volta che si descrive un fenomeno non lo si può interpretare come assoluto, ma se ne devono discernere i diversi aspetti intrinseci, però senza perderne la visione globale (in definitiva, per intenderci con Heisenberg un "principio di indeterminazione generalizzato"!).

In tal modo, tornando all'argomento delle infestazioni murine nei termini della prassi scientifica più rigorosa, occorre prima evidenziarle, attendere che esse siano conclamate per poi adottare gli opportuni provvedimenti per il controllo. E' logico che tale approccio manchi di qualsiasi previsionalità e che in esso l'esperienza venga utilizzata solo a posteriori, cioè a fenomeno già avvenuto. In termini etologici tali "attività diversive" dal controllo preventivo possono essere più convenienti per il mercato della disinfezione, oggi essenzialmente a favore di monopoli della chimica e secondariamente di piccole imprese adibite alla posa in opera delle esche, ma non risulta in genere vantaggioso per l'interesse della collettività. Le non lievi controindicazioni riguardanti i fenomeni di resistenza murina agli anticoagulanti ed il problema dell'impatto sulle specie non bersaglio, possono solo aver aggravato, in concomitanza con impatti di altra origine (biocidi, caccia, xenobiotici, urbanizzazione), il vantaggio ecologico delle specie murine ai danni dei loro predatori naturali: nei nostri bioclimi essenzialmente i Carnivori *Felis silvestris* domestico e selvatico, *Mustela nivalis*, *M. putorius* e *Martes martes*, più simili ai Roditori, in quanto Mammiferi, nella risposta metabolica agli anticoagulanti; un effetto analogo può aver colpito specie di Roditori meritevoli di tutela, come i Gliridi, lo Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), il Ratto d'acqua (*Arvicola terrestris*), l'Istrice (*Hystrix*

cristata), in quanto il pabulum alimentare ed il biotopo di questi può in parte coincidere con quello dei Murini.

Per esercitare una effettiva prevenzione dei fenomeni infestativi necessiterebbe quindi, oltre alla conoscenza approfondita dei fenomeni (mai assoluta poiché trattasi comunque di fenomeni "naturali" ad indeterminazione elevata) ed alla elaborazione informatizzata dei dati (Ieradi et al., 1992), una buona dose di "fantasia del praticone" che permetta a colpo d'occhio di cogliere le premesse del fenomeno prima che esso sia conclamato. E' qui che si innesta il concetto induttivo di "infestabilità" (Ieradi & Cristaldi, 1995), che prescinde dalla conclamata emergenza del fenomeno, ma che invece parte dalle condizioni ambientali che "possono presumibilmente" costituire di per sé causa scatenante del fenomeno infestativo. Solo attraverso tale capacità previsionale, se qualificata ed unita al monitoraggio informatizzato del territorio (Ieradi et al., 1992), si può garantire una adeguata prevenzione del rischio murino e di tutte le conseguenze epidemiologiche legate alla presenza di vettori evolutivamente (in quanto Mammiferi) ed ecologicamente (in quanto stretti commensali) troppo vicini alla specie umana per non costituire un rischio epidemiologico effettivo.

Per esemplificare il concetto di infestabilità partirò quindi da due casi estremi tra i quali si possono inserire altre situazioni.

1) Infestabilità elevata, infestazione bassa. E' il caso riscontrabile in un "ambiente deserticolo urbano", rappresentato dai viadotti sopaelevati costruiti a Roma da un decennio (la cosiddetta "Tangenziale"); le condizioni di queste strutture, quasi prive di vegetazione tranne la scarsa ruderale (essenzialmente *Chenopodium album*, *Parietaria officinalis*, *Erigeron canadensis*, *Dactylis glomerata* e alcune Graminacee), consentono la presenza di intercapedini ricche di rifiuti polvere e ciarpame potenzialmente colonizzabili da *M. domesticus*; inoltre i microclimi, in base alle condizioni atmosferiche e per effetto dei materiali usati (cemento, metalli e plastiche), sono soggetti a forti sbalzi di temperatura; gli apporti trofici più consistenti sono forniti attraverso l'intenso traffico veicolare, che fa dell'uomo praticamente l'unica specie di vertebrato sempre ma fugacemente presente; infatti rumore, vibrazioni ed esalazioni gassose tendono ad escludere anche specie potenzialmente occasionali, quali le lucertole (*Podarcis sicula*), ovvero quelle ornitiche stanziali (e.g. i piccioni tra le più banali); l'apporto di frugali fonti di cibo trasportate dai pneumatici e dal lancio occasionale di rifiuti può anch'esso consentire la stanzialità di *M. domesticus*; l'apporto idrico è tuttavia basso ed incostante a causa della forte evaporazione; gli scarsi lavori in corso consentono una certa stabilità spaziale delle occasionali colonie murine. Quindi, pur se nell'insieme le fonti alimentari e le intercapedini create tra le opere cementizie e quelle di difesa meccanica ed acustica formino ambienti potenzialmente infestabili da *M. domesticus*, l'infestazione può avvenire solo eccezionalmente a causa delle condizioni microclimatiche negative (insolazione e gelo), del disturbo vibratorio, della scarsa disponibilità idrica, ma anche per condizioni spaziali negative, in quanto l'unica via d'accesso al viadotto è costituita dalle strade che partono dai giardini siti a livello del terreno.

2) Infestabilità bassa, infestazione elevata. E' il caso, esposto dall'Autore e dal dott. R. De Angelis del Dip. Studi Glotto-antropologici dell'Univ. "La Sapienza" alle

competenti Autorità Sanitarie della U.S.L. RM/B con lettera del 27/7/1995, riguardante l'area situata tra la via Casilina e l'aeroporto in disuso di Centocelle, nella quale vivono da circa due anni tre distinte comunità composte da 38 gruppi familiari di Rom Khorakhanè provenienti dalle zone di guerra della Bosnia-Erzegovina per un numero complessivo di 850 presenze, da 25 gruppi familiari di Rom Sinti provenienti dalla Romania per un numero complessivo di 100 presenze, da un centinaio di uomini soli provenienti dal Maghreb. La particolare situazione ambientale in cui si trovano tali comunità in stato di forte marginalità, in concomitanza con la stagione calda, determina nell'area un livello di infestazione murina che presenta punte elevatissime e di eccezionale gravità. Anche in apparente assenza di corpi d'acqua (condizione che dovrebbe sfavorire l'infestabilità), la colonia murina di più cospicue dimensioni è costituita proprio da Ratto delle chiaviche (*R. norvegicus*); i complessi di nidificazione, evidenziabili dai numerosissimi accessi ai cunicoli ed alle camere nido sotterranee, sono situati a pieno campo, laddove il terreno è più friabile, spesso protetti da strati di rifiuti e da ciarpame, nonché nel terreno situato sotto le basse palafitte su cui sono impiantate le baracche in legno. Il legno delle baracche viene rosicchiato abitualmente dai roditori a partire dalle ore del crepuscolo e tale azione prosegue rumorosamente per tutta la notte. In tal modo i ratti espletano la loro tipica funzione masticatoria che agevola l'erosione degli incisivi e nel contempo consente ad essi di creare e migliorare gli accessi verso gli interni, nei quali scorrazzano liberamente durante le ore notturne, percorrendo le strutture ed i corpi delle persone ivi coricate, imbrattando con feci ed urine le suppellettili, i vestiti e la cute degli esposti. In queste occasioni avvengono la maggior parte delle graffiature e morsicature: solo nei casi più gravi viene fatto ricorso al pronto soccorso ospedaliero. Va fatto notare che i soggetti più esposti sono i bambini, a causa del sonno profondo che li caratterizza e che non consente loro una necessaria vigilanza dissuasiva nei confronti dei roditori. Il rischio di insorgenza di focolai epidemici è altresì amplificato da cumuli di rifiuti abbandonati da ignoti, da spargimento a pieno campo di ciarpame e materiali vari, da abitudini che si innestano come palliativi sugli effetti dell'infestazione (e.g.: i rifiuti alimentari vengono gettati immediatamente all'esterno delle abitazioni come esca, affinché i roditori non tendano a penetrare negli interni). In tale situazione, concomitante con la stagione calda ed a causa dello scarso apporto di acqua da bere e per i servizi, possono trovare facile diffusione soprattutto le malattie trasmesse più o meno direttamente da roditori infestanti (leishmaniosi, toxoplasmosi, imenolepiasi, micosi varie, salmonellosi, leptospirosi, morbo di Lyme, erisipela, febbre da morso di ratto, rickettsiosi varie, febbri emorragiche virali, meningite virale, ecc.) e da Artropodi vettori (ditteri, pulci, pidocchi, acari e zecche) tipici delle aree antropizzate sottoposte a degrado (cfr. Scirocchi, 1988). Nella situazione di emergenza contro il fenomeno infestativo in atto è d'obbligo consigliare (cfr. Myllymaki, 1987) un intervento di tipo drastico ("German model"), rispettando una opportuna sequenza (cfr. Santini et al., 1985) da attuare nei tempi più rapidi: 1) sincrono spostamento degli insediamenti umani da tutta l'area; 2) recinzione e controllo dell'area da disinfestare; 3) disinfestazione tramite veleni a dose unica da disporre in apposite cassette selettive della specie bersaglio; 4) raccolta di carcasse per le opportune analisi; 5) disinfezione sul terreno; 6) accatastamento dei rifiuti

mediante ruspe; 7) rimozione dei rifiuti ed invio a discariche speciali; 8) nuova disinfezione dell'area; 9) ripristino dell'area in tempi medi, adeguandola con i servizi necessari (prefabbricati abitabili, roulotte integre, bocche d'acqua, cassonetti, presidio medico-sanitario, presenza di vigili urbani); 10) interventi di controllo e manutenzione periodica.

Risulta chiaro tuttavia che, in casi come questo, l'aspetto tecnico degli interventi antimurini diviene secondario rispetto al contesto antropico, di più difficile gestione e organizzazione, riguardante essenzialmente: 1) la portata di uomini e mezzi necessari ad interventi rapidi; 2) l'adeguata competenza del personale; 3) la pianificazione ed il coordinamento consequenziale delle operazioni; 4) lo spostamento di comunità e suppellettili adeguatamente concertato con gli interessati attraverso l'intermediazione di esperti delle problematiche antropologico-culturali coinvolte; 5) orientamento degli interventi nel rispetto dell'identità culturale delle etnie e non banale pretesto per l'eradicazione degli insediamenti umani, la quale, se attuata drasticamente, comporterebbe spostamenti del problema in altri luoghi e situazioni imprevedibili; 6) tutela del diritto all'igiene ed alla cittadinanza sociale, anche come tutela preventiva dal rischio epidemiologico per tutta la cittadinanza.

In sintesi ed a livello pratico negli ambienti urbani è l'elemento antropico che guida l'"infestabilità" delle strutture con la creazione di fonti alimentari e di rifugi su cui si innesta puranche la variabile bioclimatica. Le fonti alimentari per i roditori sono costituite dai rifiuti di origine alimentare, dalle cibarie disperse, dai resti edibili delle deiezioni e dall'effetto fertilizzante complessivo del materiale organico, che comporta la formazione di organismi saprobi spesso edibili per i roditori. I rifugi sono costituiti dagli accumuli di materiali inerti o misti che permettano la nidificazione o il riparo, nonché dai corpi d'acqua malsani, i quali, oltre che come nicchia spaziale e trofica, costituiscano la condizione per escludere specie concorrenti meno adattabili: l'esempio più interessante nei bioclimi mediterranei è dato dal Ratto d'acqua (*Arvicola terrestris*), che si adatta solo ad ambienti acquatici non inquinati e quindi non tende a divenire specie sinantropa; è pertanto il Surmolotto che tende a sostituirla ecologicamente negli ambienti antropizzati (Amori et al., 1984). Rifugi di origine antropica sono i cosiddetti ambienti marginali che si creano in luoghi non soggetti a manutenzione ed in microambienti scarsamente esplorabili (fognature, costruzioni sommerse, gallerie dei servizi, intercapedini e coibentazioni, cespugliati tappezzati da rifiuti, accumuli di materiali, edifici in costruzione e/o abbandonati, ecc.).

L'epifenomeno infestativo, nell'ambito del fenomeno globale del degrado, va dunque sottoposto a controllo, monitoraggio e reso suscettibile di previsionalità: in termini gestionali occorrerebbe istituire una rete di controllo complessivo delle popolazioni di Roditori negli ambienti antropizzati, fornendo protocolli standardizzati che permettano di facilitare il confronto di parametri di interesse biocenotico, ecotossicologico e radioecologico, mutagenetico, teratologico, infettivologico e biochimico (e.g. per valutare l'efficacia effettiva dei principi disinfestanti e l'effetto del loro indiscriminato uso sulle specie non bersaglio), ai fini della prevenzione generale del rischio territoriale e della valutazione degli impatti ambientali (Cristaldi et al., 1986; Cristaldi, 1988; Ieradi et

al., 1992; Ieradi, 1993). Pertanto occorre affiancare agli operatori ecologici e sanitari quadri di qualificazione intermedia e superiore (biologi e naturalisti esperti di organismi infestanti, ingegneri sanitari e edili, medici dell'uomo e veterinari sia epidemiologi che infettivologi, antropologi culturali e sociologi, informatici), con compiti diretti di consulenza, addestramento e aggiornamento da effettuare soprattutto nel contesto della prassi operativa. Ciò consentirebbe investimenti nella creazione di consulenze per la prevenzione delle infestazioni, nella creazione nell'ambito delle strutture di controllo pubbliche di reti informatizzate dei dati, nella qualificazione degli interventi di disinfestazione con il sistema della licenza ufficialmente riconosciuta, negli interventi concertati su aree di pertinenza pubblica, di competenza dell'azienda pubblica, e di pertinenza privata, con competenza riservata a ditte private. In tal modo la struttura pubblica, di concerto con gli altri centri operativi municipali, potrebbe garantire il controllo e l'incentivazione guidata dell'attività privata, riservando alle sole ditte qualificate tutto l'intervento presso i privati, in cambio dell'informazione tecnica sugli interventi effettuati. In tal senso la riconversione del settore dovrebbe passare anche attraverso la cancellazione delle pretestuose suddivisioni funzionali tra servizi ecologici e servizi sanitari. Questo dovrebbe essere il compito che si prefigge una corretta politica degli investimenti e dell'occupazione basata, ai diversi livelli funzionali di qualificazione, sull'intervento ambientale e sulla prevenzione del rischio nel territorio e nell'ambiente di lavoro.

Bibliografia

- Amori G., 1993. Italian insectivores and rodents: extinctions and current status. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, XXI: 115-134.
- Amori G., Cristaldi M. & Contoli L., 1986. Sui Roditori (Gliridae, Arvicolidae, Muridae) dell'Italia peninsulare ed insulare in rapporto all'ambiente bioclimatico mediterraneo. *Animalia*, Catania, 11 (1984): 217-269.
- Cignini B. & Zapparoli M., 1985. La fauna dei vertebrati terrestri della città di Roma. In: *L'ecosistema Roma* (a cura di Cignini B., Massari G. & Pignatti S.). Fratelli Palombi Editori, Roma.
- Contoli L., 1992. Diversità e complessità ecologica in relazione alla qualità ambientale. *S.IT.E. Atti*, 14: 11-21.
- Cristaldi M., 1988. Ricerche sulla fauna tiberina effettuate in chiave applicativa per interventi sul territorio urbano. In: *La protezione ambientale e la funzione del naturalista* (Malaroda R., Ed.). *Atti Conv. A.I.N. (Roma, 18.10.1986)*: 197-206.
- Cristaldi M., 1993. Intervento. In: *Programma per la diffusione della cultura scientifica: sperimentazione animale* (Roma, 2.6.1995). *Fac. Scienze Mat. Fis. Nat., Univ. Roma "La Sapienza"*: 54-56.

- Cristaldi M., Di Rienzo A. & Giombi D., 1982. Aspetti igienico-sanitari della relazione tra infrastrutture urbane e roditori infestanti. *Acqua-Aria*, 7: 743-747.
- Cristaldi M. & Ieradi L.A., 1993. Rodent infestation in urban environment. In: Perception and evaluation of urban environment quality. Proc. Int. Symp. MAB Unesco Project 11 (Bonnes M., Ed.): 337-348.
- Cristaldi M., Ieradi L.A., Paradisi S. & Tommasi M., 1986. Rodents as biological indicators of environmental impact. In: Proc. Second Symp. on Recent Advances in Rodent Control (Kuwait Sheraton, 2-6.2.1986). State of Kuwait, Min. Public Health (Helmy Mohammad A.H., Zaghoul T.M., Salit A.M. & Zakaria M., Eds.): 93-105.
- Cristaldi M. & Tommasi M., 1992. Ridurre l'importanza dei bioindicatori? In: Valutazione di Impatto Ambientale: situazione e prospettive in Europa. Conv. Internaz. AIN, FEPE, S.R.A. (Genova, 16-18.5.1991): II 329 - II 333.
- Ieradi L.A., 1993. Roditori infestanti: fattori di rischio e indicatori ambientali. *Biologia Oggi*, VII (1): 33-40.
- Ieradi L.A., Baldari E. & Costa G., 1992. Un sistema di monitoraggio ambientale: le infestazioni murine in ambiente urbano. *S.I.T.E Atti*, 15: 811-817.
- Ieradi L.A. & Cristaldi M., 1995. Infestazioni da ratti e topi. In: *L'ecosistema Roma* (a cura di Cignini B., Massari G. & Pignatti S.). Fratelli Palombi Editori, Roma.
- Ieradi L.A., Cristaldi M., Amaddeo D., Lillini E. & Nuti M., 1992. Wild Rodents of Pontine Islands as bioindicators of environmental quality. *Hystrix* (n.s.), 4: 41-49.
- Ieradi L.A., Cristaldi M. & de Angelis R., 1995. Rodent pest management in urban areas: biological and anthropological aspects. *Rodents & Spatium*, Vth Int. Conf. (Rabat, 20-24.3.1995): 86.
- Myllymaki A., 1987. Control of rodent problems by the use of rodenticides: rationale and constraints. *Tropical Pest Manag.*, 32 (suppl. n°1): 55-64.
- Mourier H. & Winding O., 1979. Guide des petits animaux sauvages des nos maisons et jardins. Delachaux et Niestlé Eds., Neuchâtel et Paris: 224 pp.
- Odum E.P., 1988. *Basi di ecologia*. Ed. Piccin, Padova: 544 pp.
- Pacilli A.M. & Cristaldi M., 1985. I Roditori dell'area tiberina: biologia e metodi di lotta. In: *Le infestazioni murine* (Cristaldi M., coord resp.). Comune di Roma, Uff. Speciale Tevere e Litorale & Dip B.A.U., Univ. Roma "La Sapienza": 15-27.
- Pratesi F., 1975. *Clandestini in città*. A. Mondadori Editore.
- Santini L., Crovetto A., Malfatti P. & Chesi F., 1985. Contributi al controllo di roditori nocivi alle aree urbane e suburbane. In: *bonifica delle discariche di rifiuti solidi da Rattus norvegicus Berk.* (Rodentia, Muridae). *Redia*, 58: 523-570.
- Santoanni F., 1993. *Topi*. Giunti Gruppo Ed., Firenze: 169 pp.

- Scirocchi A., 1988. Guida alla disinfestazione. Casa Editrice Scientifica Internazionale: 292 pp.
- Stefanelli A., 1995. Introduzione. La posizione dell'Uomo nella Natura. Acc. Naz. Lincei (XXI Semin. sulla Evoluz. Biologica, Roma), Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare "B. Segre", 90: 5-16.
- Twigg G., 1973. Rat-borne leptospirosis in wildlife and on the farm. Mammal Rev., 3 (2): 37-42.

I RODITORI INFESTANTI LE AREE RURALI

Luciano Santini

Università degli Studi di Pisa, Dipartimento C.D.S.L., Sezione di Entomologia Agraria

Premessa

Nel contesto del discorso che si intende sviluppare in questa occasione, per "area rurale" si intende un'area più o meno ampia nell'ambito della quale si esercita attività agricola nel senso più ampio dell'espressione.

Essa può ben identificarsi con un'unica realtà aziendale che prendiamo, appunto, come esempio perché ci consente bene di sviluppare alcune considerazioni sulla problematica in oggetto.

Tale realtà aziendale può, infatti, essere suddivisa in due parti tra loro strettamente interconnesse:

A) L'insediamento rurale, cioè un'area ben circoscritta in cui si concentra la maggior parte degli edifici collegati con la suddetta attività agricola. Si tratta di strutture adibite sia a civile abitazione sia ad altre specifiche funzioni quali magazzini, officine per macchine agricole, ricoveri per animali in allevamento zootecnico, silos, fienili. In questo contesto possono anche essere comprese serre per colture protette, orti con piccoli frutteti, un giardino o un parco con piante di alto fusto.

B) L'insieme dei campi coltivati, che di norma si estendono tutto intorno all'insediamento rurale o, comunque, in sua più o meno stretta adiacenza.

In un'area rurale così definita spesso si realizzano condizioni ambientali simili per molti aspetti a quelle che si possono riscontrare in molte periferie urbane che si affaccia no sui campi coltivati. Tanto che alcune delle considerazioni e delle valutazioni che saranno fatte per l'area rurale potrebbero in certi casi essere estese anche a questi ultimi contesti.

Ciononostante i problemi da roditori che possono affliggere un'area rurale sono molto più vari e in parte nettamente diversi da quelli riscontrabili abitualmente negli insediamenti urbani e/o industriali. In realtà nell'area rurale troviamo in attività tutte e tre le specie murine presenti nelle zone urbane, insieme a diverse altre specie, definibili "selvatiche", che appartengono ad altre famiglie di Roditori (Arvicolidi, Gliridi), con costumi di vita e *desiderata* ecologici profondamente diversi da quelli delle precedenti e, come tali, in grado di produrre problemi del tutto speciali, non certo risolvibili, come talvolta si lascia credere, con le tecniche, i materiali e le strategie che abitualmente si impiegano per il primo gruppo. Nell'insieme del contesto rurale i problemi derivanti da Roditori possono comunque rispondere ad una delle tre seguenti tipologie:

1) Problemi che riguardano esclusivamente colture in pieno campo;

2) Problemi che inizialmente nascono nell'insediamento rurale, ad opera delle solite specie murine antropofile, ma che poi tendono a coinvolgere anche le colture dei campi adiacenti;

3) Problemi che nascono nell'insediamento rurale, ma che sono sostenuti da specie abitualmente selvatiche.

Di ciascuna di queste tre categorie sarà qui di seguito illustrato un esempio, comunque riferibile ad alcune delle problematiche più sofferte sull'intero territorio nazionale e in genere male affrontate e irrisolte.

Il caso dell'arvicola del Savi

Per quanto riguarda strettamente il campo aperto esiste un grave problema per la frutticoltura nazionale, sia al Sud, nell'ambito di tutti i più importanti comprensori agrumicoli, sia al Centro-Nord, nell'ambito, soprattutto, degli impianti di melo. Esso è dovuto all'arvicola del Savi (*Microtus savii*), un arvicolide che, erodendone estesamente l'apparato radicale e decorticandone la zona del colletto, può portare a morte piante in stadio più o meno avanzato di produzione. La specie, come tutte le altre della stessa famiglia, è caratterizzata da costumi di vita prevalentemente ipogei. Distribuita ampiamente in tutta la penisola e in Sicilia, essa ha trovato particolare favore al suo successo biologico in alcune sostanziali innovazioni agronomiche realizzate in tempi recenti, quali la sostituzione dell'irrigazione per scorrimento superficiale con l'aspersione sopra chioma o con quella "a goccia", e la pratica dell'inerbimento permanente che esclude comunque lavorazioni profonde del suolo. Oltre a ciò, lo strepitoso successo della specie è da attribuirsi anche a certe sue peculiarità biologiche e comportamentali, quali parti molto ravvicinati e in pressoché tutto l'arco delle stagioni, attive cure parentali ed un rapidissimo accrescimento della prole. Ciononostante ancora oggi, purtroppo, non esiste altra possibilità di abbattere in tempi relativamente brevi e di contenere entro limiti tollerabili le sue popolazioni se non ricorrendo all'impiego di esche tossiche.

La specie risulta in realtà ancora molto sensibile a principi attivi anticoagulanti di prima generazione, gli unici di cui è ragionevole proporre per il momento un impiego in pieno campo, in considerazione di una loro discreta selettività tossicologica. Ma il problema vero, perché interventi di questo tipo risultino veramente efficaci e senza sostanziali pericoli per altre specie animali, è quello di offrire all'arvicola, nel momento e nel modo più opportuno, un'esca che sia veramente competitiva con quanto dalla stessa abitualmente assunto.

A questo proposito purtroppo va detto che, tenuto conto dei costumi strettamente vegetariani della specie, risultano inidonee per questo specifico uso la maggior parte delle formulazioni rodenticide disponibili attualmente sul mercato.

Resta pertanto l'opportunità di preparare, volta a volta, un'esca estemporanea. Ottima per questo uso, perché molto appetibile, serbevole e bene impregnabile dal principio attivo è la cariosside intera di grano tenero. Con essa si può preparare rapidamente una valida esca tossica, con semplice aggiunta di un concentrato oleoso di Chlorophacinone

(0.0025 %), secondo le proporzioni indicate dalla ditta distributrice, che consentono di ottenere un'esca finita allo 0.005 % in principio attivo.

Altrettanto determinante, perchè possa realizzarsi un intervento razionale ed efficace, è la tecnica di distribuzione dell'esca tossica. Nel caso particolare questa non deve essere distribuita sull'intera superficie infestata, ma collocata solo nell'imbuco delle tane ipogee dell'arvicola. Ciò favorisce notevolmente l'assunzione del tossico da parte della specie che è oggetto di trattamento ed evita nel contempo che ad esso possano accedere molti altri piccoli vertebrati che frequentano il medesimo biotopo.

Il lento insorgere dei sintomi di intossicazione e il ritardato sopravvento dell'esito letale comporta, poi, che le arvicole finiscano per morire nelle loro camere-nido ipogee, scongiurando così il pericolo di possibili intossicazioni secondarie.

Il caso del ratto grigio

Come esempio dei problemi del secondo tipo, quelli che inizialmente nascono nell'insediamento rurale e che poi si estendono alle colture attuate nei campi adiacenti, si ritiene oltremodo esplicativo quello del Ratto grigio (*Rattus norvegicus*) nelle colture di mais.

E' comunemente ben noto che l'insorgere di una infestazione di questa specie nell'ambito di un'area rurale è un fatto piuttosto frequente, quasi sempre dovuto ad un insieme di condizioni predisponenti che l'agricoltore stesso lascia insorgere per incuria e per scarsa razionalità nell'operare.

Sfugge invece a tutti il fatto che la stessa infestazione, se non tempestivamente controllata, può finire per coinvolgere direttamente e stabilmente anche alcune colture attuate nei campi contigui.

Nel contesto del nostro territorio nazionale questo discorso di norma riguarda solo le aree pianeggianti o di fondo valle irrigue ove, in virtù di una efficiente sistemazione idraulica, oggi si attua abitualmente la monosuccessione di mais, il cui prodotto, finchè resta sul campo, rappresenta per il ratto grigio un richiamo irresistibile ed una fonte di cibo abbondante e ad elevato tenore nutritivo.¹

Questa specie, infatti, a partire da nuclei di insediamento preesistenti in aree rurali (o in periferie urbane) adiacenti, e attratta dall'abbondanza di prodotto più o meno maturo sul campo, tende inizialmente a raggiungerlo e ad usufruirne con una sorta di pendolarismo, percorrendo nottetempo, in andata e in ritorno, anche per notevoli distanze, le sponde di canali, fossi o strade che si interpongono.

Successivamente, con il procedere della monosuccessione, si vengono a costituire insediamenti stabili in loco, nelle sponde erbose dei fossi immediatamente adiacenti ai

¹ In tali casi la monosuccessione, avvalendosi di moderni mezzi colturali, teoricamente potrebbe prevedere un suo indefinito ripetersi, anno dopo anno, nel medesimo appezzamento. Di fatto, oltre un certo limite, questa vede preclusa tale possibilità da tutta una serie di organismi infestanti o parassiti, vegetali ed animali che essa progressivamente si associano e, in un modo o nell'altro, ne riducono in misura crescente la produttività. Il ratto grigio è, appunto, uno di questi organismi.

campi coltivati. Di qui l'instaurarsi di popolazioni che non si spostano più perché trovano nelle successive fasi fenologiche della coltura e nelle moderne pratiche colturali ad esse riservate una garanzia trofica per massima parte dell'anno (vedi Fig.1 e relativa didascalia).

In ogni caso, in occasione di intervalli più o meno brevi in cui la monocoltura può non offrire qualche sostentamento, questo ratto si dedica ad una attiva predazione a carico di invertebrati (Anellidi, Molluschi Gasteropodi, Isopodi, Miriapodi e Insetti) e piccoli vertebrati (Micromammiferi Insettivori e Roditori Muridi e Arvicolidi) che con lui colonizzano le sponde erbose e/o cespugliate dei fossati che suddividono e circoscrivono gli appezzamenti della coltura.

Ne deriva in definitiva che in tali contesti la popolazione murina di norma si mantiene a livelli piuttosto elevati, con tendenza a reinvadere l'insediamento rurale limitrofo dal quale era provenuto il suo nucleo originario.

Tenuto conto di tutto questo si può meglio comprendere come un intervento raticida nel contesto dell'insediamento rurale infestato può avere un senso e una ragionevole prospettiva di successo duraturo solo se, contemporaneamente o in rapida successione, si provvede anche ad un'opera di abbattimento delle popolazioni insediate nei campi limitrofi.

A sua volta questa necessità di operare anche sul campo coltivato, a rigore rende l'intervento relativo molto più delicato di quanto non sia nell'ambito dell'insediamento rurale. Infatti, se condotto in modo spiccio e spregiudicato, senza una oculata scelta dei materiali e di una opportuna tecnica di distribuzione, esso può solo comportare piccole catastrofi ecologiche locali, senza conseguire il risultato auspicato.

Da un lato, infatti, dovendosi intervenire in campo aperto, è lecito impiegare solo formulati rodenticidi che siano registrati come presidi sanitari. Dall'altro, dovendo tener conto delle abitudini alimentari speciali che le popolazioni selvagge possono acquisire, anche la scelta del materiale di base deve essere particolarmente ponderata, perché possa essere competitiva. L'obiettivo da perseguire a tutti i costi, infatti, deve essere quello di garantirsi una rapida assunzione di esca tossica da parte dei roditori, in modo tale da ridurre quanto più possibile la sua esposizione sul campo.

Ed ecco allora che, anche in questo caso, per tutta una serie di motivi riguardanti la formulazione, la natura fisica, la sicurezza e il tipo di registrazione, la maggior parte delle esche pronte all'uso del mercato non sono idonee per un impiego in questo specifico contesto.

Stando così le cose, qualora si debba ridurre le popolazioni di questa specie in campo aperto, non resta che avvalersi ancora una volta della cariossida di grano tenero trattata con Chorophacinone allo 0.005%.

Per quanto riguarda invece gli interventi da eseguire nell'ambito dell'insediamento rurale, che può essere considerato, con larga accezione, come estensione dell'area domestica e comunque uno di quegli ambiti per i quali il legislatore prevede una estensione d'uso dei presidi medico-chirurgici, si può ricorrere a molte delle formulazioni commerciali disponibili, purché contenenti un principio attivo ad azione anticoagulante e

cercando di evitare quelle evidentemente poco stabili e quelle caratterizzate da eccessiva eterogeneità del materiale commestibile di base.

Il caso del ghiro

Ad esemplificazione della terza tipologia di problemi da roditori, quelli che possono insorgere occasionalmente nell'insediamento rurale, ma che in realtà sono sostenuti da specie abitualmente conducenti vita selvatica, si cita il caso del Ghiro (*Glis glis*), quale infestante degli edifici.

Tenuto conto dei *desiderata* ecologici di questa specie, notoriamente legata ad una vegetazione di tipo forestale, casi del genere si possono verificare, ovviamente, solo laddove l'insediamento rurale comprende un parco arboreo più o meno esteso o è posto in stretta prossimità di un'area boscata a conifere e latifoglie.

Si tratta in genere di infestazioni minime (cioè supportate da pochi individui), molto più diffuse e frequenti di quanto si possa pensare e sempre esistenti, ma che negli ultimi anni, con il recupero abitativo di molti edifici rurali, come base per una attività agrituristica in rapida espansione, sono divenute più avvertite. In molti casi, anzi, costituiscono dei problemi economicamente concreti, nel senso di ostacolare o compromettere la recettività turistica degli edifici stessi.

In realtà accade che molti degli edifici utilizzati per attività agrituristiche e nei quali si presenta il problema del ghiro sono in genere vecchie costruzioni alle quali, di recente, è stata riconferita una dignità abitativa essenziale, nel rispetto, per quanto possibile, dei materiali e delle strutture originarie, che spesso sono uno degli elementi più apprezzati dal turista che sceglie questo tipo di vacanza.

In realtà queste strutture (in particolare quelle del tetto e del sottotetto), ancorché suggestive, quasi sempre non sono in grado di precludere l'accesso nei locali interni di abitazione al ghiro che, laddove le condizioni ambientali lo consentano, tende costantemente a colonizzare spazi interni di strutture varie, sfruttando, per accedervi, anche pertugi incredibilmente stretti, spesso non facilmente intuibili e rilevabili.

Questo impellente bisogno di infilarsi in qualche cavità di viene assillante e spasmodico soprattutto nell'imminenza dell'entrata in letargo, nel corso della seconda parte dell'autunno.

Esso è da ricollegarsi alla necessità di trovare, per questa fase biologica, delle cavità ben protette dalle intemperie, ove realizzare un nido-involucro soffice e ben termoregolato. In realtà, la condizione di letargo è, per questi roditori, una condizione di estrema crisi fisica, il superamento della quale dipende essenzialmente da una buona e equilibrata termoregolazione.

E qui viene fuori l'aspetto pratico, cioè la necessità di dare qualche utile consiglio per chi dovesse risolvere qualche problema del genere. Infatti, questa stessa necessità biologica, se da un lato sta alla base del comportamento infestante del ghiro, nello stesso tempo può essere utilmente sfruttata per limitare la sua invadenza, senza mettere in atto mezzi cruenti o letali, nel caso eticamente non accettabili.

Laddove non si riesca a realizzare perfettamente dei semplici provvedimenti di esclusione, che da soli potrebbero essere risolutivi, come mezzo "dolce" di intervento diretto a carattere preventivo, in stretta adiacenza dell'edificio da difendere, già a partire dal mese di settembre, si possono piazzare sui rami degli alberi più prossimi delle cassette-nido provviste di stracci di lana nel loro interno (Fig. 2A). Il ghiro le occupa con grande facilità, evitando nel contempo di cercare un altro rifugio nell'edificio adiacente. Esso, poi, può essere prelevato e trasferito altrove già a partire dalla seconda metà di novembre.

Durante la buona stagione le presenze indesiderate dentro i locali degli edifici presi di mira dai ghiri possono essere evitate utilizzando in modo opportuno dei semplici nidi-trappola che sfruttano, come le cassette-nido, la solita abitudine di questa specie ad occupare cavità cui si accede da uno stretto passaggio. Nel caso, la risortita è impedita da una piccola nassa applicata all'interno del foro di accesso (Fig. 2B). In realtà, possono servire al medesimo scopo ben poche delle trappole per roditori o per altri piccoli mammiferi che sono reperibili sul mercato nazionale e internazionale. Solo quelle che contengono il meccanismo di scatto nel loro interno possono dare un risultato utile. Tutte le altre, anche quelle molto sofisticate e costose, in genere vengono fatte scattare anzitempo dal ghiro che, prima di penetrarvi attraverso l'apposito accesso, le esplora a lungo esternamente fino ad urtarne accidentalmente il meccanismo di scatto.

Considerazioni conclusive

Per concludere si ritiene comunque opportuno richiamare l'attenzione sul fatto che è assurdo pensare di combattere i roditori in ambito rurale con gli stessi criteri e materiali cui oggi abitualmente si informano gli interventi fatti nelle aree urbane e suburbane.

Nel caso specifico, infatti, ci troviamo comunque di fronte ad un contesto biologicamente molto più diversificato, dove grande è anche la varietà di biotopi, ciascuno dei quali, se non altro, richiede una attenta, specifica valutazione preliminare e l'applicazione di una tecnica di intervento strettamente mirata.

Nell'ambiente rurale, poi, le diverse specie di roditori si trovano comunque di fronte ad una varietà di cibo molto maggiore di quanto possa offrire l'ambiente fortemente antropizzato. In esso, soprattutto, maggiore è la qualità e la naturalità delle sostanze commestibili (siano esse di natura vegetale che animale) di cui questi animali possono disporre stagionalmente. Questo fatto, in definitiva, comporta sempre, a priori, una minore competitività delle esche tossiche di cui si inten e fare uso.

E' innegabile, pertanto, che per poter operare in modo corretto e proficuo in un contesto così particolare, è opportuno acquisire anzitutto una esperienza specifica, al lume di corrette informazioni sulla biologia e il comportamento delle specie caso per caso coinvolte, su nuovi materiali, nuove tecniche e nuove strategie.

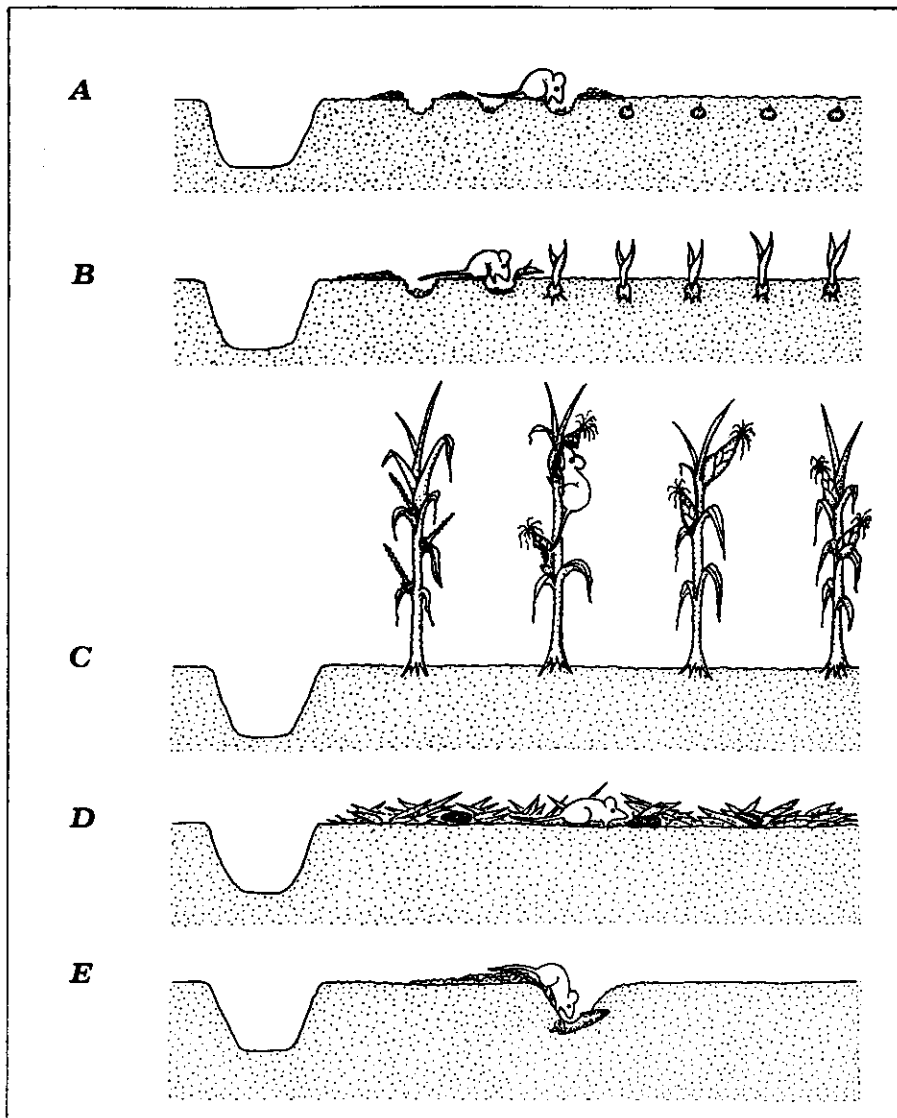


Figura 1. Disegno semischematico illustrante il sostegno trofico offerto in successivi periodi dell'anno al Ratto grigio (*Rattus norvegicus*) da una monosuccessione di mais. **A** e **B**: da aprile a giugno, dopo la semina primaverile, sono individuate e divorate le cariossidi progressivamente germinanti. **C**: da agosto a ottobre il ratto si nutre delle cariossidi prelevate direttamente dalle spighe in pianta, fin dalla loro maturazione latteocerosa. **D**: da novembre a febbraio è la grande quantità di spighe e di singole cariossidi finite al suolo insieme ai residui della mietitrebbiatura meccanica a sostenere in loco la specie. **E**: in marzo e in aprile residuano ancora spighe e cariossidi, seppur interrate dai lavori di preparazione del suolo per le nuove semine. Il ratto grigio riesce ugualmente ad individuarle sino a 20-30 cm di profondità e ad avvalersene come cibo.

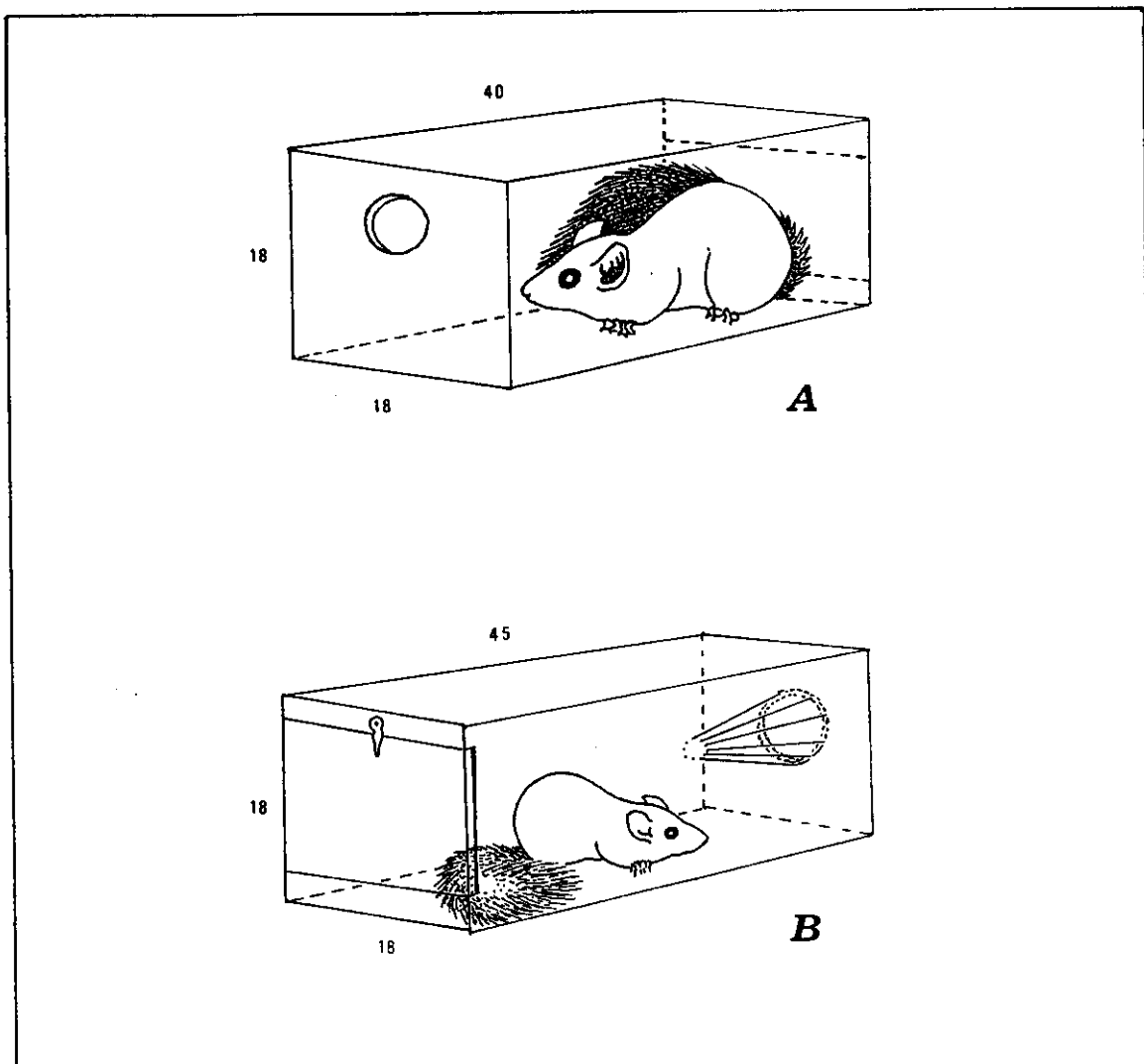


Figura 2. Disegno semischematico illustrante una cassetta-nido (A) e un nido-trappola (B), utili per prevenire o risolvere infestazioni da ghiro all'interno di edifici, in momenti diversi dell'anno. Si tratta in ogni caso di un semplice contenitore ligneo, provvisto su di un lato di un foro di accesso di 5 cm. di diametro e, sull'altro, di uno sportello per il prelievo degli esemplari. Nel caso del nido-trappola la risortita degli esemplari è impedita da una piccola nassa di acciaio applicata internamente, presso il foro di accesso.

SISTEMI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLE INFESTAZIONI MURINE: UNO STUDIO PILOTA IN AMBIENTE URBANO

Luisa Anna Ieradi

*Centro di Studio degli Acidi Nucleici, Dipartimento di Genetica e
Biologia Molecolare, Università degli Studi "La Sapienza", Roma*

Per analizzare la qualità dell'ambiente, è emersa attualmente una domanda sempre crescente di metodologie integrate di analisi di vari fattori (biologici, chimico-fisici, socio-economici, culturali e normativi), implicati nella gestione del territorio; ciò è espressione di un nuovo approccio ai problemi ambientali e di una nuova cultura ad indirizzo sistemico. Rispetto a tale domanda emergente, l'offerta è invece ancora indirizzata verso una netta separazione tra aree disciplinari e competenze diverse. Da questa premessa e dalla percezione dei limiti degli interventi di carattere settoriale nasce l'esigenza di affrontare il problema del controllo dei roditori infestanti, in particolare in ambiente urbano dove esso è più pressante, con un approccio interdisciplinare. Gli organi competenti tendono invece ad intervenire spesso in modo parziale e gli effetti degli interventi effettuati non sono pertanto di lunga durata, la più sofisticata metodologia di lotta non può infatti fornire da sola risultati duraturi se non è affiancata e completata da un controllo permanente del territorio.

Tra i Roditori, il surmolotto (*Rattus norvegicus*) e il topo domestico (*Mus domesticus*) e in misura minore il ratto dei tetti (*Rattus rattus*) sono le specie che più facilmente possono divenire infestanti nelle città, dove il loro insediamento rappresenta un fenomeno collegabile ad un più generale degrado dell'ambiente. Le linee di intervento dovrebbero pertanto essere orientate principalmente alla eliminazione delle cause inducenti il fenomeno e alla realizzazione di sistemi di monitoraggio in grado di leggere nel territorio, in parallelo, la presenza dei roditori e le condizioni ambientali complessive al fine di una reale prevenzione del fenomeno infestativo (1,2).

In ragione dei numerosi aspetti di ordine ecologico, igienico e socio-economico, coinvolti nel controllo di questi roditori, soprattutto nelle metropoli, è indispensabile affrontare il problema con un approccio multidisciplinare e realizzare di conseguenza un monitoraggio integrato del fenomeno che prelude alla successiva integrazione degli interventi di sanificazione.

In tale ottica è stata effettuata dal nostro gruppo di ricerca un'indagine sulle infestazioni murine nella città di Roma, lungo il corso del fiume Tevere, con l'obiettivo di analizzare le cause che determinano l'incremento delle popolazioni di Roditori e di studiare la possibilità di limitazione del fenomeno. Il metodo di lavoro utilizzato è stato articolato in: 1) avvistamenti diretti e indiretti (impronte, tane, escrementi, nidi, camminamenti, danni, etc) dei roditori murini sull'intera area di studio; 2) dettagliata descrizione delle condizioni ambientali complessive; 3) interviste ai cittadini residenti; 3)

raccolta degli interventi di derattizzazione e delle segnalazioni di infestazione pervenute agli uffici pubblici e alle principali ditte private competenti. Trasferendo i dati ottenuti sulle carte (1:10000) dell' Ufficio Speciale Nuovo Piano Regolatore del Comune di Roma è stata inoltre elaborata una carta tematica del rischio murino per i tratti periferico Nord, urbano e periferico sud del fiume (3,4). Nelle indagini relative alla qualità dell'ambiente le carte tematiche infatti, visualizzando i risultati in una forma immediatamente comprensibile sono particolarmente utili come strumento di conoscenza, di controllo e di pianificazione per gli interventi di risanamento del territorio (5).

Dallo studio è emerso chiaramente che il fenomeno è sostanzialmente riconducibile alle seguenti cause: inadeguate condizioni di smaltimento dei rifiuti, strutture fognarie in parte obsolete, scarsa manutenzione delle aree verdi, presenza di edifici fatiscenti e di costruzioni realizzate con criteri e materiali inadeguati, tendenza alla creazione di ambienti marginali infestabili generalmente in aree periferiche della città. Contemporaneamente è stata rilevata la fondamentale importanza delle opere di sanificazione e sono stati indicati una serie di interventi di base da eseguire, essenzialmente riconducibili al risanamento di: corsi d'acqua, fognature e passaggi sotterranei, sistema di smaltimento dei rifiuti, aree verdi, orti, giardini e aree incolte, fabbricati degradati (applicazione nelle costruzioni di criteri "rodent-proof"). E' stata anche individuata la necessità di indagare sulle relazioni tra situazioni di emarginazione sociale (barboni, zingari, vagabondi, ecc.) e fenomeni infestativi, di proteggere gli equilibri biocenotici con particolare attenzione ai predatori e controllare gli animali domestici, gli allevamenti e gli animali vaganti.

La totale assenza di coordinamento tra le campagne di derattizzazione pubbliche e private, rilevata nel corso dell'indagine, per le conseguenze negative che determina impone l'istituzione di un centro per la pianificazione e programmazione centralizzata degli interventi (6).

In alcune grandi città, già dalla fine degli anni '60, furono avviati programmi su larga scala per il controllo dei Roditori, caratterizzati dall'applicazione di metodi di disinfezione basati essenzialmente sull'uso di rodenticidi anticoagulanti, verso la fine degli anni '70 iniziarono a svilupparsi programmi di controllo basati anche su indagini preliminari come, ispezioni degli edifici e quantificazione dei danni, solo nell'ultimo decennio sono stati avviati programmi che prevedono anche il monitoraggio (7, 8, 9, 10).

Allo scopo di dare seguito ai presupposti emersi dall' indagine effettuata lungo il corso del fiume Tevere è stato stilato un progetto, mirato al controllo delle popolazioni murine nelle città di Roma, che si sviluppa essenzialmente in tre settori: indagine sul campo, informazione pubblica e interventi di risanamento. Il progetto è caratterizzato essenzialmente da un approccio al problema finalizzato alla prevenzione del fenomeno (1, 11, 12, 14). Uno degli obiettivi principali è stato quello di realizzare un sistema di monitoraggio e una mappa del fenomeno con sistemi informatici. La fase cognitiva si basa sullo studio del territorio ed è imperniata sulla quantificazione (livello alto, medio, basso) e descrizione delle infestazioni murine e delle condizioni ambientali.

Il metodo proposto per la definizione della mappa è finalizzato alla visualizzazione simultanea della localizzazione, distribuzione ed entità delle popolazioni murine.

Per verificare la fattibilità del metodo di controllo proposto per la città è stato ritenuto opportuno avviare uno studio pilota (15) in un quartiere della città. È stato scelto Trastevere poiché è al tempo stesso un centro commerciale, residenziale e di intensa vita notturna (più di 100 ristoranti, numerosi bar, night, ecc..) ed è quindi sufficientemente rappresentativo.

L'indagine, che si riferisce in particolare alle due principali specie commensali (*Rattus norvegicus* e *Mus domesticus*), è stata articolata secondo le linee guida del programma menzionato. I dati ottenuti dai sopralluoghi, interviste etc., organizzati in apposite schede (1), sono stati sintetizzati per essere gestiti da sistemi di archiviazione di dati informatici, rendendo possibile quindi la gestione di dati esistenti dispersi (non utilizzabili) e dati di acquisizione recente.

Per la realizzazione della mappa delle infestazioni nel quartiere come database è stato utilizzato il software applicativo SQL-Oracle (banca dati alfanumerica) che associa le informazioni ai simboli e lavora in parallelo con il GEODIS GX (banca dati cartografica) della Automap, che gestisce tutta la cartografia sia catastale che di origine aereofotogrammetrica del Centro Storico di Roma e che è internamente strutturato per associare data base alfanumerici ad oggetti cartografici (strade, piazze, isolati, aree fisiche, comunque confinate). Nella definizione della mappa, sono state associate a simboli le osservazioni di maggior rilievo (avvistamenti e tracce di roditori infestanti, segnalazioni, interventi di derattizzazione, interviste, presenza di rifiuti abbandonati, presenza di aree verdi). Dalla visualizzazione e dall'elaborazione statistica dei dati è emerso che l'inadeguata gestione dei rifiuti solidi urbani, la scarsa manutenzione delle strade, degli edifici e del verde e l'assenza di strutture Rodent-proof negli edifici e la mancanza di coordinamento degli interventi di bonifica sono i parametri che influenzano più significativamente l'insediamento e l'incremento delle popolazioni murine (16).

L'indagine ha consentito di conoscere il livello di infestazione presente nel quartiere e le sue cause immediate e di acquisire informazioni su i cambiamenti dell'ambiente fisico e sulla possibilità dell'insorgenza di nuovi focolai. È stata inoltre messa significativamente in evidenza la necessità di coordinamento degli interventi di bonifica ambientale e di derattizzazione da effettuare nelle aree esaminate.

Si deve ovviamente sottolineare che la mappa realizzata, essendo il prodotto di uno studio, si limita a fotografare una situazione circoscritta nel tempo e nello spazio, ma la sua struttura ne rende possibile la dinamicità e quindi la sua estensione e il suo utilizzo da parte degli organi competenti.

Pertanto, mentre si conferma la fattibilità del progetto elaborato per la città si mette contemporaneamente in rilievo la necessità di acquisire informazioni più dettagliate, relative ad altri settori disciplinari (ingegneristico, socio-economico, antropologico), al fine del completamento dell'analisi del fenomeno infestativo e della sua corretta gestione.

Il sistema di monitoraggio delle infestazioni murine proposto per Trastevere rappresenta un esempio parziale di ciò che andrebbe effettuato. In ambiente urbano, infatti per realizzare un monitoraggio integrato del fenomeno infestativo, indispensabile per prevenire e controllare il fenomeno, si deve tenere conto della seguente serie di parametri:

1. presenza di topi e ratti: rilevamenti diretti (avvistamenti) e/o i indiretti (tane, impronte, nidi, escrementi, rosicchiamenti, danni, etc...)
2. interviste ai cittadini residenti
3. presenza e condizioni dei corsi d'acqua
4. situazione smaltimento rifiuti (cassonetti, trespoli. altro).
5. condizioni e tipologia edifici
6. condizioni manto stradale
7. lavori in corso
8. presenza e condizioni del verde
9. presenza predatori
10. segnalazioni di infestazione murina da parte della cittadinanza
11. interventi di derattizzazione effettuati.

I valori relativi ai suddetti parametri, in considerazione dell'importanza del ruolo svolto dalla complessa rete di gallerie sotterranee dei servizi della città devono inoltre essere messi in relazione con le piante (cartografia a piccola scala) delle gallerie dei servizi (telefoni, luce, acqua, gas), del sistema fognario e dei cunicoli storici (dove sono presenti). Essendo questi i luoghi dove i murini infestanti preferibilmente si insediano, e' emersa infatti la necessità di poter disporre dei dati e delle relative piante, poichè solo attraverso la loro stratificazione è possibile realizzare un quadro completo del fenomeno infestativo (14).

Considerando ciò si propone l'utilizzo di un sistema informativo territoriale (GIS, Geographic Information System). In un Gis le informazioni relative a variabili omogenee dipendenti dalla posizione geografica vengono rappresentate in strati informativi, dove il valore del parametro considerato è collegato mediante un codice alla sua posizione geografica (coordinate geografiche).

Gli strati informativi, possono essere formati, in base alla tipologia del parametro considerato, da punti, linee o poligoni. Ad esempio la presenza di topi potrà essere rappresentata da punti che indicano la posizione geografica dell'avvistamento; a questi punti possono essere associati diversi campi informativi numerici e a caratteri che descrivano il valore del parametro e altre note informative

Un sistema di monitoraggio che utilizza il GIS, come strumento di controllo permette analisi spaziali su diversi parametri. Sarà ad esempio possibile verificare le presenze murine, in ogni strada, o meglio in un determinato punto di una strada, e mettere in evidenza attraverso metodi statistici (inseriti nel programma) eventuali collegamenti tra condizioni ambientali (e.g. verde, lavori in corso, presenza di rifiuti, ec.) e aumento o diminuzione significativa del livello di infestazione. Si possono quindi considerare due strati disomogenei come, lo strato che descrive gli avvistamenti e quello che descrive la posizione dei cassonetti ed incrociarli fisicamente. La copertura risultante da questo incrocio conterra' le informazioni relative ad entrambi gli strati. Il sistema a questo punto può anche calcolare la correlazione tra presenze murine e presenza/assenza cassonetti; se sono presenti anche informazioni relative allo stato dei cassonetti stessi (situazione buona o cattiva, accumuli dentro e fuori, etc.) si può anche calcolare se esiste un legame tra incremento di infestazione in una zona e stato dei cassonetti). Questi incroci eseguiti tra

due o più strati possono evidenziare eventuali effetti sinergici di più parametri ambientali.

La scala cartografica da utilizzare per studiare questo tipo di fenomeno dovrebbe essere 1:1000 o meglio 1:500. La posizione geografica dei parametri può essere determinata direttamente sulla carta tecnica dell'area in esame o mediante l'utilizzo di un GPS (Global Position System), uno strumento che fornisce la posizione geografica in tempo reale.

Il sistema di monitoraggio esposto, attraverso il suo aggiornamento continuo, costituisce uno strumento di lavoro indispensabile per la gestione e il controllo del rischio murino, in quanto la sua struttura dinamica consente di individuare rapidamente punti infestati e infestabili, di calcolare le relazioni con gli altri parametri ambientali, di indicare in modo preciso gli interventi da effettuare e di valutarne l'efficacia, controllando le variazioni della densità delle popolazioni murine, di predire l'andamento del fenomeno nel tempo e prevedere scenari futuri.

Si deve tuttavia sottolineare che il successo di un programma imperniato sul rilevamento di un elevato numero di parametri non dipende solo dalla qualità dei database ma anche dal supporto di una cittadinanza cosciente e informata.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Michele Ieradi della nuova Telespazio S.p.A. per i suggerimenti dati riguardo alla descrizione di un GIS.

Bibliografia

1. Cristaldi M. & Ieradi L.A. 1993. Rodent infestation In Urban Environment. In "Proceedings Of International Symposium. Perception And Evaluation Of Urban Environment Quality" Mab Unesco Project 11, (1993), Pp. 337 - 348.
2. Ieradi L.A., Cristaldi M. 1995. Infestazioni Da Ratti E Topi à In: L' Ecosistema Roma (A Cura Di Cignini B., Massari G., Pignatti S.) Fratelli Palombi Editori, Roma
3. Cristaldi M. 1985. Introduzione Agli Studi Sulle Infestazioni Murine Del Fiume Tevere: Problematiche ambientali e filosofia di ricerca in "Le infestazioni murine" (M. Cristaldi, Coord. Resp.), S.P.Q.R. Comune di Roma Uff. Spec. Tevere e Litorale & Univ. Roma "La Sapienza" Dip. B.A.U., Roma 1985, pp.7-11.
4. Ieradi L. A., Cristaldi M., Tommasi M., Cagnin M., Nieder L., Amori G. 1986. The relationship between rodent infestation and environmental conditions along the Tiber river in Rome, Italy in "Tropical Pest Management" (Suppl. N° 1), XXXII (1986), pp. 317-331.
5. Corsini D. & Fabbri S. 1991. Mappaggio biologico dei corsi d'acqua superficiali. in "Inquinamento" XXXIII (1991), pp. 66 - 69.

6. Ieradi L.A., Cagnin M., Tommasi M. & Cristaldi M. 1985. Considerazioni sullo stato delle infestazioni murine nel tratto urbano e suburbano del fiume Tevere e prospettive di intervento. In "Le infestazioni murine" (M. Cristaldi, Coord. Resp.), S.P.Q.R. Comune di Roma Uff. Spec. Tevere e Litorale & Univ. Roma "La Sapienza" Dip. B.A.U., Roma 1985
7. Bajomi. 1980. Deratisation of Budapest and five years of follow-up control measures in "Proc. Vertebrate Pest Conf." IX (1980), pp. 124-129.
8. Drummond D.C. 1985. Developing and monitoring urban rodent control programmes in "Proc. Third I.T.C. (Helsinki, 15-20 August 1982). Acta Zool. Fennica" CLXXIII (Helsinki 1985), pp. 145-148.
9. Richards C.G.J. 1986. Coste effective approaches to large-scale Rodent control programmes. 2^o Symposium on Recent advances in Rodent Control (Kuwait, 2-6 February, 1985)
10. Jackson W.B. 1987. Current management strategies for commensal Rodents in "Current Mammalogy" Vol. I (Genoways H.H., Ed.). Plenum Publishing Corporation (1987), pp. 495-512.
11. Giombi D., Cristaldi M., Costa M. 1987. Roditori e ambiente urbano: un Problema che scotta in "Verde Ambiente" II (1987), pp. 33-35.
12. Ieradi L.A. & Tommasi M. 1980. Il controllo dell'infestazione murina nella citta' di Roma, in "Verde Ambiente" IV(1988), pp. 27-32.
13. Ieradi L.A. 1990. Indicatori ambientali: animali. In: Rischio a Roma. Seminario di studio e analisi. Le ricerche della Facolta' di Scienze M.F.N. dell'Universita' "La Sapienza" per i problemi ambientali della citta' (Roma, 23.6.1989). Quaderni Nautilus, II (1990)), pp. 16-18.
14. Ieradi L.A., Baldari E., Tommasi M., Cristaldi M. 1991. Proposta per la stesura di una mappa per il controllo delle infestazioni murine in ambiente urbano "Atti S.IT.E." XII 983-988 ;
15. Ieradi L.A., Baldari E., Costa G. 1992. Un sistema di monitoraggio ambientale: le infestazioni murine in ambiente urbano.,S. It. E., Atti 15: 811-815.
16. Ieradi L.A. 1995. Biomonitoraggio dei Roditori infestanti nel Rione Trastevere. in l' Ecosistema Roma (a cura di Cignini B., Massari G., Pignatti S.) Fratelli Palombi Editori, Roma.

RODENTICIDI: MODALITÀ D'AZIONE E METODI DI UTILIZZAZIONE

Paolo Alessandroni

Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Igiene Ambientale

I Rodenticidi generalmente vengono distinti in 2 grandi categorie, in base alla loro modalità di azione: Cronici o a dose multipla (gli Anticoagulanti) e Acuti o a dose singola.

Nella Programmazione di un intervento con Rodenticidi di devono sempre tenere in considerazione alcuni aspetti fondamentali:

- a) SENSIBILITÀ, della specie da controllare, al Pesticida usato;
- b) ACCETTABILITÀ del Pesticida e metodo di applicazione;
- c) SICUREZZA del Pesticida per l'uomo e gli animali domestici;
- d) STABILITÀ E ATTIVITÀ RESIDUA del Pesticida;
- e) CAPACITÀ E COMPETENZA del personale che utilizza il Pesticida.

Rodenticidi ad azione anticoagulante (o a dose multipla)

Meccanismo di azione

I vari rodenticidi Anticoagulanti (Tab. 1-4) hanno un meccanismo fisiologico di azione simile, inibiscono il meccanismo di coagulazione del sangue interferendo con la formazione della Protrombina e causano l'insorgere di emorragie interne che provocano la morte. A livello biochimico in pratica sono degli antagonisti della Vitamina K.

L'azione degli Anticoagulanti è cumulativa, quindi devono essere consumati per più giorni perchè facciano effetto. Questa lentezza è un grande vantaggio perchè non fa insorgere "evitamento dell'esca" dovuto ad assunzione di dosi subletali; perchè li rende molto sicuri anche per l'uomo e gli animali domestici; e perchè possono essere utilizzati anche da personale non particolarmente specializzato. L'Antidoto è la Vitamina K1.

Metodologia di somministrazione

Le Esche devono essere lasciate in loco per almeno 4-5 giorni; ogni giorno si devono controllare e reintegrare quelle mancanti; devono essere protette dagli eventi atmosferici, perchè non perdano di appetibilità, e dagli animali domestici. Al termine della derattizzazione tutte le esche residue devono essere recuperate, anche perchè gli Anticoagulanti sono composti molto stabili e quindi andrebbero ad inquinare l'ambiente.

Problemi commessi all'uso degli Anticoagulanti

Ci sono ratti resistenti agli Anticoagulanti. Questo fenomeno è di natura genetica, è stato ipotizzato che sia dovuto a una mutazione responsabile della produzione di una proteina alterata, coinvolta nel meccanismo di sintesi della Protrombina, che abbia più

affinità per le molecole di Vit. K che non per quelle di anticoagulante, per cui la Protrombina viene sintetizzata normalmente.

L'esistenza di ratti resistenti è stata riscontrata per la prima volta in Scozia nel 1958; successivamente nel 1959-60 in Inghilterra e Galles; nel '62 in Danimarca; nel '71 negli U.S.A., in North Carolina; in Italia nel '77-78 e nel '79 a Roma e nell'80 a Reggio Calabria. Nel *Rattus norvegicus* la Resistenza è dovuta a un singolo fattore Autosomico; nel *Rattus rattus* invece è dovuta a più fattori genetici.

Procedura O.M.S. per effettuare il test di resistenza genetica

Questo test è costituito da 5 fasi distinte, che si susseguono senza soluzione di continuità. Si inizia con una "Prefase, o fase di adattamento" che dura 6-7 giorni, durante i quali si somministra cibo in polvere, per far abituare i soggetti al nuovo ambiente e al nuovo cibo; quindi si somministra per 6 giorni lo stesso cibo contenente lo 0.005% di Warfarin, e per i 10 giorni successivi nuovamente con cibo senza veleno. Al termine di questo periodo gli individui che sopravvivono ma hanno presentato un calo del consumo di cibo di almeno 2/3, e/o mucose emorragiche, vengono definiti "Resistenti Influenzati"; quelli che non hanno mostrato alcun sintomo di malessere vengono definiti "Resistenti non Influenzati". Nella quarta fase si alimentano i ratti per 6 giorni con cibo contenente lo 0.025% di Warfarin, e di nuovo per 10 giorni con cibo senza veleno. Al termine di questo periodo gli individui che sopravvivono vengono definiti "Resistenti".

Questa differenziazione è fondamentale perchè, anche se generalmente le derattizzazioni vengono condotte con esche contenenti lo 0.025% di veleno, i ratti in natura generalmente mangiano in vari punti, e quindi è facile che la quantità di veleno assunto venga "diluata" alla percentuale dello 0.005%. Quindi i ratti "Resistenti non Influenzati" non avranno nessun problema; mentre i ratti "Resistenti Influenzati" avranno un periodo di malessere, saranno meno attivi, più esposti ai predatori, ma dopo 2-3 giorni staranno di nuovo bene.

Una larga percentuale di ratti resistenti al Warfarin è risultata resistente anche al Pival; al Difacinone; al Clorofacinone; al Cumatetralil e ad altri Anticoagulanti.

Una campagna di derattizzazione non pianificata e condotta "a caso" può favorire la selezione di individui "Resistenti" all'interno di una popolazione. Inoltre, poichè il *Rattus rattus* è di per sé meno "sensibile" del *Rattus norvegicus*, in aree popolate da entrambe le specie può favorire l'incremento della/e popolazione/i di *R. rattus*.

Controllo di popolazioni di ratti con individui "resistenti"

Si utilizzano Anticoagulanti della cosiddetta "Seconda generazione": Difenacoum; rodifacoum; Bromadiolone; Flocoumafen. Un'altra alternativa è l'uso di rodenticidi Acuti, o a dose singola.

Rodenticidi ad azione acuta (o a dose singola)

I rodenticidi ad azione acuta (Tab. 5) sono veleni potenti con effetti abbastanza veloci; hanno meccanismi fisiologici di azione differenti; hanno antidoti differenti. Ormai

vengono usati principalmente solo nei casi in cui si deve ottenere una rapida riduzione di popolazioni ad alta densità.

Presentano diversi problemi relativi alla loro utilizzazione: i Rodenticidi Acuti sono molto poco "Accettati" dai Ratti; Poco o Molto Poco "Sicuri" per l'Uomo e gli animali domestici se non usati in modo adeguato, e il problema dell'avvelenamento secondario è molto più grave.

Metodologia di somministrazione

A causa della velocità di azione di questi tossici l'assunzione di dosi Subletali fa insorgere nei ratti una reazione di "evitamento dell'esca", per cui dopo 1 o 2 giorni quel tipo di esca e quel veleno verranno completamente evitati, effetto che dura per moltissimo tempo. I meccanismi di evitamento dell'esca non sono del tutto chiari, tuttavia è noto che i piccoli imparano seguendo la madre a discriminare cosa è buono da mangiare. Per minimizzare l'assunzione di dosi Subletali si deve adottare la tecnica del Preadescamento (Prebaiting) per superare l'iniziale diffidenza verso un cibo nuovo. Si lasciano le esche, senza veleno, nei punti più adatti per 3-5 giorni, poi si tolgono tutte le esche senza veleno e si mettono quelle avvelenate. Attendere un giorno prima della fase di avvelenamento può incrementare ulteriormente il consumo delle esche avvelenate. Il Preadescamento deve essere effettuato con le stesse modalità dell'avvelenamento successivo e con lo stesso tipo di esca a cui verrà aggiunto il veleno. Questo consente anche di scegliere l'esca più appetita; di stabilire la quantità ottimale di Esche Avvelenate da usare, e dà anche un'idea approssimativa dell'entità dell'infestazione; soprattutto fa sì che i ratti si abituino a questo nuovo tipo di cibo e ne massimizza il consumo, quindi massimizza l'effetto dei veleni "Acuti".

Al termine di ogni campagna di derattizzazione tutte le esche non consumate devono essere rimosse per evitare avvelenamenti indesiderati. Inoltre alcuni rodenticidi, ad es. gli Anticoagulanti, sono composti molto stabili e quindi andrebbero ad inquinare l'ambiente. Anche le carcasse dovranno essere rimosse e incenerite, anche per evitare avvelenamenti secondari.

Esche

Costituzione e appetibilità

Il requisito fondamentale perchè un'esca sia efficace è che sia più appetibile del cibo normalmente disponibile, ma che non sia troppo differente da questo. Gli alimenti che comunemente vengono considerati gli additivi più efficaci nell'aumentare l'appetibilità delle esche sono: Carne macinata; Pancetta affumicata; Farina di Pesce; Cereali; Granaglie in genere; Oli di vario genere; Dolcificanti (Zucchero, Melassa, Sciroppi, Uva passa, Nutella); Avena; Patate Dolci; Burro di Arachidi.

Il momento ottimale in cui effettuare una derattizzazione con Rodenticidi è prima del risanamento ambientale e dopo la messa in opera di misure antiratto (Ratproofing). L'intervento va eseguito in tempi brevi, nei Programmi condotti dalle Strutture Pubbliche, per stimolare la collaborazione della Popolazione. Inoltre poichè i picchi di

riproduzione dei Ratti sono in Primavera e in Autunno, la stagione migliore per condurre una Derattizzazione è in inverno, quando la popolazione è al minimo. In alternativa il secondo momento migliore è in estate; quindi in autunno.

Bibliografia

- Alessandroni P., Pace M. & Turillazzi P.G.. 1986. *Biologia dei ratti e metodi di lotta*. Istituto Superiore di Sanità (Rapporti ISTISAN 37/86).
- Alessandroni P., Turillazzi P.G. 1979. Valutazione della sensibilità al Warfarin di individui appartenenti a popolazioni di *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus* presenti nella città di Roma. *Ann. Sanità Pubbl.*, XL (6): 685-702.
- Alessandroni P., Marchini S., Bernardo A., Terranova F. & Turillazzi P.G. 1980. Valutazione della presenza di ratti resistenti al Warfarin nella città di Reggio Calabria. *Ann. Ist. Sup. Sanità*, 16 (2): 271-286.
- Bjornson B.F., Pratt H.D. & Littig K.S. 1968. *Control of domestic rats & mice. Training Guide, Rodent Control Series*. U.S. Department of Health, Education and Welfare. Comm. Disease Center, Atlanta.
- Brooks J.E. & Rowe F.P. 1987. *Commensal Rodent Control*. W.H.O./VBC n° 949.
- Richards C.G.J. & Ku T.Y. 1987. *Control of Mammals Pests*. Taylor & Francis. World Health Organization. *Vector Biology and Control*. 1988. *Urban vector and pest control. Technical Report Series n°767*

Tabella 1. Alcune caratteristiche dei rodenticidi anticoagulanti di "1ª generazione"

RODENTICIDI	PERCENTUALE NELLE ESCHE	GRADO DI EFFICACIA E ACCETTABILITÀ	R G*	ODORE	SAPORE
CUMATERALYL (Racumin)	0,03-0,05 Rn - Rr 0,05 Mm	E' accettato meglio del Warfarin da Rn. E' più tossico del Warfarin su Mm. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
FUMARIN (Cumafuryl)	0,025 Rn - Rr 0,025-0,05 Mm	E' efficace e palatabile quanto il Warfarin. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
WARFARIN	0,005-0,0025 Rn-Rr 0,025-0,05 Mm	E' stato il 1° anticoagulante ad essere impiegato come rodenticida. accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
CHLOROPHACINONE (Rozol)	0,005 Rn - Rr 0,01 Mm	E' più tossico del Warfarin su Rr e mm. polvere tracciante allo 0,2% per Rn e Mm. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
DIPHACINONE	0,005-0,01 Rn 0,0125 Rr 0,0125-0,025 Mm	E' molto più tossico del Warfarin per ratti e topi, ma anche per cani e gatti. Contro Rn è il più efficace della 1° generazione. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
ISOVALERYL- INDANDIONE (PMP)	0,055 Rn-Rr	Nelle esche da problemi di palatabilità, meglio sotto forma di polvere. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero
PIVAL (Pindone)	0,025 Rn -Rr 0,025 Mm	E' efficace quanto il warfarin su Rr e Mm, meno su Rn. E' meno accettato da Mm di warfarin, Diphacinone e Chlorophacinone. Accettabilità buona	Si	Nessuno	Leggero

Rn= *Rattus norvegicus*; Rr= *Rattus rattus*; Mm= *Mus musculus*

* RG = Resistenza Genetica

Tabella 2. Altre caratteristiche comuni ai rodenticidi anticoagulanti di "1^a generazione"**Deteriorabilità chimica nelle esche:**

- assente

Solubilità:

- in olio, ma i sali di sodio sono solubili anche in acqua

Tipo di esca:

- formulabili in esche fresche, secche ed in acqua

Azione tossica (modalità con cui causano la morte):

- inibiscono la coagulazione del sangue interferendo con la produzione di protrombina, provocando emorragie interne.

Effetti sull'uomo e sugli altri animali:

- avvelenamento secondario: possibile
- assorbimento cutaneo: assente.
- pericolosità d'impiego: bassa

Antidoto:

- Vitamina K1. Nei casi più gravi trasfusione di sangue, anche totale

Tabella 3. Alcune caratteristiche dei rodenticidi anticoagulanti di "2^a generazione"

RODENTICIDI	PERCENTUALE NELLE ESCHE	GRADO DI EFFICACIA E ACCETTABILITÀ	R G*	ODORE	SAPORE
DIFENACOUM	0,005 Rn - Rr 0,01 Mm	E' efficace contro Rn e Mm ¹ resistenti al Warfarin o altri anticoagulanti di 1° generazione. Altamente tossico anche per Rr. Accettabilità buona	in Rr, Rn e Mm	Nessuno	Leggero
BRODIFACOUM ²	0,005 Rr - Rn - Mm	E' più tossico del Difenacoum e più pericoloso per gli altri animali. E' efficace contro Rr, Rn e Mm ³ resistenti al Warfarin. E' l'anticoagulante più efficace verso Rn. Accettabilità buona	in Rn e Mm	Nessuno	Leggero
BROMADIOLONE	0,005 Rr - Rn - Mm	E' altamente tossico per ratti e topi. E' estremamente efficace contro Rn, e anche verso ratti resistenti al Warfarin ed al Difenacoum. Accettabilità buona	in Rn e Mm	Nessuno	Leggero
FLOCOUMAFEN	0,005 Rr - Rn - Mm	E' il secondo anticoagulante più tossico verso Rn. Efficace contro Rn e Mm resistenti al Warfarin. Accettabilità buona		Nessuno	Leggero

Rn= *Rattus norvegicus*; Rr= *Rattus rattus*; Mm= *Mus musculus*

* RG = Resistenza genetica

¹ Somministrare per almeno 21 giorni

² Anche a piccole dosi è altamente tossico, più della maggior parte dei rodenticidi ad azione acuta. E' stato suggerito di impiegarlo anche come rodenticida a "dose singola" adottando le stesse modalità di somministrazione di questi. Utilizzato con le modalità di un anticoagulante assicura un completo controllo

³ In questo caso per *Mus musculus* è meglio somministrare a concentrazione dello 0,01%

Tabella 4. Altre caratteristiche comuni ai rodenticidi anticoagulanti di "2^a generazione"

<p>Deteriorabilità chimica nelle esche: - assente</p> <p>Solubilità: - in olio</p> <p>Tipo di esca: - formulabili in esche fresche e secche</p> <p>Azione tossica (modalità con cui causano la morte): - inibiscono la coagulazione del sangue interferendo con la produzione di protrombina, provocando emorragie interne.</p> <p>Effetti sull'uomo e sugli altri animali: - avvelenamento secondario: possibile - assorbimento cutaneo: assente. - pericolosità d'impiego: bassa</p> <p>Antidoto: - Vitamina K1. Nei casi più gravi trasfusione di sangue, anche totale</p>

¹ Per il Flocoumafen è raccomandato l'impiego dello 0,005% di principio attivo in esche di cereali inclusi in paraffina

Tabella 5. Principali caratteristiche dei più comuni rodenticidi ad azione acuta

Rodenticidi	Specie sensibile	Dose letale (mg/kg)	% p.a. nelle esche	Solubile in	Tipo di esca	Efficacia Accettabilità Riaccettabilità	Rischio d'impiego
Norbormide	Rn Rr	9-12 Rn 52 Rr	1	olio	fresca secca	scarsa scarsa scarsa	scarso
Scilla rossa	Rn	500 ¹	10	olio acqua	fresca secca acqua	media media scarsa	scarso
Antu	Rn	8	1,5	--	fresca secca	buona buona scarsa	medio
Calciferolo	Rn Mm	40 Rn ² 15,7 Mm	0,1	olio	fresca secca	buona buona buona	medio
Fosforo di zinco	Rn Rr Mm	40	1	olio	fresca secca	buona buona buona	medio
Vacor (Pyrinuron, RH-787, DLP-787)	Rn Mm	5-12	0,5-2	--	fresca secca	buona media media	medio
Arsenico	Rn Rr	100 ³	3	acqua	fresca secca acqua	media media media	alto
Crimidina (Castrix)	Rn Mm	1-5	0,25-1	olio	fresca secca	buona scarsa --	estremo
Fluoracetato di Na (1080)	Rn Rr Mm	5 Rn 2 Rr 10 Mm	0,223 (3,75 g/l)	acqua	fresca acqua	buona buona buona	estremo
Fluoracetamide (1081)	Rn Rr Mm	15 Ratti 51 Mm	2	acqua	fresca acqua	buona buona buona	estremo
Fosforo giallo	Rn Rr	1,7	0,05	olio	secca	buona buona media	alto
Solfato di tallio	Rn		0,5-2	acqua	fresca secca acqua	buona buona buona	estremo
Stricnina (alcaloide solfato)	Mm	6-8	0,6-0,8	--	secca	media media scarsa	estremo

¹ Livello minimo. Alcuni tipi più tossici di Scilla danno risultati migliori.² Se somministrato in cronico: 11,5 mg/kg/die per *R. norvegicus* e 8 mg/kg/die per *M. musculus*³ Assorbimento correlato alla dimensione delle particelle. Quelle di 6-9 µ di diametro sono le più tossiche

Tabella 5. (segue). Principali caratteristiche dei più comuni rodenticidi ad azione acuta

Rodenticidi	Odore	Sapore	Deteriorabilità chimica nelle esche	Tipo di azione tossica (causa di morte)	Effetto sull'uomo e sugli animali domestici	Antidoti**
Norbormide		nessuno		vasocostrittore	--	
Scilla rossa	leggero	forte	media	paralisi cardiaca	--	ha di per se un effetto emetico
Antu	nessuno	medio	scarsa	edema polmonare	--	nessuno
Calciferolo		leggero	veloce	alterato metabolismo del calcio, locco renale	avvelenamento secondario	cortisone calcitonina
Fosforo di zinco	forte	forte	veloce	paralisi cardiaca, danni epatici e gastrointestinali	--	solfo di rame, purgante
Vacor (Pyrinuron, RH-787, DLP-787)	nessuno	nessuno	nulla		avvelenamento secondario	nicotinamide
Arsenico	nessuno	medio	nulla	blocco renale e danni al SNC	avvelenamento secondario*	latte di magnesia, latte ed acqua, ossido di ferro
Crimidina (Castrix)				convulsioni	avvelenamento secondario	vitamina B6
Fluoracetato di Calcio (1080)	nessuno	leggero	scarsa	paralisi cardiaca e del SNC	avvelenamento secondario*	nessuno
Fluoracetamide (1081)	nessuno	leggero	scarsa	paralisi cardiaca e del SNC	avvelenamento secondario*	nessuno
Fosforo giallo	forte	forte	veloce	paralisi cardiaca, danni epatici e gastrointestinali		solfo di rame, purgante
Solfato di tallio	nessuno	nessuno	nulla		avvelenamento secondario*	nessuno
Stricnina (alcaloide solfato)	nessuno	forte	scarsa	iperstimolazione e paralisi del SNC Asfissia	avvelenamento secondario	barbiturici, droghe tanniche, lavanda gastrica

* Può essere assorbito attraverso ferite o rotture della pelle. È pericoloso inalarne la polvere

** Come primo soccorso va somministrato un emetico con la massima tempestività

ALTRI METODI DI CONTROLLO FISICI E/O MECCANICI

Fernando Pasqualucci

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza", Roma

Un antico detto latino "Melius praevertere quam curare" (1) risulta quanto mai appropiato nel fornire un consiglio, un'indicazione su come orientarsi per la soluzione di molti problemi di natura ambientale. La crescente pressione antropica infatti, è intervenuta in diversi equilibri biologici del pianeta destabilizzandoli; al fine di comporre questi squilibri l'unica via percorribile è quella di analizzare le cause scatenanti, progettando e pianificando interventi mirati. Detti interventi, agendo su equilibri preesistenti, potranno e dovranno inserirsi solo a determinati livelli. Per il problema "ratto", ad esempio, l'adozione generalizzata di alcune norme nella costruzione degli stabili o di alcuni criteri tecnico- organizzativi nella raccolta e smaltimento dei rifiuti potrebbero rappresentare, allo stato dei fatti, l'unico livello possibile di intervento, rendendo sempre meno disponibili quegli spazi e quegli alimenti necessari al loro sostentamento. Quest'insieme di norme definite dagli anglosassoni "rodent proofing" (2,3,4,5) consiste, per quanto riguarda gli edifici, in una serie di miglioramenti strutturali tali da renderli inaccessibili ai roditori. L'eliminazione di spazi marginali quali controsoffitti, intercapedini, doppie pareti e pavimenti flottanti; la chiusura ermetica di quadri elettrici e di controllo; la sigillatura dei diversi impianti di servizio nei vari locali; l'utilizzo, per gli scarichi, di tubazioni aventi un diametro non inferiore a 12 cm. e l'impiego nei piani bassi di porte e finestre impenetrabili rappresentano dei limitati esempi degli interventi eseguibili. In generale tutti gli stabili definiti, per la loro ubicazione o destinazione d'uso, a "rischio murino" ed in particolare uffici pubblici, asili nido, scuole, mercati, mattatoi, mense ed ospedali dove il contatto o la contaminazione con agenti patogeni sono facilitati dovrebbero essere progettati o migliorati tenendo presenti queste norme.

Dopo questo breve accenno ad una tecnica che potremmo definire di controllo passivo, veniamo ai sistemi di controllo fisici e/o meccanici attivi. Con questi termini si comprendono due linee di apparecchi concettualmente e praticamente diversi. Una linea è rappresentata da congegni in grado di controllare demograficamente (riduzione numerica degli individui) la popolazione o la colonia residente; l'altra da strumenti in grado di condurre una verifica, una raccolta di informazioni, più o meno esaurienti, circa il tipo e l'entità dell'infestazione.

La riduzione demografica delle colonie residenti, scopo della prima linea di apparecchi, viene effettuata mediante l'invio dei topi al "Grande Formaggio in Cielo" (6) per mezzo di congegni più o meno cruenti (trappole), oppure applicando sistemi fisici repellenti (ultrasuoni, barriere elettriche e onde elettromagnetiche) che ne provocano l'allontanamento forzato. Un vecchio detto "Build a better mousetrap and the world will beat a path to your door" (6) che tradotto: "costruisci una migliore trappola per topi ed il

mondo batterà il sentiero per la tua porta" rende bene l'idea sull'importanza che la popolazione conferisce, al congegno "trappola". Ogni anno negli Stati Uniti vengono registrati dai 50 ai 100 brevetti riguardanti nuovi tipi di trappole che vanno sommati ai circa 4000 già registrati. Le trappole considerate spesso poco professionali dalle aziende di derattizzazione, se correttamente utilizzate possono rappresentare, soprattutto a livello casalingo, un mezzo efficiente e pratico per la disinfestazione. Ogni modello di trappola induce nei murini fenomeni di diffidenza (trap-shyness) generati ed influenzati da molti fattori che vanno dal tipo e dalla forma del materiale utilizzato per la costruzione (7), allo stato sociale dell'individuo all'interno della colonia (maschi giovani e vecchi sono più facilmente catturati), fino ad arrivare ad una sorta di adattamento genetico alla diffidenza (3). Esistono trappole per topi e ratti di moltissimi tipi con forme, meccanismi e funzionamenti tra i più disparati. Tutte comunque, possono essere ricondotte ad alcuni modelli fondamentali. Le "live-traps" o trappole a vivo sono frequentemente usate per lo studio delle popolazioni murine, la loro efficienza di cattura non è molto elevata (40-50%) probabilmente a causa della struttura, necessariamente più complessa di altri congegni letali, che induce gli animali ad essere molto diffidenti. La prima "live-trap" realizzata, e forse la più efficiente, è del tipo a caduta ("pitfall"). Generalmente impiegata per la cattura di ratti è costituita da una scatola in legno, provvista di una apertura sulla faccia superiore, sotto questa è montata una piattaforma oscillante sulla quale viene deposta l'esca, quando il ratto salta sulla piattaforma questa oscilla e l'animale cade nella cassetta (8). Questo tipo di trappole può essere molto esemplificato per lavori di campagna su biocenosi di micromammiferi (9)]. Recentemente sono state fabbricate "live-traps" per topi a cattura multipla (Tin-cat), di estrema praticità; la loro efficienza è molto variabile e sembra essere influenzata da un precedente utilizzo, cioè trappole già contaminate dall'odore di topo sono più efficienti di trappole nuove (10); sebbene il sesso e lo stato di dominanza, originando l'odore (11,12) possono incidere notevolmente sulla risposta delle trappole. Le trappole a scatto ("snap-traps") sono congegni di dimensioni spesso molto ridotte; esse utilizzano l'energia potenziale immagazzinata dal meccanismo di scatto, rappresentato in genere da un laccio ("snare-trap") o da una molla ("spring-trap" e "brek-back-trap"), che vengono rilasciati violentemente sul corpo dell'animale uccidendolo (13). Mostrano una buona efficienza di cattura, probabilmente dettata dalla loro sensibilità di funzionamento. Le trappole a laccio sono molto semplici; in genere costituite da una corda o da un filo metallico disposto a formare un tondo, perpendicolare alla direzione di movimento dell'animale, che viene attirato tramite l'esca e quindi imprigionato (14). Le trappole a molla "rompi schiena" ("break-back-traps") sono costituite da due lamine arcuate di metallo, unite da un perno e da una molla su cui viene posizionata l'esca; possono in alcuni casi mostrare una bassissima efficienza di cattura. Se il roditore ha subito uno scatto a vuoto o è stato ferito dalla trappola, associa la situazione di pericolo con l'esca. Questa ulteriore diffidenza osservata è risultata più importante della normale diffidenza dei roditori alle trappole stesse. Il problema può essere superato posizionando le trappole dapprima senza esca, poi alternandola (15). Le trappole a colla ("sticky boards"), ultime di questa breve descrizione, sono realizzate con pezzi di tavole o cartone rigidi su cui è stata spalmata una sostanza adesiva in genere

attraente; queste trappole attive, soprattutto contro i topi, vengono poste lungo i camminamenti e le vie di accesso in maniera da catturare gli animali che accidentalmente vi camminino sopra. Considerate disumane, perchè non uccidono sul colpo, queste trappole mostrano una buona efficienza anche se, topi con piedi umidi o polverosi non vengono catturati. E' indubbio che in un prossimo futuro le trappole a colla, dato il costo esiguo, la fabbricazione di collanti sempre più efficienti e la commercializzazione effettuata in confezioni pronte all'uso, avranno un ruolo importante nella disinfestazione da topi.

Con il termine ultrasuoni sono comunemente definiti quei suoni che superano il limite superiore dell'udito umano (circa 20 kHz). Non ci sono dubbi circa l'influenza di queste frequenze sui processi fisiologici e quindi sul comportamento dei roditori. E' noto infatti, che ratti e topi comunicano per mezzo di vocalizzazioni ultrasoniche (16): femmine di topo costruiscono nidi di dimensioni e consistenza maggiori quando sono soggette alle emissioni ultrasoniche dei loro piccoli (17); femmine di ratto aumentano l'intervallo di copula quando sono sottoposte a vocalizzazioni ultrasoniche del maschio (18)]. Diversamente sia topi che ratti, esposti ad emissioni ultrasoniche di forte intensità (20 kHz - 100 decibels) manifestano diuresi (19) ed ipertrofia cardiaca (20), fino ad arrivare, per pressioni sonore molto elevate (160 decibels per 60 secondi) alla morte (21). Sulla base di questi risultati estremi, da alcuni anni si trovano in commercio molti e disparati generatori di ultrasuoni da utilizzare in genere come repellenti per ambienti confinati. I risultati ottenuti con questi apparecchi sono variabili e sembrano dipendere dal tipo di ambiente e dall'entità dell'infestazione, ma soprattutto dal tipo di generatore impiegato. Sono stati ottenuti lusinghieri successi nella protezione di derrate alimentari da *R.norvegicus* generatori che emettevano frequenze di 24 kHz (riduzione del livello di attività del 90%) (22); con generatori da 20-30 e 40 kHz si è arrivati all'allontanamento di *R.rattus mindanensis* in regime di carenza alimentare, da alcune aree controllate delle Filippine con abbondanza di cibo (23). Per conto della Rentokil Ltd., una delle più importanti aziende del settore disinfestativo sono stati testati da Meehan (3), in aree confinate ed aperte, 20 differenti generatori di ultrasuoni contro *R.norvegicus*, *R.rattus* e *M.domesticus* ottenendo solo una parziale repellenza della durata di un giorno, indifferentemente se le frequenze di emissione degli apparecchi erano variabili, random e/o intermittenti. Emettitori di ultrasuoni strategicamente posizionati possono impedire l'ingresso dei roditori in costruzioni di recente fabbricazione, ma non riescono a ridurre una infestazione conclamata (24,25). Gli ultrasuoni non penetrano gli oggetti solidi, essendo assorbiti da molte superfici, e soprattutto essi vengono fortemente attenuati dall'aria (26), quindi i roditori già insediati in ambienti confinati non subiscono, quando sono nei loro rifugi, l'azione degli emettitori. In futuro quando la ricerca di base avrà fornito maggiori informazioni circa le comunicazioni ultrasoniche dei roditori, il metodo di controllo effettuato tramite emettitori di ultrasuoni potrà essere forse ampiamente e fruttuosamente applicato.

Le barriere elettriche non letali possono rappresentare un metodo di dissuasione per i roditori. Costituite da sbarramenti elettrici verticali o spazi elettrizzati orizzontali queste barriere sono in genere utilizzate contro i ratti per la protezione di grosse quantità di

granaglie o derrate alimentari stoccate. Statisticamente sembra che *R.norvegicus* effettui da uno a tre tentativi per superare barriere verticali nei primi 10 minuti, poi riprovi soltanto trascorsi oltre 20 minuti dalla prima esperienza negativa, rinunciando definitivamente a nuovi contatti (27). Questa tecnica di limitata e costosa applicabilità, quando strutturalmente e logisticamente possibile, rimane uno dei migliori metodi di protezione contro il surmolotto.

Un' ulteriore possibilità nella lotta contro i roditori è offerta dall'impiego dei campi elettromagnetici. Le onde elettromagnetiche provocano in topi e ratti disturbi di natura fisiologica; la concentrazione, ad esempio, di acido piruvico e lattico nel sangue viene modificata in ratti esposti all'azione di campi magnetici (28), mentre se sottoposti a forti campi elettrici si evidenziano modificazioni nella struttura di alcune siero-proteine (29). Modificazioni macroscopiche sono rappresentate dall'aumento di peso corporeo (29) e da una disturbata attività riproduttiva, probabilmente collegata con un abbassamento progressivo del livello di attività generale del roditore (30). Studi condotti su *R.norvegicus* e *M.domesticus* selvatici utilizzando emettitori di campi elettromagnetici in commercio, non hanno mostrato cambiamenti dell'attività dei murini (31,32), eccetto un aumento generalizzato del consumo di cibo. Molti generatori posti in vendita infatti, se attentamente esaminati rivelano solo una debole emissione di onde elettromagnetiche, mentre altri non ne rivelano alcuna (33). D'altra parte, le stesse aziende produttrici, nel reclamizzare i vari emettitori enfatizzano l'effetto repellente efficace solo per animali infestanti come topi, ratti, termiti e scarafaggi, ma li dichiarano assolutamente innocui per l'uomo, gli animali domestici e d'allevamento. Nei prossimi mesi il gruppo di ricerca a cui afferisco esaminerà e sperimenterà su campo con esemplari di laboratorio e selvatici alcuni di questi apparecchi per verificarne la validità, individuarne i supposti organi bersaglio e soprattutto definirne sperimentalmente i possibili effetti sulla salute umana.

La seconda linea di strumenti di più recente concezione rispetto alla prima è dovuta al notevole sviluppo del settore elettronico ed ha come obiettivo principale quello di reperire, elaborare e memorizzare informazioni utili, senza modificare od interferire con le normali attività dei roditori, in modo da quantificare e verificare l'impiego dei rodenticidi (34). Nato per studi esclusivamente di laboratorio intorno agli anni cinquanta il primo rilevatore elettronico era in grado di stabilire mediante un emettitore a radio frequenza l'intervallo di tempo che un ratto impiegava a percorrere una distanza prestabilita (35). Un altro apparecchio, realizzato nel 1962, era costituito sostanzialmente da un oscillatore ad ultrasuoni capace di registrare, mediante regolazioni, sia i piccoli (respirazione) che i grandi movimenti (locomozione) senza interferire sul comportamento dell'animale (36). Al fine di evidenziare la presenza dei roditori Kaukeinen (37) progettò un dispositivo elettronico denominato "Actimeter" capace di percepire le naturali radiazioni infrarosse emesse dal corpo degli animali. Costituito da due unità, una di rilevazione e l'altra di conteggio questo apparecchio autoalimentato è in grado di contare e memorizzare i passaggi di un piccolo animale a sangue caldo nel raggio di 61 cm. L'Actimeter costituisce l'anello di congiunzione tra i rilevatori creati per scopi di ricerca e quelli realizzati per fini espressamente operativi, cioè impiegati per facilitare e coadiuvare le opere di derattizzazione. A tale scopo per gli ambienti aperti è stato ideato

il Rodent Monitoring Unit (R.M.U.), mentre per gli ambienti confinati sono stati realizzati il Professional VisionTer Cat (CAT), il Mouse Alert ed il Rodent Detection System (R.D.S.). Messo a punto dalla Zucchet S.p.a. (38) per pianificare e coadiuvare interventi derattizzanti in vaste aree aperte, il sistema R.M.U. è in grado di rilevare, quantificare e memorizzare automaticamente la presenza dei roditori. È costituito sostanzialmente da due unità: la prima, accessibile agli animali, è formata da un condotto metallico a sezione rettangolare (100x19x13 cm) all'interno del quale è inserito un condotto coassiale in perspex di sezione quadra (59x10x10 cm). Alle estremità del condotto metallico sono posizionati due trasduttori passivi, differenziali, sensibili alle radiazioni termiche messe dagli animali a sangue caldo. Nel condotto interno sono alloggiati: centralmente, un pesa dell'esemplare entrato (da 10 a 500 gr); lateralmente, due barriere attive all'infrarosso in grado di confermare sia l'avvenuto ingresso dell'animale che di fornire informazioni circa la taglia del roditore. Per scoraggiare una lunga permanenza all'interno del condotto il R.M.U. è dotato di un sistema di espulsione a corrente elettrica di bassa intensità ed alto voltaggio. La seconda unità (70x57x19 cm), inaccessibile ai roditori, ospita i moduli elettronici per la gestione trasduttori, il sistema di memorizzazione dei dati e un gruppo meteo per la registrazione delle condizioni climatiche. La presenza di una variazione termica, correlata con l'avvicinamento di un roditore nel campo ottico dei sensori di intrusione, induce una situazione di "allarme" del rilevatore che se confermata, tramite l'attivazione delle barre fototiche, provoca l'accensione dell'apparecchio e l'inizio del ciclo di registrazione. Ogni ciclo, di durata regolabile da 5 a 60 secondi, determinerà sia il tempo massimo di permanenza dell'animale nel condotto che l'avvio del sistema di espulsione. Per la lettura delle informazioni memorizzate il R.M.U. necessita di un decodificatore in grado di analizzare i canali su cui l'apparecchio registra i diversi parametri. Questo rilevatore può essere utilizzato come valido strumento per quantificare la frequentazione di aree da parte dei murini (39), e per effettuare il monitoraggio del fenomeno infestativo in un determinato territorio prima, durante e dopo una campagna di derattizzazione. Va tuttavia sottolineato che la precisione del sistema dinamometrico non permette di distinguere in base alle differenze di peso gli esemplari di taglia ridotta (e.g. *M.domesticus*), mentre mostra una buona affidabilità per quelli di taglia maggiore (e.g. *R.norvegicus* e *R.rattus*).

Il primo rilevatore per gli ambienti confinati è rappresentato dal CAT che esprime l'applicazione della tecnica del Computer Vision ai problemi infestativi. Questo sistema permette di visualizzare e memorizzare, in tempo reale, immagini riguardanti i roditori (40). Nella sua configurazione standard è composto da: quattro telecamere allo stato solido ad alta sensibilità, un computer di controllo PC-AT compatibile, un package software specifico per la presa intelligente, l'archiviazione e l'elaborazione analitica delle immagini registrate. Il sistema dopo un controllo dimensionale dell'oggetto in movimento nei campi inquadrati dalle telecamere è in grado di attivarsi autonomamente, cioè di procedere automaticamente all'acquisizione dell'immagine, di elaborare l'immagine stessa per isolare l'oggetto che ha scatenato l'allarme e di salvare su memoria la sola parcella di immagine contenente l'oggetto allarmante. La scelta delle dimensioni massime dell'oggetto da controllare, come anche la temporizzazione delle operazioni di controllo

sono memorizzabili a discrezione dell'utente, in modo che persone o grossi oggetti in movimento nel campo inquadrato dal CAT non facciano scattare l'allarme. Al termine del monitoraggio il sistema permette di elaborare le immagini archiviate migliorandone la qualità ("zoom" ed "enhancement") e ricostruendo a mosaico tutte le parcelle archiviate evidenziandone la data e l'ora del reperimento. Il CAT ha la possibilità di essere collegato in rete con altre unità identiche; risulta quindi particolarmente indicato per monitorare ampi complessi industriali o grandi comprensori e in genere dove sono necessari molti punti di controllo. Utilizzato singolarmente può essere posizionato in aree confinate di difficile accesso quali tubazioni, intercapedini, pavimenti flottanti e controsoffitti.

Il Mouse Alert realizzato dalla Rentokil Ltd, è espressamente indirizzato al controllo di ambienti confinati dove non è possibile utilizzare esche rodenticide. Questo sistema, come il successivo (R.D.S.), si fonda sulla rilevazione della presenza dell'animale mediante l'utilizzo di sensori a raggi infrarossi (41) ed è costituito: da una serie di scatole metalliche (20x7x6,5 cm) provviste alle estremità di due fori (3x2,5 cm), per l'ingresso dell'animale, di una coppia di sensori ad infrarosso (trasmettitore-ricevitore) per la rilevazione e da un quadro di controllo, collegato via radio con le scatole sensore, in grado di identificare ogni singola unità una volta attivata. All'interno di ogni scatola una serie di deflettori impedisce al roditore entrato di attaccare le varie circuitazioni obbligandolo ad attraversare il fascio di raggi per guadagnare l'uscita. La scatola sensore una volta attivata rilascia un segnale radio al pannello di controllo che abilita l'accensione di una spia, di un cicalino e mostra il numero identificativo dell'unità allarmata. La scatola in un secondo tempo verrà sostituita da una trappola meccanica di uguale forma e dimensione per la cattura del topo. Ogni pannello di controllo ha la possibilità di supportare un numero illimitato di scatole sensore senza specificarne l'identificazione, od un numero di 128 scatole mantenendo l'identificazione individuale. Il Mouse Alert viene in genere utilizzato per il controllo in aree confinate di grandi dimensioni come magazzini di merci deperibili, industrie alimentari ed allevamenti (42) dove non è possibile applicare esche rodenticide, può comunque essere validamente impiegato per anticipare e coadiuvare anche tecniche di intervento chimico.(43), analogo al precedente, in cui le scatole sensore oltre a segnalare la presenza del topo lo catturano facendo scattare due portelli che chiudono la scatola sensore precludendo al topo ogni via di fuga.

Più semplice e pratico, rispetto al Mouse Alert, il R.D.S. è stato costruito dalla G.M.T. di Roma ed opera il conteggio di ogni singolo passaggio da parte del roditore nello spazio controllato (44). L'apparecchio è formato da: una testina orientabile a tre gradi di libertà dove è alloggiato un sensore a raggi infrarossi passivo sensibile alle radiazioni emesse dagli animali a sangue caldo (8-14 μm) ed una cellula crepuscolare a livello preselezionabile che ne permette il funzionamento solo a determinati livelli di luminosità ambiente; un'unità (17,6x19,2x11 cm) di alimentazione e conteggio in grado di memorizzare le eventuali attivazioni. Il campo di osservazione del R.D.S., sia mediante l'impiego dell'apposito diaframma riduttore che in base alle particolari condizioni di utilizzo (caratteristiche termiche dello sfondo, velocità di movimento dell'individuo, etc.), può variare dai 0,8 ai 5 metri per un topolino di 20 gr con un ampiezza del campo visivo regolabile da un minimo di 45° ad un massimo di 90°. Di facile utilizzo ed ingombro

molto ridotto questo rilevatore è particolarmente indicato per reperire informazioni circa i percorsi, le vie di ingresso e la frequentazione da parte dei roditori di ambienti confinati in genere. Può essere utilmente posizionato in luoghi di difficile accesso (cavedi, controsoffitti, cassonature, etc.) e attraverso l'interruttore crepuscolare di funzionamento può essere collocato in ambienti normalmente frequentati dall'uomo nelle ore diurne senza per questo generare falsi conteggi.

Tutte le apparecchiature ed i sistemi descritti hanno caratteristiche e possibilità differenziate di utilizzo da considerare con estrema attenzione prima di deciderne l'impiego in ognuna delle diverse realtà infestative sostenute dai roditori. Gli strumenti di riduzione demografica delle colonie murine possono essere impiegati, con risultati in genere migliori dei metodi chimici, in aree perlopiù confinate, di piccole e medie dimensioni dove la possibilità di un assiduo controllo degli apparati può garantirne i risultati.

I sistemi di controllo e reperimento informazioni, a loro volta, sono indirizzati ad un impiego in campagne di derattizzazione di medie e grandi dimensioni in aree aperte (R.M.U. Rodent Monitoring Unit) e confinate (Mouse Alert, Professional VisionTer Cat, Radio Mousetraps); mentre il R.D.S. (Rodent Detection System), se utilizzato singolarmente, è particolarmente adatto alla rilevazione in ambienti chiusi di piccole dimensioni. Tutti i rilevatori descritti se utilizzati di routine permettono inoltre, interventi chimici mirati, quindi in grado di ridurre il rilascio di sostanze rodenticide nell'ambiente.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dott.ssa Luisa Anna Ieradi del C.N.R. per la revisione critica del testo ed il Prof. Mauro Cristaldi del Dip. B.A.U. dell'Università di Roma "La Sapienza" per i suggerimenti e le indicazioni fornite durante lo studio e l'utilizzo dei vari sistemi di controllo descritti.

Bibliografia

- 1). Proverbi latini. Carabba Editore Chieti, 1927.
2. Howard, W.E. & Marsh, R.E. 1974. Rodent control manual. Pest Control, 24 (8). Spec. supplement, pp. D-U.
3. Meehan, A.P. 1984. Rat and mice. Their biology and control. The Rentokil Library, Felcourt, W.Sussex
4. Timm, R.M. 1986. Costruction techiques to prevent rodent damage. In: Proceedings of the second symposium on recent advances in rodent control. Kuwait Sheraton 2-6 february 1985. pp.351-356.
5. Scirocchi, A. 1988. Guida alla disinfezzazione. Casa Editrice Scientifica Internazionale.

6. Stone, J. 1989. On the Rodent Again. *Discover*, 11: 38-43.
7. Ajao, P.A. 1992. Aspects of feeding behaviour of house mouse relevant to their control. *International Pest Control*, 34(6):178-179.
8. Bateman, J. 1971. Animal traps and trapping. David & Charles Eds.
9. Cagnin, M., Pirrolotto, R., Barbieri, A., Tripepi, S., Rossi, F., Ripolo, D., Aloise, G. & Brandmayr, P. 1991. Zoocenosi (Coleotteri, Carabidi, Rettili, micromammiferi terragnoli) in ambienti forestali e prativi della catena Costiera della Calabria. *S.IT.E. Atti*, 12: 455-459.
10. Temme, M. & Jackson, W.B. 1979. Criteria for trap evaluation. *Vertebrate Pest Control and Management Materials*, ASTM STP680:58-67.
11. Rowe, F.P. 1970. The response of wild house mouse (*Mus musculus*) to live traps marked by their own and by a foreign mouse odour. *J.Zool., London* 162:517-548.
12. Wuensch, K.L. 1982. Effect of scented traps on captures of *Mus musculus* and *Peromyscus maniculatus*. *J. Mammal.* 63(2): 312-315.
13. Lloyd, H.G. 1963. Spring traps and their development. *Ann. appl. Biol.* 51:329-333.
14. Petrides, G.A. 1946. Snares and deadfalls. *J. Wildl. Mgmt.* 10 (3):234-238.
15. Schuyler, H.R. & Sun, R.F. 1974. Trapping: a continuous integral part of a rodent control programme. In: *Proc. 6th Vert.Pest. Conf., Anaheim 5-7 March 1970 Calif.* pp. 150-160.
16. Gynger, M., Pontet, A., Schenk, F. 1986. Le canal acoustique chez les rongeur: les emission à haute frequency. *Revue Suisse de Zoologie*, 3:623-640.
17. Geyer, L.A., Mc Intosh, T.K. & Barfield, R.J, 1978. Effects to ultrasonic vocalization and male urine on female rat readiness to mate. *J. comp.physiol. Psychol.* 92(3):457-462.
18. Noirot, E. 1974. Nest buildig by the virgin female mouse exposed to ultrasound from inaccessible pups. *Animal Behav.* 22:410-420.
19. Ogle, C.W. & Lockett, M.F. 1968. The urinary changes induced in rats by high pitched sound. *J. Endocr.* 42:253-260.
20. Geber, W.F. & Anderson, T.A. 1967. Cardiac hypertrophy due to chronic audiogenic stress in the rat, *Rattus norvegicus albinus* and rabbit, *Lepus cuniculus*. *Comp. Biochem. Phisylol.* 21:273-277.
- 21) Allen ,C.H., Frings, H. & Rudnik, I. 1948. Some biological effects of intense high frequency airborne sound. *J.acoust.Soc.Am.* 20(1):62-65.
22. Mc Artney, W. & Jackson W. 1988. High-frequency sound diverts rats. *Pest. Control* 4:66-70.
23. Shumake, S.A., Kolz, A.L., Crane, K.A., Johnson, R.E. 1982. Variables affetting ultrasound repellency in Philippine rats. *J.Wildl.Mgmt.*,46(1):148-155.
24. Diehl, F.P. 1969. Sound as a rodent-deterrent. *Pest Control*, 37(8):36-44.

25. Greaves, J.H. & Rowe, F.P. 1969. Responses to confined rodent populations to an ultrasound generator. *J.Wildl.Mgmt.*, 33:409-417.
26. Davis, H., Parrak, H.O. & Eldredge, D.H. 1949. Hazard of intense sound and ultrasound. *Ann. Otol. Rhinol. Lar.* 58:732-739.
27. Shumake, S.A., Kolz, A.L., Reidinger, R.F. & Fall, M.W. 1979. Evaluation of non lethal electrical barriers for crop protection against rodent damage. *Vertebrate Pest Control and Management Materials, ASTM STP 680:29-38.*
28. Hefco, V., Birca, C. & Haba, M. 1969. Metabolic modifications in rats under the influence of magnetic fields with different characteristics. *Rev. Roum. Biol. Zool.* 14(3):227-236.
29. Marino, A.A. & Berger, J.T. 1976. Evaluation of electrochemical information transfer system. *J. Electrochem. Sci. Technol.* 123:1199-1200.
30. Hjeresen, D.L., Kaune, W.T. Decker, J.R. & Phillis R.D. 1980. Effects of 60 Hz electric field on avoidance behaviour and activity of rats. *Bioelectromagnetics* 1:299-312.
31. Bohills, S.T., Leonard, S.P. & Meehan, A.P. 1979. Attempts to influence the feeding behaviour of brown rats using electromagnetism. *Int. Pest Control* 21(5):114-116.
32. Caslik, W., Ostrander, C.E. & Baker, L.D. 1977. Effectiveness of an electromagnetic device in controlling house mouse *Mus musculus*. *Nat. Resour. Res. and Exten. Series n.9 Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., Ithaca New York.*
33. Wagner, R.E. 1978. Outputs of electromagnetic devices, their effects on drywood termites. *Pest Control* 46(9):20-23, 39-40.
34. Kaukeinen, D.E. 1984. Activity indices to determine trends in vertebrate pest populations. In: *Proceedings of a conference on The organization and practice of vertebrate pest control.* Elvetham Hall Hampshire, 30 August - 3 September 1982 England pp.73-94.
35. Siskel, M. 1959. A device for marking the passage of animals in runways. *Am. J. of Psychol.* 72:283-286.
36. Peacock, L.J. & Marshall, W. 1962. An ultrasonic device for recording activity. *Am. J. of Psychol.* 75:648-652.37) Kaukeinen, D.E. 1979. Field methods for census taking of commensal rodents in rodenticides evaluations. *Vertebrate Pest Control and Management Materials, ASTM STP 680:68-83.*
37. Kaukeinen, D.e. 1979. Field methods for census taking of commensal rodents in rodenticides evaluations. *Vertebrate Pest control and management Materials, ASTM STP 680:68-83.*
38. Pasqualucci, F., Urbani, D. & Verse' F. 1990. Un nuovo sistema elettronico per lo studio e la valutazione dell'entità delle infestazioni murine. *Disinfestazione* 4:46-50.
39. Ieradi, L.A., Pasqualucci, F., Urbani, D., Verse', F. & Cristaldi, M. 1994. Investigation on the improvement of the use of electronic system for the rodent pest control. Accettato il 25,04.1994 per la presentazione orale al congresso E.S.N.A. (European Society For New Methods in Agricultural Research) xxiv Annual Meeting. Varna Bulgaria.

40. Andreasi Bassi, M. 1992. Monitoraggio murino in tempo reale. *Dimensione Pulito*, 5:24-25.
41. Meehan, A.P., Monro, R.H., Sleeman D.P. 1988. The electronic detection of mice. *Pest Control without Pesticides*. In: Proc. Soc. Food. Ig. Tcnoecol. Huddersfield. 21 September 1988. West Yorkshire. pp.231-220.
42. McDonald, D. 1988. Preserving a healthy life - BCPA Conference review. *International Pest Control*, 30(5):113-117.
43. International Pest Control. 1992. *Pest Control Developments*. Radio mousetraps, 34(5):156.
44. Pasqualucci, F. & Urbani, D. 1993. Come contare i topolini. *Dimensione pulito* 2:28-29.