



**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'**

**Biologia dei ratti e metodi di lotta**

**P. Alessandroni, M. Pace\*, P.G. Turillazzi**

*Laboratorio di Tossicologia Comparata ed Ecotossicologia*

(\*) Ospite

## INDICE

INTRODUZIONE	pag. 1
SISTEMATICA E MORFOLOGIA	" 3
ORIGINE E DIFFUSIONE	" 9
DISTRIBUZIONE	" 15
DINAMICA DI POPOLAZIONE	" 18
a. <u>Metodi diretti</u>	" 21
b. <u>Metodi indiretti</u>	" 24
IL COMPORTAMENTO SESSUALE	" 28
LE CURE PARENTALI	" 32
IL TERRITORIO	" 36
a. <u>L'area familiare</u>	" 39
b. <u>L'organizzazione sociale</u>	" 40
c. <u>Comportamento alimentare</u>	" 43
MALATTIE	" 48
DANNI PROVOCATI DAI RATTI	" 61

LOTTA E CONTROLLO	pag. 65
a. <u>Lotta chimica</u>	" 66
a.1. Il prebaiting	" 67
a.2. Esche e loro costruzione	" 69
a.3. Tipi di esche	" 72
a.3.1. Esche in box	" 72
a.3.2. Esche acquatiche	" 73
a.3.3. Esche in blocchi di paraffina	" 73
a.4. Rodenticidi acuti o a dose singola	" 74
a.5. Altri rodenticidi	" 83
a.6. Rodenticidi fumiganti	" 85
a.7. Polveri traccianti tossiche	" 85
a.8. Rodenticidi cronici o a dose multipla	" 86
a.8.1. Resistenza agli anticoagulanti	" 89
a.8.2. Metodologia O.M.S.	" 94
a.9. Repellenti chimici	" 96
a.10. Chemiosterilanti	" 97
b. <u>Lotta fisica</u>	" 97
b.1. Le trappole	" 97
b.2. Suoni e ultrasuoni	" 98
b.3. Lotta biologica	" 99
c. <u>Ratproofing</u>	" 100
CONCLUSIONI	" 103
RINGRAZIAMENTI	" 107

## INTRODUZIONE

L'uomo, da sempre, ha dimostrato di essere particolarmente interessato al proprio ambiente individuale o familiare cioè ha generalmente prestato eccessiva attenzione alla propria casa, rendendola sempre più accogliente e confortevole, dimenticandosi che quest'ultima è parte di un contesto ambientale più ampio e, a nostro avviso, più importante: la città. Nel nostro Paese, l'espansione urbana, troppo spesso guidata da precisi interessi economici, ha procurato un incontrollato sviluppo edilizio talvolta caratterizzato dalla realizzazione di interi quartieri abusivi, privi delle necessarie ed elementari strutture igienico-sanitarie. Non c'è quindi da meravigliarsi se in simili contesti ambientali il problema dei ratti può assumere proporzioni ed aspetti sempre più preoccupanti.

I ratti apparvero sulla terra circa 50 milioni di anni prima dell'uomo, probabilmente durante questo periodo la competizione con altre specie di roditori e la predazione da parte di altri mammiferi ed uccelli ne condizionò l'espansione. Viceversa con la comparsa dell'uomo si vennero a creare quelle condizioni che in alcuni centri abitati ancora oggi sussistono e che ne favoriscono la sopravvivenza e la riproduzione. Essi grazie alla loro enorme capacità adattativa, divennero in breve tempo nostri commensali, dividendo con noi cibo e dimora. A causa di questa loro invadenza e conseguente apporto di notevoli danni all'economia furono presto oggetto di spietate cacce. Quando poi ci si accorse che questi roditori non erano solo distruttori del lavoro umano ma soprattutto erano direttamente o indiret-

tamente responsabili della diffusione di gravissime epidemie, allora la caccia si tramutò in guerra con relativi programmi di lotta e precise strategie di attacco e talvolta di evacuazione. Da parte umana ad un atteggiamento di intolleranza si sostituì un profondo senso di ribrezzo e paura che indusse la nostra specie a costruire nuovi oggetti e progettare sofisticate tecniche per debellare il nemico ratto. Si inventarono trappole sempre più complesse, colle di grande effetto, sostanze chimiche velenosissime e si selezionarono specifici batteri per la lotta biologica. In alcuni paesi si posero delle taglie per ogni testa di ratto, ed infine in alcuni casi si ricorse alla superstizione ed alla magia. Durante la sua storia, il suo progresso scientifico e tecnologico l'uomo è stato quindi sempre accompagnato dai ratti e nella attuale civiltà dei computers e dell'energia nucleare nelle nostre città ancora questi animali distruggono e portano malattie.

Con la presente monografia si vogliono fornire alcune informazioni sull'ecologia, l'etologia, la dinamica di popolazione delle due specie di ratti (Rattus norvegicus e Rattus rattus) presenti nel nostro paese e segnalare alcune indicazioni tecniche per la lotta a questi roditori. Va innanzitutto precisato che l'attuazione anche scrupolosa di tali metodologie non consentirà la completa scomparsa dei ratti dalle nostre città, ma aiuterà a controllarne lo sviluppo, mantenendo le popolazioni a livelli tali da delimitarne i danni alla nostra economia, ma soprattutto alla nostra salute, oggi particolarmente in pericolo per l'avvento di nuove ed il ritorno di vecchie malattie infettive.

## SISTEMATICA E MORFOLOGIA

Circa 2820 specie di mammiferi, più di un terzo delle specie appartenenti all'intera classe, costituiscono l'ordine dei Roditori, a sua volta diviso in Sciuromorfi, Istricomorfi e Miomorfi; a quest'ultimo raggruppamento appartengono i Muridi articolati in 71 generi per un totale di 626 specie, tra cui le 3 specie di maggiore interesse igienico-sanitario per il nostro Paese: il topo delle case (Mus musculus), il ratto nero (Rattus rattus) ed il ratto bruno (Rattus norvegicus) (Fig.1 - Tab.I).

La specie Mus musculus (topolino delle case o topo domestico) originaria dell'altipiano dell'Iran è oggi la specie più cosmopolita dopo l'uomo. Oltre ad aver colonizzato i centri urbani ed agricoli, esemplari di questa specie sono stati trovati nelle regioni semi-desertiche, nella tundra, nelle foreste tropicali ed in Alaska. L'adulto misura da 60 a 120 mm, esclusa la coda la cui lunghezza oscilla tra i 70 e gli 110 mm. Pesa non più di 28 g, gli occhi sono relativamente piccoli, mentre le orecchie sono piuttosto grandi (15 mm). La coda 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 è il ventre. Il topo domestico non vive più di un anno.

Le due specie di ratti presenti in Italia ed oggetto di questa monografia sono distinguibili grazie ad alcune caratteristiche morfologiche.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE BIOLOGICHE DEI MURIDI COMMENSALI DELL'UOMO			
	<u>Rattus norvegicus</u>	<u>Rattus rattus</u>	<u>Mus musculus</u>
Peso da adulto	275-500 gr.	145-240 gr.	14-28 gr.
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 tre sottospecie: <u>R. rattus rattus</u> , totalmente grigio-nero; <u>R. rattus alexandrinus</u> , dorso grigio e ventre grigio chiaro; <u>R. rattus frugivorus</u> , 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 moltissime variazioni cromatiche.
Profilo della testa	Tozzo	Affusolato	Affusolato
Forma del corpo	Di taglia tozza	Sottile	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 mm.	48-63 mm.
Durata media della vita	2 anni circa	2 anni circa	1 anno circa



PRINCIPALI CARATTERISTICHE BIOLOGICHE DEI MURIDI COMMENSALI DELL'UOMO

	<u>Rattus norvegicus</u>	<u>Rattus rattus</u>	<u>Mus musculus</u>
Maturità sessuale	3 mesi	3 mesi	45 giorni circa
Gestazione	20-22 giorni	20-22 giorni	19 giorni circa
n° piccoli per nidiate	da 8 a 12	da 6 a 8	da 5 a 6
n° nidiate per anno	da 4 a 7	da 4 a 6	circa 8
n° piccoli svezzati da una femmina ogni anno	circa 20	circa 20	da 30 a 35
Rifugi e tane	All'esterno: in tane sottoterra, sotto le fondamenta di edifici e in immondezzai. All'interno: nelle cantine e primi piani degli stabili, in magazzini, fognie, stive di navi, portici ecc. Può vivere fino ad oltre 1500 m. di altitudine.	Sopra il livello del terreno: solai di edifici, intercapedini di attici, sulle piante. Nel terreno: tra la vegetazione, a volte nelle fognie.	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	Omnivoro: carne, pesce, cereali, vari tipi di ortaggi e frutta, semi, insetti, molluschi, sterco, animali vivi di piccola e media taglia. Dieta giornaliera: 20-40 gr. di cibo più 30-40 ml di acqua.	Omnivoro come il congenere <i>R. norvegicus</i> ma si nutre in prevalenza di frutta, ortaggi e cereali. Dieta giornaliera: 20-35 gr. di cibo più 30-40 ml di acqua.	Omnivoro: frutta, ortaggi, cereali, anche carni insaccate o pesce immagazzinato. Dieta giornaliera: 2-3 gr. di cibo secco più 0,8-1 ml di acqua (spesso è sufficiente quella contenuta nel cibo assunto).

Tabella I (segue)

La specie Rattus norvegicus (ratto bruno o ratto delle chiaviche) è presente in Italia da poco più di un secolo. Originario dei deserti e delle steppe dell'Asia centro-orientale, dal 1727 in seguito ad un violento terremoto che sconvolse la città di Astrahan, sul fiume Volga, schiere di ratti bruni iniziarono la colonizzazione dell'Europa. Più grosso, pesa fino a 500 g, ed aggressivo del congenere (Rattus rattus) lo si distingue facilmente per la lunghezza della coda che è minore della lunghezza del corpo più la testa; inoltre sulla coda vi 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.

La specie Rattus rattus (ratto nero o ratto dei tetti) originaria del Medio Oriente è presente in Europa dal Pleistocene. La lunghezza del corpo più la testa oscilla tra i 16 ed i 21 cm ed il suo peso supera molto raramente i 300 g. 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, gli occhi e le orecchie sono grandi, 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 Rattus rattus conta tre sottospecie. Al nord si trovano in prevalenza individui R. rattus rattus, il cui manto é 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 é stata accertata la presenza della sottospecie R. rattus frugivurus, da alcuni considerato come variante del R. rattus alexandrinus e non come sottospecie.

CARATTERI MORFOLOGICI DEI MURIDI DI INTERESSE SANITARIO





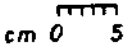
<p><b>RATTO DELLE CHIAVICHE</b> <i>R. norvegicus</i></p> 	<p>Coda : <i>più corta della testa + corpo</i>          Corpo : <i>pesante, tozzo, robusto.</i>          Orecchio : <i>piccolo</i>          Occhio : <i>piccolo</i>          Muso : <i>tozzo</i></p>
<p><b>RATTO NERO</b> <i>R. rattus</i></p> 	<p>Coda : <i>più lunga della testa + corpo</i>          Corpo : <i>leggero, snello.</i>          Orecchio : <i>grande</i>          Occhio : <i>grande</i>          Muso : <i>affusolato</i></p>
<p><b>RATTO GIOVANE</b></p> 	<p>Testa : <i>grande</i>          Piede : <i>grande</i></p>
<p><b>TOPOLINO DELLE CASE</b> <i>Mus musculus</i></p> 	<p>Testa : <i>piccola</i>          Piede : <i>piccolo</i></p> <p style="text-align: right;">           cm 0 5       </p>

Figura 1

## ORIGINE E DIFFUSIONE

La specie Rattus norvegicus (ratto bruno, ratto delle chiaviche o decumano), originaria dei deserti e delle steppe dell'Asia centro-orientale, in soli tre secoli è divenuta cosmopolita. I suoi areali si possono considerare estesi su tutti i continenti, con esclusione delle sole zone artiche.

A causa delle attuali scarse ed incerte informazioni scientifiche è assai difficile risalire, con adeguata certezza, al momento in cui individui di questa specie di muridi colonizzarono areali europei. Secondo il Pallas (1811) tale data è da attribuirsi al 1727, quando, in seguito ad un violento terremoto che colpì la città di Astrahan, schiere di ratti delle chiaviche abbandonarono la sponda orientale del fiume Volga per spingersi più ad occidente colonizzando gradualmente gli habitat paludosi dell'immenso delta.

Attraverso la Galizia, la Boemia e la Prussia occidentale le popolazioni di R. norvegicus si diffusero in tutta l'Europa. Secondo quanto scrisse il Thèvenin nel 1948, esemplari di ratti delle chiaviche furono trappolati a Parigi per la prima volta nel 1753, mentre per altri autori la data sarebbe da spostarsi al 1780. In Norvegia i primi esemplari di questa specie furono osservati nel 1762, in Svizzera nel 1809 ed in Spagna nel 1800 (Grassé, 1955). Per quanto riguarda l'Italia non esistono dati certi, comunque attraverso vaghe indicazioni viene segnalata nel 1800 in alcune regioni settentrionali, la presenza di ratti che vivono in comunità nelle reti fognarie e scavano tane nel terreno.

Secondo il Gesner la data di arrivo in Europa del ratto bruno è assai anteriore a quella segnalata dal Pallas (de la Fuente, 1970). Egli infatti ritiene che già prima del 1727 roditori di questa specie dovevano essere presenti nel vecchio continente, probabilmente trasportati dalle navi mercantili provenienti dai porti orientali. Tale supposizione trova peraltro riscontro nei dati raccolti dall'Hinard, secondo il quale alcuni ratti bruni furono catturati nei pressi del porto di Londra nel 1730 e tra i rifiuti del porto di Amsterdam alcune carogne di questa specie furono rinvenute nel 1716. (de la Fuente, 1970).

Le discordanti opinioni qui riportate non solo rendono incerta la data di arrivo in Europa della specie R. norvegicus o Surmolot, come fu definito dal Buffon, ma non consentono nemmeno alcuna verifica delle tre ipotesi relative alla diffusione di questa specie, e cioè: a) espansione per migrazione; b) graduale diffusione; c) espansione mediante trasporto passivo. Probabilmente verso l'Europa orientale e centrale la diffusione di questi animali fu dovuta a migrazioni periodiche, forse motivate dalle precarie condizioni ambientali in cui le popolazioni originarie si venivano sviluppando, mentre nelle zone ricche di materiale trofico la diffusione si ebbe in seguito ad una graduale colonizzazione. Per quanto riguarda invece il trasporto passivo, i ratti presenti in America ed in Oceania possono rappresentare una concreta prova a sostegno di tale teoria.

Le informazioni relative all'origine ed all'arrivo nel vecchio continente delle specie Rattus rattus (ratto nero o ratto dei tetti) sono ancora più scarse di quelle riguardanti il congenere ratto bruno.

Secondo alcuni autori i primi ratti neri giunsero in Europa trasportati dalle navi crociate di ritorno dal Medio Oriente. Per altri studiosi tale presenza sarebbe da attribuire a tempi remoti del Pleistocene e questa ultima ipotesi sarebbe confortata da alcuni reperti fossili trovati in Francia (Kurten, 1968).

La presenza del ratto bruno in Europa diede origine ad una forte competizione intragenica a beneficio del R. norvegicus che in breve tempo spodestò il R. rattus dalle aree antropizzate. Barnett e Spencer, mediante una 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 entrambe 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 dalla 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, compromettendone seriamente la sopravvivenza.

Tali risultati furono considerati, anche se limitatamente, lo specchio di quanto accadde ed ancora avviene in natura (Barrett-Hamilton e Hinton, 1920). In molti centri urbani, ad esempio, in seguito alla 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, attraversata dal fiume Aniene, caratterizzata 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 i loro nidi tra 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 Mus. musculus e Apodemus silvaticus (Fig.2).

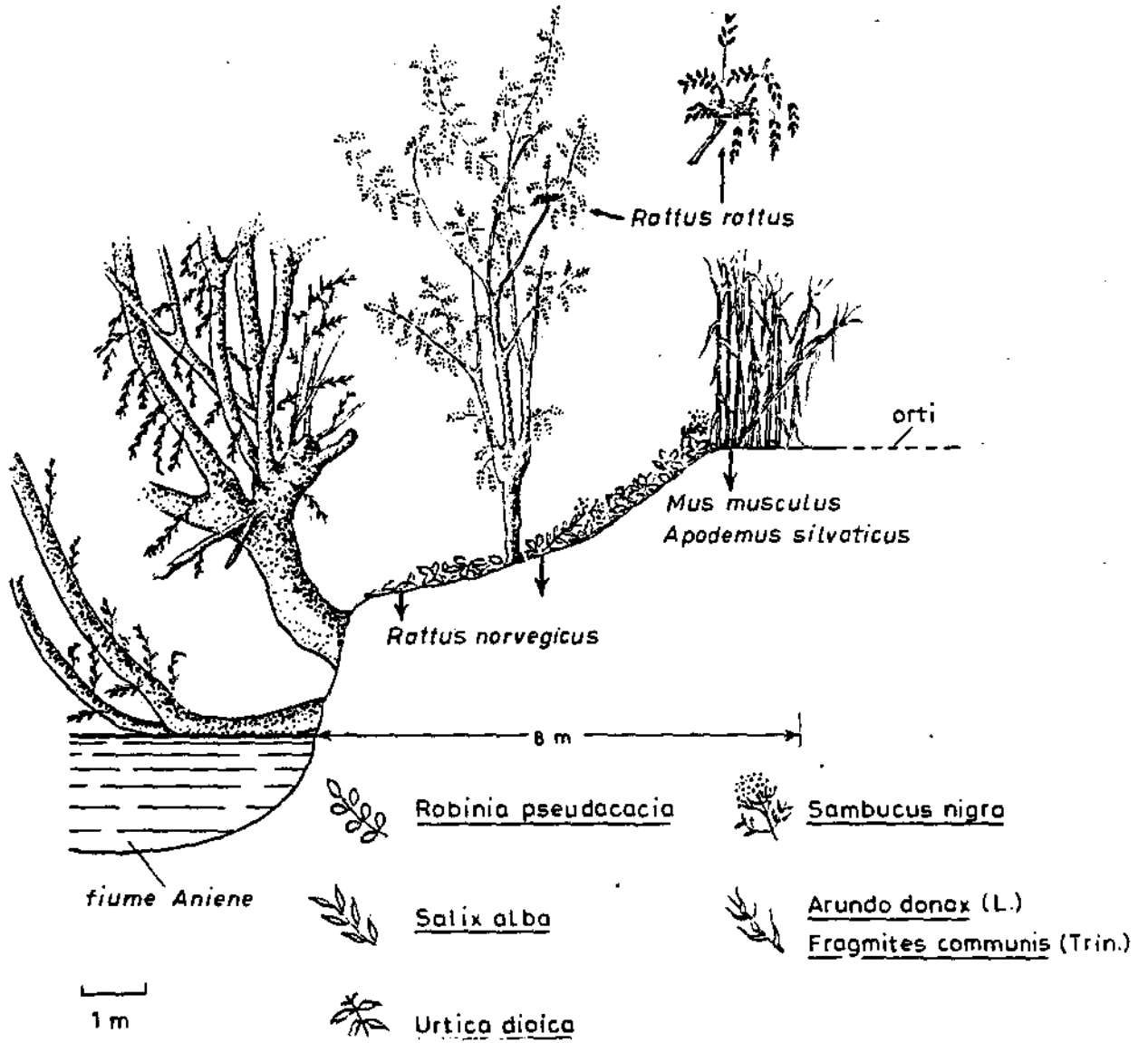


Figura 2

## 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 Rattus 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, in particolare del ratto bruno, è molto probabile.

Nelle zone rurali esso limita la sua influenza solo lungo le sponde dei fiumi, dei canali di irrigazione, nei fienili e presso le concimaie; in queste aree la sua 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 (1974) si legge come, popolazioni di queste specie insediate lungo il fiume Po, siano divenute esperte sommozzatrici, specializzandosi nella predazione di molluschi.

Lo Schiller (1956) scrive come nell'isola da 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 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 insediatosi 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 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, 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, quale lo spazio disponibile per costruire le tane, variazione 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 offre una rete fognante in buono stato, assai più restrittiva per lo sviluppo di popolazioni di Rattus norvegicus, in quanto lo spazio disponibile è estremamente limitato ed ogni altro tipo di risorsa è da parte dell'uomo facilmente controllabile. Da quanto detto è possibile una prima importante considerazione e cioè che un intervento di derattizzazione, non seguito da una 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.

Un'ulteriore informazione che gli operatori sanitari devono conoscere è quella relativa agli spostamenti periodici, migrazioni stagionali ed 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 alquanto sofisticate e macchinose, in genere utilizzate per ricerche ecologiche, mentre altre più empiriche e di facile applicazione sono 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 e 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; Spitz, 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. 1977).

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 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 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 loro 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. Inoltre, come si vedrà, la struttura sociale di questi animali non consente una ridistribuzione dei soggetti catturati nell'ambito della popolazione ed infine 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". Consiste innanzitutto nello scegliere, secondo metodologie di campionamento adeguate, i luoghi dove effettuare la valutazione.

Determinate le stazioni e segnate con numero progressivo si procede alla accurata deposizione di appositi box contenenti un quantitativo noto di cibo in polvere e 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 una 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, 1954;

Elmen, Stokes e Davis, 1954; 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 dalla 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 secondo l'alimentazione 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, le estremità sono arrotondate e la forma è incurvata. Di 12 mm circa sono invece le feci del congenere, le estremità sono appuntite e la forma è diritta e lobata. Molto più piccoli ed affusolati alle estremità sono gli escrementi dei topi (Fig.3).

Le tane hanno forma variabile secondo l'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, in tal caso l'entrata è libera da ogni ingombro, viceversa alcune ragnatele, o foglie o altro materiale presente all'ingresso ne indicano l'abbandono.

I nidi sono di difficile rinvenimento, sono comunque facilmente distinguibili per la presenza di materiale soffice, carta, stoffa,

CARATTERISTICHE DEGLI ESCREMENTI DEI MURIDI DI INTERESSE SANITARIO

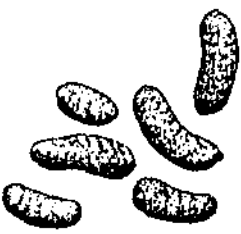

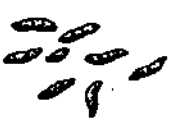
	<p>RATTO DELLE CHIAVICHE <i>R. norvegicus</i></p> <p>Estremità arrotondate Lunghezza media 18 mm</p>
	<p>RATTO NERO <i>R. rattus</i></p> <p>Estremità appuntite Lunghezza media 12 mm</p>
	<p>TOPOLINO DELLE CASE <i>Mus musculus</i></p> <p>Estremità appuntite Lunghezza media 6 mm</p>

Figura 3

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 una 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 da una 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, dato il carattere alquanto fisso di questi moduli etologici, è lecito ritenere che, sia per questa categoria di azioni che per altri comportamenti, come quello materno di cura della prole, non esista una sostanziale differenza tra animali selvatici e di laboratorio.

Nelle specie R. norvegicus e R. rattus, come in altri muridi, non vi è un dimorfismo sessuale, per cui, sebbene più piccola in dimensioni ed in peso, la femmina 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 queste il ciclo estrale avviene regolarmente ad intervalli di 5 giorni senza limitazioni stagionali. Talvolta a causa di fattori ambientali la fertilità può ridursi, 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 in ciascuna femmina, poco dopo il tramonto si ha il momento di massima sensibilità all'accoppiamento, la cui durata è di alcune ore. E' 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 i partner 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 perché 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, 1963).

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 (Tab.I). Brown (1960) tuttavia fa 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 seguita da interventi di bonifica, una femmina può andare in estro 24 ore dopo il parto (estro post-partum). Può quindi accoppiarsi nuovamente ed iniziare subito una nuova gestazione, in caso contrario però 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 poiché nella realtà spesso intervengono una serie di fattori limitanti quali la mortalità intrauterina (Perry, 1945; Watson, 1949) e post natale, la disponibilità di cibo, di spazio e la presenza di predatori. Nella riduzione della 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 la nascita e lo 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, 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 appaiono di colore rosa e non possiedono alcun meccanismo di controllo della temperatura corporea. Sono comunque sufficienti 4 giorni perché inizi a funzionare l'udito, una settimana affinché il corpo si copra di una lucente e morbida pelliccia ed infine circa 12 giorni perché 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 uno solo 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 finché 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 affinché questo gradualmente passa da una dieta liquida 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 progressivamente egli si viene a trovare 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 é stata chiarita da Reyniers 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 una 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 é 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 (Wiesner e Sheard, 1933). Infatti si é potuto 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'autostrigliatura (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 nidiata dal vecchio ad un nuovo nido. 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 imparano a distinguere il

cibo commestibile da quello dannoso (Galef e Clark, 1971). Il periodo dello svezzamento dura circa 3-4 settimane, ma il raggiungimento della 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, poiché questi roditori hanno l'abitudine di rendere confortevoli le loro



dimore rivestendo con ogni materiale (stoffa, erba secca, carta, piume etc..) le fredde ed umide pareti.

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 di costruzione, garantendo ai piccoli il giusto ambiente. E' questo senza dubbio uno dei più importanti esempi di risposta omeostatica comportamentale (Barnett, 1963; 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 questa 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 lo 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.

Tinbergen fu il primo ad osservare ed a 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, mentre 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 oggetto spesso di esplorazioni, in particolare quando le pressioni interne alla popolazione divengano forti. Questa fascia prende il nome di "area esplorativa" o

anche "area totale", in cui l'animale si muove con grande diffidenza ed 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 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 di individui che, spinti dalle tensioni sociali quali ad esempio quelle che si manifestano in condizioni di elevata densità di una popolazione, si portano all'esterno dell'home range colonizzando nuovi territori. Barnett (1963; 1975) e soprattutto Calhoun (1963) svilupparono i 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 dalla incursione 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 nidiata 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 ed omega. Gli individui appartenenti al ruolo di dominanza beta sono subordinati al maschio alfa, a cui devono spesso rivolgere rituali di sottomissione. In compenso 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, anche 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 evitano le situazioni di conflitto tra loro. Anche in questa specie, per ovvi 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. Distruggono interi raccolti, in particolare di piante pluriennali, che divorano ad ogni stadio della crescita, dal seme alla 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 si 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 le 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 è per questi roditori di circa 28 g e 50 cc di acqua (Frishman, 1982). Per Chitty e Southern (1954) i ratti hanno 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, la necessità fisiologica quale la mancanza di specifiche vitamine, le influenze sociali ed infine 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, cioè suggeriscono 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 (Jackson, 1965). 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, ogni giorno, in genere dopo aver mangiato nei luoghi abituali percorrendo sempre la stessa strada, pattugliano il loro territorio 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 importanza vitale, 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, e solo dopo qualche giorno esploreranno il nuovo oggetto o assaggeranno il nuovo cibo per familiarizzare con questi. I ratti inoltre hanno una tendenza a mangiare nuovi alimenti e se vengono privati per un certo tempo di un tipo di cibo, mostreranno poi una preferenza particolare per questo quando sarà di nuovo 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 di intelligenza, ma non è un comportamento intelligente nel senso corrente della parola, in quanto è "automatico" e non discriminante, infatti lo stesso effetto può 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 infor-

mazioni sulla fisiologia del comportamento. La "New object reaction" può essere evocata da un oggetto familiare messo in una posizione diversa, 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 consistente 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 ciò non si è ancora riusciti a capire la natura di questo comportamento (Barnett e Prakash 1976 - Barnett 1975). In ogni caso 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 ad imprevedibile (Southern 1954).

## MALATTIE

La stretta convivenza tra i ratti e l'uomo espone quest'ultimo ad essere particolarmente vulnerabile verso i numerosi agenti patogeni di cui i ratti sono portatori. Nella diffusione delle zoonosi si servono dell'urina, delle feci, del morso, del semplice contatto e di specifici vettori animali. Grazie a questi mezzi di diffusione e a parassiti, varie specie di virus, batteri, funghi e rickettsie mettono costantemente in pericolo la nostra salute. Alcune di queste malattie sono estremamente pericolose, ad esempio la peste o la leptospirosi, altre lo sono meno o non sono presenti nel nostro Paese (Tab.II).

Peste. La peste è un'affezione degli apparati respiratorio e circolatorio causata da un batterio, Yersinia (Pasteurella) pestis, individuato nel 1894 dal giapponese Kitsato e dal francese Yersin.

La peste è stata e purtroppo può ancora divenire una delle principali malattie infettive legate alla presenza di roditori, in quanto questi rispetto ad altri animali, assumono un ruolo più funzionale alla propagazione di tale malattia. I vettori responsabili della trasmissione della peste tra roditori e da questi all'uomo, appartengono a varie specie di pulci del genere Xenopsilla. Da alcune ricerche sulla struttura e dinamica delle popolazioni di roditori, sulla loro interazione con il parassita e dal grado di ecto-parassitosi in atto, è possibile individuare focolai di questa malattia. Infatti elevate densità di popolazioni di ratti e pulci sono indice di una potenziale epidemia di peste. Sebbene esista un notevole numero di

specie di roditori, in particolare muridi, in grado di veicolarla, il ratto nero risulta essere particolarmente vulnerabile, ed è stato osservato che le epidemie di peste si annunciano sovente con un notevole incremento della mortalità di questi ratti.

Spesso il processo di urbanizzazione crea le condizioni favorevoli allo sviluppo di popolazioni di R. norvegicus che si sostituiscono a popolazioni di R. rattus. Questo avvicendamento di specie di muridi comporta anche una conseguente sostituzione nelle popolazioni di pulci. Infatti è noto che mentre la specie Xenopsylla cheopis è parassita preferenziale per la specie R. rattus viceversa la pulce Nosopsyllus fasciatus, lo è per il ratto bruno. Alcuni autori vedono in questa competizione e sostituzione di popolazioni di ratti la mancanza di casi di peste nelle moderne città altamente urbanizzate, ovviamente oltre ad un migliore e più igienico assetto ambientale. Comunque a causa della sua potenziale pericolosità ed indipendentemente dal grado di infestazione il ratto nero dovrebbe essere costantemente combattuto, in particolare in quei luoghi ove per ragioni varie può direttamente o indirettamente venire in contatto con l'uomo.

Quest'ultimo, oltre a contrarre la malattia per diretto contatto con tessuti infetti, si ammala quando una pulce portatrice dell'agente patogeno passa da parassita del ratto a parassita dell'uomo dove il morbo può manifestarsi secondo i seguenti quadri clinici: peste bubbonica, peste setticemica, peste polmonare e peste silvana. La peste bubbonica consiste principalmente in un'infezione del sangue, il bacillo si arresta nelle ghiandole linfatiche, in particolare

ALCUNI ASPETTI EPIDEMIOLOGICI DELLE PRINCIPALI MALATTIE LEGATE ALLA PRESENZA MURINA		
ZOOZOSI	AGENTE PATOGENO	VEITTORE O MEZZO DI DIFFUSIONE

V I R U S		
Influenza e parainfluenza	Virus tipo A e tipo D	Asia, Europa e N. America
Rabbia	<u>Rabies virus</u>	In tutto il mondo meno Australia, Inghilterra, Nuova Zelanda, Scandinavia, e parte dell'Europa or.

B A T T E R I		
Leptosirosi	<u>Leptospira spp.</u>	In tutto il mondo
Listeriosi	<u>Listeria monocitogenis</u>	In tutto il mondo
Peste	<u>Pasteurella pestis</u>	In tutto il mondo
Pseudotubercolosi	<u>Pasteurella pseudotuberculosis</u>	In tutto il mondo
Febbre da morso di ratto	<u>Spirillum minus</u> <u>Streptobacillus moniliformis</u>	In tutto il mondo
Salmonellosi	<u>Salmonella spp.</u>	In tutto il mondo
Tularemia	<u>Francisella tularensis</u>	N. America, Europa ed Asia

F U N G H I		
Histoplasmosi	<u>Histoplasma capsulatum</u>	Probabilmente in tutto il mondo
Sporotrichiosi	<u>Sporotrichium schenckii</u>	In tutto il mondo

Tabella II

ALCUNI ASPETTI EPIDEMIOLOGICI DELLE PRINCIPALI MALATTIE LEGATE ALLA PRESENZA MURINA			
ZOOZOSI	AGENTE PATOGENO	DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA	VEITORE O MEZZO DI DIFFUSIONE
P A R A S I T I			
P R O T O Z O I			
Leishmaniosi	<u>Leishmania donovani</u>	Asia, Africa, Europa, S. America	<u>Phlebotom spp.</u>
Toxoplasmosi	<u>Toxoplasma gondii</u>	In tutto il mondo	Contatto od ingestione
T R E M A T O D I			
Schistosomiasi	<u>Schistosoma spp.</u>	In tutto il mondo	Cercaria
C E S T O D I			
Hydatidosi	<u>Echinococcus granulosus</u>	In tutto il mondo	Uova di tenia
Tenia di ratti	<u>Hymenolepis nana</u>	In tutto il mondo	Uova di tenia
N E M A T O D I			
Trichiniosi	<u>Trichinella spiralis</u>	In tutto il mondo	Carne di maiale ed altre carni contenenti cisti di <u>Trichinella spiralis</u>
R I C K E T S I E			
Tifo murino	<u>Rickettsia mooseri</u>	Nord America, Europa	Pulci infette ( <u>Xenopsylla cheopis</u> )
Rickettsia pox	<u>Rickettsia akari</u>	U.S.A. Orient. e U.R.S.S.	Zecche ed acari infetti
Scrub typhum	<u>Rickettsia tsutsugamushi</u>	Asia, Australia, Indfe Or.	Larve di acari infetti
Spotted fever	<u>Rickettsia rickettsi</u>	Nord e Sud America	Acari infetti

Tabella II (segue)

nell'inguine e sotto le ascelle, infiammandole e facendole suppurare. La mortalità può arrivare al 70% dei casi. In luoghi infestati da ratti affetti dalla Yersinia pestis anche il solo contatto con oggetti infetti può essere una via di diffusione della peste bubbonica. Nel caso in cui il batterio trasmesso dalla pulce infetta si concentra in gran numero nel sistema circolatorio si manifesta la peste setticemica che provoca la morte nella quasi totalità dei soggetti colpiti. La peste setticemica è caratterizzata dall'apparire di numerose emorragie sottocutanee che rendono la cute di colore scuro, di qui il nome di morte nera (Zeigler, 1969). La forma più grave di queste affezioni è quella polmonare. I batteri localizzati principalmente nei polmoni provocano la morte nel 90% dei casi. L'uomo, tossendo, può ovviamente essere a sua volta un importante veicolo di diffusione della malattia; ma non bisogna sottovalutare il ruolo che i roditori possono esplicare nella propagazione del contagio. Infatti sub-popolazioni di ratti colpiti da questa forma di peste possono infettare derrate alimentari o prodotti agricoli. Infine la peste silvana, scoperta per la prima volta nel 1908, è un'affezione piuttosto rara. Si trasmette tramite il contatto con carcasse di ratti ed altri roditori e meno frequentemente attraverso le pulci.

Durante gli ultimi decenni si è assistito alla presenza di casi di peste anche in zone dove la malattia si pensava fosse definitivamente debellata. Infatti nel periodo 1968-1977 sono stati registrati un totale di 28042 casi di peste umana in 21 paesi tra cui gli Stati Uniti, Unione Sovietica, Indonesia, Sud Africa, ed altri stati del sud est asiatico e dell'Africa.



Salmonellosi. E' una malattia infettiva provocata prevalentemente da batteri appartenenti alla specie Salmonella typhimurium o Salmonella enteritidis che sono in grado di provocare la morte nei loro ospiti roditori. Nel loro comportamento alimentare ed esploratorio i ratti ed i topi affetti da salmonella possono trasmettere l'infezione contaminando, con urina e feci, soprattutto le derrate alimentari, ma anche infettando oggetti di cui l'uomo si serve. Anche il bestiame può divenire un potenziale mezzo di diffusione dell'infezione come ha dimostrato l'epidemia avutasi in Svezia nel 1953 dove in un solo macello, infestato da ratti portatori di salmonella, furono individuati tramite prove batteriologiche 9000 capi con salmonella.

I più comuni e frequenti sintomi con cui si manifesta la salmonellosi sono: dolori addominali, diarrea, setticemia, nausea a vomito associati a febbre. La disidratazione, specie tra i bambini, può essere notevole.

Leptosirosi. Le Leptospire costituiscono un gruppo tassonomico di batteri appartenenti all'ordine Spirochaetales, famiglia delle Treponemataceae. Il surmolotto è il principale diffusore di questi batteri, in particolare della Leptospira icterohaemorrhagiae che si infiltra nei suoi reni ed è in seguito continuamente espulsa con le urine; questa modalità di infezione fa sì che il ratto una volta infettatosi rimane portatore per tutta la vita. Popolazioni di ratti, colpiti da leptosirosi, sono quindi in grado di infettare tramite le urine i corsi d'acqua. Il Tevere costituisce un drammatico esempio di infestazione da spirochete portate dai ratti. Infatti recentemente alcune persone

sono decedute dopo essersi tuffate nel fiume.

Attraverso le urine dei ratti le leptospire rilasciate nel foraggio possono colpire interi allevamenti di bestiame. Particolarmente esposto a questo pericolo è l'uomo nel caso in cui si alimenti di derrate, carni macellate o insaccati immagazzinati in luoghi malsani frequentati dai ratti. Sebbene il ratto delle chiaviche sia ritenuto essere il maggiore responsabile della diffusione della L. icterohaemorrhagiae in ambiente urbano, non bisogna sottovalutare il ruolo che assume il ratto dei tetti nella diffusione della leptospirosi in ambiente rurale.

Oltre all'uomo i ratti possono trasmettere la malattia anche ad animali domestici e questi all'uomo, in tal modo si eleva enormemente la probabilità di un danno alla salute pubblica.

Tra gli animali esistono dei portatori facoltativi e dei portatori propriamente detti. Mentre i primi presentano dei sintomi, i secondi non sembrano risentire in nessun modo della presenza di leptospire nei loro tessuti. Secondo Twigg (1973) di questa seconda categoria fanno parte i ratti bruni, che a causa della loro esposizione ad ambienti contaminati da leptospire sono stati soggetti ad una pressione selettiva che ha contribuito alla selezione di popolazioni di Rattus norvegicus geneticamente resistenti all'azione letale della Leptospira icterohaemorrhagiae.

Nell'uomo il batterio può penetrare attraverso l'epidermide e le mucose orali, nasali e congiuntivali. I sintomi sono inizialmente analoghi nei vari pazienti e sono caratterizzati da cefalee, vomito, prostrazione, nausea, fotofobia; col procedere dell'infezione però, i

sintomi tendono a diversificarsi nei vari soggetti e la malattia assume diverse connotazioni. Le conseguenze più serie appaiono quando vengono invasi il fegato ed i reni (morbo di Weil). In questo caso sono presenti ittero ed emorragie, e generalmente il paziente muore per il sopraggiungere di insufficienza renale.

La lotta programmata alle popolazioni murine e l'esame batteriologico delle acque di balneazione sono i principali ed indispensabili interventi profilattici di responsabilità delle autorità sanitarie. Sarebbe comunque di notevole vantaggio se gli interventi pubblici potessero essere affiancati da altre forme di prevenzione attuabili dai singoli cittadini, quali la vaccinazione degli animali domestici e la conservazione di cibi e derrate alimentari secondo criteri igienico-sanitari e di ratproofing.

Febbre da morso di ratto. Gli agenti patogeni coinvolti nella trasmissione di questa infezione sono due batteri: lo Spirillum minus e lo Streptobacillus moniliformis. La malattia può essere contratta anche in seguito ai morsi di altri roditori oltre al ratto, inoltre, anche se molto raramente, può essere trasmessa da cani e gatti ed altri animali domestici. I bambini sono particolarmente esposti al morso dei ratti in simili casi i sintomi dell'infezione possono manifestarsi anche dopo la guarigione delle ferite provocate dal morso. Febbri recidive che possono perdurare per settimane o mesi costituiscono la principale indicazione dell'infezione.

Febbre di Lassa. L'agente patogeno di questa malattia è un virus simile a quello che provoca la febbre emorragica della Bolivia ed ha un ciclo vitale particolarmente legato alla presenza di roditori. Tale virus è stato individuato nel ratto a mammelle multiple "Mastomys natalensis" o Rattus natalensis. Si sa poco su questo roditore africano, sulla sua ecologia e distribuzione stagionale. Si hanno prove di contagio da uomo a uomo, anche se ancora si ignora come l'infezione venga mantenuta nella popolazione dei roditori e se sia implicato un artropode come vettore.

Rabbia. A causa di un incremento incontrollato di volpi e cani randagi la rabbia è divenuta in questo ultimo decennio un problema particolarmente sentito in Europa. Recentemente sono stati isolati dei virus molto simili a quello della rabbia in numerosi roditori, tra i quali l'Apodemus flavicollis, il Clethrionomys glareolus e Microtus arvalis. Non vi sono comunque evidenze che permettano di collegare la rabbia riscontrata in questi roditori con l'infezione generalmente portata dai carnivori selvatici e domestici. Inoltre i casi accertati di rabbia nei roditori sono risultati essere una percentuale estremamente bassa rispetto ad altri animali (Winkler, 1972).

Encefalomiocardite. È una malattia virale diffusa ampiamente nel mondo in molte specie animali, soprattutto nei climi caldi. Nei roditori non compaiono sintomi al contrario dei suini dove l'encefalomiocardite si manifesta con perdita di appetito, febbre, encefalite e miocardite nei casi più gravi. Il virus può sopravvivere nelle feci

depositate dai vettori o dagli ospiti per parecchio tempo in ambienti non troppo sfavorevoli. La trasmissione tra gli animali e da questi all'uomo avviene tramite l'ingestione di cibo contaminato dalle feci o dall'urina. La malattia presenta nell'uomo una sintomatologia piuttosto variabile, che va da una febbre ricorrente all'incirca ogni tre giorni a encefaliti che denotano un maggior grado di infezione. In molti casi si notano disturbi a carico del sistema nervoso centrale, mentre, fortunatamente, la miocardite non è tra i sintomi riscontrati nell'uomo. Generalmente si osservano febbre, fotofobia, vomito, rigidità della nuca e delirio. Questi sintomi non sono tuttavia sufficienti per distinguerla con sicurezza da altre affezioni febbrili che coinvolgano il sistema nervoso centrale, di conseguenza l'encefalomiocardite nell'uomo è diagnosticabile solo in seguito all'isolamento ed all'identificazione del virus. Solitamente questa malattia non è mortale.

Tifo murino. Si tratta di una infezione provocata dalla Rickettsia mooseri. Il vettore principale di questa malattia è il ratto con la sua pulce Xenopsilla cheopis sebbene analoghe possibilità di trasmissione sono state osservate in molte altre specie. Le rickettsie sono rinvenute sia nelle feci delle pulci che nell'urina dei ratti e quindi le modalità di infezione possono essere svariate, dall'inhalazione di polveri contenenti feci infette essiccate all'ingestione di cibi o bevande contaminate.

Nell'uomo questa infezione si presenta prevalentemente in luoghi urbani ed è meno diffusa in località rurali (Traub et al. 1978).

La mortalità per questa malattia è piuttosto bassa, si aggira infatti intorno a poche unità per cento dei casi accertati.

Toxoplasmosi. Nella diffusione della Toxoplasmosi il protozoo Toxoplasma gondii trova nel ratto o nel topo il suo ospite intermedio.

Il protozoo, in seguito passa ad altri animali tra cui il gatto, in quanto predatore di questi roditori. La contaminazione del foraggio ed altri alimenti per animali d'allevamento è comunque il veicolo più comune per il passaggio dell'infezione ad ovini e bovini. Quindi con l'alimentazione di carni infette e mal cotte la malattia può essere contratta dall'uomo.

La toxoplasmosi è assai diffusa e si presume che circa la metà della popolazione mondiale ne venga contagiata prima del raggiungimento dell'età adulta anche se nel 30% - 60% dei casi non viene avvertita dal soggetto colpito. Comunque, nelle forme più gravi, in presenza quindi di una precisa sintomatologia, essa evolve secondo i seguenti tre stadi: 1°) fase acuta, 2°) fase subacuta e 3°) la fase cronica. I sintomi principali sono cefalee, patologia broncopolmonare, disturbi nervosi. Vi è anche la possibilità che la toxoplasmosi venga contratta durante la gravidanza, in tale caso il feto viene in genere abortito. Mentre nelle rare volte in cui il neonato viene partorito vivo presenta sempre un'associazione di sintomi molto gravi quali idrocefalia, disturbi nervosi accompagnati da crisi convulsive, atrofia cerebrale, affezioni della retina, epatosplenomegalia ed ittero.

Trichinellosi. E' causata dal nematode Trichinella spiralis. I ratti ed i topi sono i maggiori responsabili della trasmissione della malattia, che contraggono mangiando cibo contaminato dalle feci di ratti portatori dell'infezione. Questa in ambienti malsani ed infestati può facilmente passare ad animali di allevamento, in particolare a suini e da questi all'uomo.

Le trichinelle possono essere rinvenute, nei vari stadi del loro sviluppo, nell'intestino dell'uomo, del maiale, del ratto. Le forme incistate si riscontrano oltre che in muscoli di mammiferi, anche in quelli di vari uccelli.

Durante il periodo dell'incistamento la malattia non si manifesta, inoltre le cisti possono rompersi e proseguire nello sviluppo verso la maturità sessuale solo in carni in cui l'adulto può sopravvivere, e cioè nell'uomo, nel maiale e nel ratto. In questo caso, se le cisti hanno raggiunto l'ambiente adatto perchè ingerite dai loro ospiti, lo sviluppo si completa poichè le capsule delle cisti sono dissolte dai succhi gastrici e si hanno quindi le tipiche manifestazioni patologiche gastrointestinali, febbrili e muscolari che possono raramente risultare fatali.

Specie domestiche di roditori sono anche coinvolte nella trasmissione di altre importanti malattie infettive quali la poliomielite e varie forme di encefaliti.

Altre parassitosi. Oltre alla Trichinellosi sono di particolare interesse la Leishmaniosi il cui agente patogeno è un protozoo veicolato da alcune specie di ditteri appartenenti al genere Phelebotom.

In altre importanti parassitosi sono coinvolti i Cestodi Echinococcus granulosus ed Hymenolepis nana ed alcuni Trematodi del genere Schistosoma, responsabili della Schistosomiasi.

Infine le malattie da funghi trasmesse per contatto dai ratti ed altri roditori sono l'Histoplasmosi e la Sporotrichosi.



## DANNI PROVOCATI DAI RATTI

Molto probabilmente i ratti furono prima un problema economico e solo più tardi, con lo sviluppo della ricerca parassitologica si poté comprendere il loro ruolo nella diffusione di malattie e quindi divennero soprattutto un problema igienico. Sebbene quest'ultimo aspetto sia da considerarsi come prioritario per l'esecuzione e programmazione di un intervento di lotta, non va sottovalutato il ruolo devastante che i roditori commensali hanno sull'economia. Questa loro opera di devastazione del lavoro umano non è solo connessa alla necessità di alimentarsi, ma anche al loro comportamento e soprattutto alla loro capacità di contaminare con feci ed urina molto più di quanto mangiano. Un ratto adulto ogni giorno mangia una quantità di cibo pari al 10% del suo peso corporeo, cioè da un minimo di 25 g ad un massimo di 50 g per un totale di circa 15 Kg annui, a questo vanno aggiunti circa 12 l di acqua. Per quanto riguarda l'azione contaminante va ricordato che un adulto lascia sul terreno, in genere nello stesso luogo dove mangia, più di 25.000 escrementi e circa 7200 cc di urina all'anno. Danni ingenti sono inoltre provocati dalla loro necessità biologica di rosicchiare ogni cosa, infatti i loro denti incisivi hanno crescita continua, e di imbottire le loro tane con stoffa, carta, piume, segatura ed ogni altro materiale che possono rubare all'uomo e portare nelle loro dimore (Munn, 1950). A tale proposito va ricordato che un ratto è in grado di portare, tenendoli in bocca, 2 g di grano per volta (Chitty e Shorten, 1946) e che può trascinare un pezzo di pane o altro cibo pesante fino a 500 g.

I ratti possono essere a giusta ragione considerati i vertebrati più distruttivi, infatti procurano danni all'agricoltura ad ogni stadio del ciclo produttivo. I semi vengono mangiati sia nei magazzini sia sul terreno dopo la semina. Simile destino è spesso riservato ai teneri germogli ai quali viene rosicchiato l'apice vegetativo bloccando o riducendo irrimediabilmente lo sviluppo della pianta.

Danneggiano anche arbusti, frutta ed altre parti compromettendo talvolta la vita della pianta. Un caso interessante fu osservato da Turillazzi nella primavera del 1976, quando furono rinvenute più piante di carrubo la cui tenera corteccia era stata mangiata da roditori della specie R. rattus, in alcuni casi alcuni rami erano al 90% privati della corteccia. Talvolta i ratti si alimentano di una piccola porzione di quanto hanno a disposizione come nel caso delle piante di mais di cui solo alcuni chicchi delle pannocchie vengono mangiati, rosicchiandone solo la parte centrale, più tenera e lasciando l'endosperma più duro (Carlson e Hoelzel, 1949). In simili casi, per pochi chicchi danneggiati si devono gettare quintali di pannocchie. Secondo dati illustrati dall'OMS ogni anno circa 33 milioni di tonnellate di cereali vengono perduti a causa dei ratti ed oltre un quinto del quantitativo mondiale immagazzinato non viene utilizzato dall'uomo perchè danneggiato o mangiato da questi roditori. Nel 1974 Howard e Marsh stimarono che circa il 25% di tutto il raccolto mondiale era direttamente o indirettamente danneggiato dai ratti e circa il 4% del prodotto immagazzinato veniva contaminato dalle feci, dalle urine o dai peli. In simili condizioni il cibo può divenire portatore di salmonella (Smith, 1969), leptospire (Alston e Broom, 1958) o

parassiti protozoi di varie specie (Neal, 1951). Nelle sole isole Hawaii l'industria dello zucchero spende ogni anno circa 300.000 dollari per la lotta antimurina, nonostante ciò, ogni anno conta la perdita di circa 4.500.000 dollari.

L'azione distruttrice dei ratti non si limita all'agricoltura, anche negli allevamenti essi procurano danni ingenti. In allevamenti di pollame sono ghiotti di uova, uccidono e si alimentano di pulcini e quando si accorgono che una gallina mostra sintomi di debilitazione la aggrediscono. Piccioni, fagiani ed anatre sono altri uccelli che possono essere predati. Frishman (1982) scrive di un ratto che in una sola notte uccise 120 pulcini di fagiano. Negli allevamenti di conigli intere nidiate vengono sterminate dai ratti. Nei centri urbani e suburbani entrano in negozi e magazzini alimentari dove contaminano dieci volte più di quanto distruggono.

Rosicchiano ogni cosa, in caso di mancanza di acqua possono forare le tubature di piombo di un impianto idrico. Nei depositi di macchinari ed automobili rosicchiano i cavi elettrici. Negli Stati Uniti è stato stimato che il 5-25% degli incendi di stabili, catalogati "per cause non accertate" possono essere attribuibili ai ratti o topi che rosicchiando i rivestimenti isolanti dei cavi elettrici provocano un corto circuito (Bjorson, Pratt e Litting; 1968). Oltre ai cavi elettrici anche le centraline telefoniche con i relativi fili e cavi sono spesso oggetto della mania di rosicchiamento dei ratti (Neuhaus, 1957). Infine in particolare la specie R. norvegicus costruendo le proprie tane nel terreno può facilitare la caduta di argini, il malfunzionamento di scarichi e fogne, ed in casi fortuna-

tamente rari, ma purtroppo non unici possono indebolire le fondamenta di stabili.

Un adeguato accertamento quantitativo dei danni provocati all'economia dai roditori commensali è comunque assai difficile da eseguire, e forse per questo motivo la letteratura è purtroppo estremamente povera di informazioni di questo tipo che a nostro parere sarebbero di notevole interesse. L'unico tentativo fatto in questo senso risale al 1968 quando Bjorson ed alcuni suoi colleghi ipotizzarono che un ratto era capace di provocare all'economia statunitense una perdita annuale oscillante tra 1 e 10 dollari e contaminando per un valore annuale tra i 5 e 50 dollari. Gli stessi autori considerando di circa 100.000 la dimensione della popolazione di ratti presente negli Stati Uniti calcolarono che la perdita economica subita che ogni anno il loro paese subisce oscillerebbe tra 500.000 e un miliardo di dollari.

## LOTTA E CONTROLLO

Quando la presenza dei ratti si fa particolarmente drammatica esponendo la popolazione a reali pericoli igienici è necessario intervenire senza alcuna esitazione con metodi adeguati secondo la situazione ambientale, l'entità del grado di infestazione e la vastità del luogo in cui si deve intervenire. Ogni intervento di derattizzazione da eseguirsi su vasta scala, in luoghi pubblici, deve essere obbligatoriamente preceduto da una campagna informativa rivolta alla popolazione, indicante le norme di comportamento a cui ci si deve attenere durante il periodo intercorrente tra l'inizio e la fine della derattizzazione. Nelle scuole elementari gli insegnanti potrebbero prendere lo spunto per una o più lezioni di zoologia, parassitologia ed igiene.

Un intervento può essere condotto mediante l'utilizzazione di sostanze tossiche, rodenticidi, in tal caso si attua una lotta chimica, mentre nel caso in cui si faccia uso di trappole o ultrasuoni l'intervento è su basi fisiche. Infine il controllo di una popolazione di ratti può essere effettuato mediante una lotta biologica, oggi questa ultima opportunità è piuttosto rara.

Prima di addentrarci nella descrizione dei vari metodi di intervento va tenuto sempre presente che una lotta ai ratti sia essa fisica, chimica o biologica, condotta in ambienti aperti e nel migliore dei modi, che abbia pertanto dato esiti estremamente brillanti non porterà mai alla completa estinzione della popolazione, per cui saranno sufficienti pochi mesi affinché la popolazione ritorni ad una

dimensione pari a quella che aveva prima dell'intervento. Pertanto ogni derattizzazione deve essere immediatamente seguita da opere di bonifica ambientale caratterizzata da migliore antiratto (ratproofing) in grado di rendere minima la sopravvivenza di questi roditori consentendo una più confortevole e sana esistenza alla nostra specie.

#### a. Lotta chimica

I rodenticidi sono sostanze chimiche specificatamente utilizzate per la lotta ai muridi, di essi fanno anche parte alcuni pesticidi e disinfettanti la cui azione tossica può essere rivolta al controllo di popolazioni di roditori appartenenti alle famiglie di Cricetidi, Gliridi e Muridi. In particolare, le specie Mus musculus (topo domestico), Rattus norvegicus (ratto bruno) e Rattus rattus (ratto nero) sono il bersaglio principale degli interventi di derattizzazione.

Si dicono rodenticidi acuti o a dose singola quelle sostanze tossiche la cui letalità si manifesta entro 48 ore circa. Sono invece rodenticidi cronici o a dosi multiple quelli che necessitano una somministrazione ripetuta e richiedono dai 5 ai 10 giorni per provocare il decesso. Tossici acuti e cronici possiedono proprietà diverse che devono essere attentamente considerate affinché le operazioni di derattizzazione non vengano vanificate. Ad esempio è generalmente riconosciuto che gli interventi di lotta effettuati con rodenticidi a dose singola risultano più economici. Talvolta però accade che essendo tali sostanze deposte un'unica volta, esse vengano assunte in dosi

sub-letali; in tal caso gli animali saranno soggetti ad un leggero malessere momentaneo che verrà associato al cibo ingerito ed indurrà nei roditori un netto rifiuto delle esche. Per massimizzare l'azione di questi tossici prima di una derattizzazione è consigliabile effettuare un preadescamento o "prebaiting". Inoltre è di fondamentale importanza la natura ed attrattività dell'additivo alimentare che costituisce l'esca. Riteniamo quindi di aiuto fornire alcune indicazioni sulle modalità del preadescamento ed informazioni utili relative ai vari additivi preferiti dai ratti ed alcuni consigli per la realizzazione di alcune efficaci esche.

#### a.1 Il prebaiting

Il prebaiting consiste nel piazzare esche non avvelenate in modo da superare la diffidenza che i ratti possono mostrare verso un cibo nuovo e aumentare di conseguenza la probabilità che, in seguito, essi si nutrano delle esche effettivamente avvelenate. Naturalmente le esche per il prebaiting devono essere assolutamente identiche alle esche che si useranno in seguito nella lotta vera e propria e ovviamente prive della componente tossica.

Dopo due o tre notti di prebaiting i ratti supereranno ogni diffidenza ed avversione al nuovo alimento ed inoltre impareranno i luoghi ove è facile trovare che vi è del buon cibo.

Il prebaiting deve essere condotto con le stesse accuratezze ed attenzioni che si impiegano per la lotta vera e propria. Effettuato

con i dovuti accorgimenti esso migliora notevolmente l'efficacia di un rodenticida acuto; per quanto riguarda gli anticoagulanti essendo questi ad effetto molto ritardato il prebaiting non é necessario. Infatti, poiché in seguito all'ingestione di questi tossici i ratti accusano i primi sintomi di malessere dopo tre o quattro giorni, le esche funzionano inizialmente come cibo non avvelenato per cui nel trattare con gli anticoagulanti durante i primi giorni si ha automaticamente opera di prestimolazione.

Il prebaiting può continuare per un periodo di tempo indeterminato ma solitamente si raggiungono i massimi risultati dopo cinque giorni. E' importante che tutte le esche usate nel trattamento e che non vengono consumate siano rimosse prima di piazzarvi quelle tossiche. Talvolta il ritardo di un giorno nel porre queste ultime accrescerà nei ratti la voglia di mangiare quella particolare esca.

Attuando la metodologia del preadescamento si ottengono numerosi vantaggi: é consigliato in particolar modo là dove esiste una certa abbondanza di materiale trofico, in quanto abitua i ratti ad un certo cibo o dove tentativi precedenti di lotta siano risultati negativi..

La quantità di esche consumate nel prebaiting ci può dare un'idea approssimativa del numero di ratti presenti, supponendo che esse non vengano nascoste o accumulate. Inoltre, tale quantitativo é di grande aiuto nel determinare il numero massimo di esche tossiche che necessiteranno per la derattizzazione ed evitare che se ne collochino in eccedenza. Se per esempio sono state consumate giornalmente 2 kg di esche in prebaiting, non più di tale quantità dovrà essere usata nella lotta. Ovviamente tutto dipende dal tipo di tossico che si aggiunge



all'esca, infatti, per alcuni rodenticidi è sufficiente soltanto la metà del materiale usato nel prebaiting affinché i ratti mostrino segni di inappetenza non appena accusano sintomi di malessere.

Mediante il preadescamento si possono inoltre avere informazioni riguardanti la scelta dell'esca più competitiva ed appetitiva da utilizzarsi durante l'intervento di lotta. Inoltre si possono avere dati riguardanti la ricerca dei luoghi ad alta infestazione, e quindi organizzare nel modo più razionale l'intervento di derattizzazione.

Unico accorgimento nell'uso di esche prebaiting, è che queste devono essere costruite artigianalmente in quanto le esche industriali sono solo tossiche.

## a.2 Esche e loro costruzione

Un argomento molto interessante è l'importanza dell'esca, la sua composizione e gli additivi aggiunti per una maggiore funzione attrattiva.

Ogni persona coinvolta nella lotta ai ratti sicuramente si chiederà che cosa può aggiungere al tossico per aumentarne il potere attrattivo in modo tale d'essere sicuro che i ratti la trovino e la mangino. Per vari anni sono state suggerite alcune sostanze attrattive e molto spesso si sono trovate persone che hanno assicurato che gli additivi da loro aggiunti sono risultati irresistibili ai ratti; in genere chi usa additivi non ritiene opportuno diffonderne la composizione o natura. Colui il quale possedesse un attrattivo universalmente

riconosciuto come effettivamente valido, sarebbe in possesso di una vera fortuna, ma ancora nessuno si trova in tale invidiabile situazione. Comunque è ormai certo che, in particolari situazioni, vi possono essere sostanze che sono preferite ad altre, e ciò ne giustifica il largo uso.

Lo zucchero può essere considerato in linea di massima un valido additivo, in quanto è stato accertato che aumenta l'appetibilità per esche a base di cereali ed è inoltre raccomandato in particolar modo, per le esche costituite da acqua. E' quindi ragionevole che un aumento per il 5% di zucchero in tali esche possa dare ottimi risultati, come del resto possono essere impiegate anche altre sostanze dolcificanti come melassa o sciroppi vari.

Anche una buona qualità di olio o grasso, purchè non rancido, tende ad aumentare l'appetibilità di esche a base di cereali. L'olio che si può aggiungere non deve essere necessariamente di oliva ma è ottimo anche quello di semi che aggiunto in ragione del 3%-10% rende l'esca molto più accettabile e gradevole. Comunque nessuna aggiunta di olio o zucchero sarà in grado di rendere appetibile un'esca che si presenta basilamente inappetibile.

L'uso di olio è importante anche perchè lega maggiormente la polvere tossica agli alimenti ed in particolare, durante la lavorazione delle esche, impedirà che parte del veleno, sotto forma di polvere si disperda nell'ambiente di lavoro durante le operazioni di mescolamento.

Per rendere le esche meno pericolose in modo particolare ai bambini e considerando che i ratti non hanno capacità di vomitare, si

è provato ad aggiungere sostanze emetiche, in grado cioè di provocare vomito, come ad esempio il tartaro. Tuttavia questo accorgimento non è entrato nell'uso comune poiché l'affinità di tali sostanze riduce notevolmente l'appetibilità delle esche.

Spesso si tende ad aggiungere alle esche delle sostanze coloranti che, in caso di ingestione da parte dell'uomo, offrono il vantaggio di identificare dal colore il tipo di tossico presente nell'esca, ed inoltre si è notato che particolari colori sono evitati da altri animali. Esistono sostanze coloranti che non riducono l'effetto di appetibilità, come ad esempio il blu di metilene, il verde monastrale, il verde acqua.

I materiali da usare nella preparazione delle esche devono rispecchiare il più possibile le risorse trofiche della zona. Dove è disponibile poca acqua, le esche a base di grano umido, frutta e vegetali in genere, o anche esche acquatiche sono più attraenti e meglio accettate di ogni altra esca asciutta.

Le esche per ratto, essendo questo onnivoro, possono essere naturalmente di vario tipo; è bene comunque ricordare che i ratti sono molto attratti da esche di carne e soprattutto da quelle di polvere di pesce, ma è pure importante sottolineare che, oltre al loro costo molto elevato, sono molto pericolose per gli animali domestici, particolarmente attratti da questi alimenti.

L'esca più economica è generalmente quella a base di cereali, quali l'avena, che è generalmente più efficace quando viene sgusciata e riscaldata a vapore, il grano o mais è più appetibile se fresco, cioè colto da poco.

L'appropriata disposizione delle esche sul terreno è un fattore molto importante, quanto la qualità dell'esca o forse ancora di più. E' necessario innanzitutto disporre le esche nelle vie percorse dai ratti, vicino a tane riconosciute attive o in altri luoghi in cui si è determinata la presenza di tali roditori. Un'ulteriore condizione importante è porre le esche in luoghi in cui i ratti si sentano sicuri quando vanno a mangiarle, come ad esempio in punti coperti.

### a.3 Tipi di esche

#### a.3.1 Esche in box

Sono cassette o altri tipi di contenitori di esche con almeno due appropriate aperture e sufficientemente larghi per ricevere più ratti nello stesso tempo, e talvolta abbastanza grandi da contenere all'interno di essi anche esche ad acqua.

E' importante ricordare che i box evitano che altri animali domestici o bambini possano essere esposti alle sostanze tossiche ed inoltre ne rallentano la velocità di alterazione. Nel caso in cui l'esca usata sia in polvere è possibile calcolare l'ammontare consumato dai ratti ed avere una stima approssimativa dei ratti colpiti.

### a.3.2 Esche acquatiche

Se disponibile, i ratti bevono acqua giornalmente, ma dove le risorse idriche sono limitate le esche acquatiche possono essere particolarmente efficaci.

E' comunque bene ricordare che l'acqua è l'elemento base per tutti gli animali, pertanto l'uso di questa esca, deve essere limitato in luoghi ove non sono presenti animali domestici. Sostanze anticoagulanti possono essere usate in esche ad acqua, con la stessa concentrazione utilizzata per le esche solide. Per aumentarne l'appetibilità è possibile aggiungere zucchero.

In situazioni di particolare infestazione ed in cui l'ambiente sia circoscritto e nel quale possa essere impedito completamente l'accesso ad altri animali, come ad esempio nei mattatoi, si può utilizzare in acqua un potentissimo veleno acuto: il 1081. In Italia questo tossico non è particolarmente impiegato a causa della sua elevata tossicità e per la mancanza di antidoto in caso di avvelenamento accidentale degli operatori. Esche a base di acqua sono particolarmente utili nel caso si debbano colpire roditori che frequentano magazzini alimentari o negozi.

### a.3.3 Esche in blocchi di paraffina

E' un tipo di esca prodotto commercialmente, quindi facilmente reperibile. Si ottiene mescolando ai cereali degli anticoagulanti, ed

immergendoli successivamente in contenitori di paraffina questa indurendo preserverà l'esca dai danni provocati dall'umidità o direttamente dall'acqua. E' questo il motivo per cui vengono usate soprattutto nelle reti fognarie o in luoghi prossimi a canali di drenaggio.

#### a.4 Rodenticidi acuti o a dose singola

Quando nel 1944 il Prof. K.P. Link dell'Università del Wisconsin sintetizzò per la prima volta il Warfarin, un rodenticida cronico derivato cumarinico ad azione anticoagulante, ci si trovò ad una svolta importantissima nell'evoluzione delle tecniche di lotta antimurina. Fino ad allora condotta con tossici acuti pericolosi non solo per gli animali domestici ma anche per l'uomo, in pochi anni l'uso degli anticoagulanti si diffuse in ogni luogo, segnando un drastico declino nell'utilizzazione dei rodenticidi a dose singola. Furono comunque sufficienti pochi anni di uso indiscriminato di anticoagulanti per comprendere che l'impiego dei tossici acuti era comunque indispensabile per la soluzione di specifici problemi: per esempio, nel caso di aree massivamente infestate, per le quali le operazioni di derattizzazione hanno carattere di massima urgenza, o dove le condizioni ambientali, economiche e di sicurezza consentono la permanenza dell'esca per una sola notte. Infine, poichè l'uso indiscriminato ed irrazionale dei rodenticidi anticoagulanti dà origine ad una pressione selettiva orientata a selezionare popolazioni di roditori geneticamente resistenti, l'uso delle sostanze acute è un'ulteriore indi-

spensabile occasione per una derattizzazione efficace e corretta (Tab.III).

Scilla rossa. E' un glicoside naturale, che si estrae da piante appartenenti alla famiglia delle Liliacee. Già nel medioevo era usato come rodenticida in alcuni paesi mediterranei, ma è solo verso la fine del 19° secolo che diviene uno dei rodenticidi più utilizzati negli stati europei e nord-americani. Le esche possono contenere una concentrazione di sostanza tossica del 10% (tipo con  $LD_{50} = 500$  mg/kg) o del 5% (tipo con  $LD_{50} = 250$  mg/kg), queste ultime sono più efficaci ed hanno una migliore accettabilità. Devono essere solide, costituite principalmente da cibo secco, ed inoltre, data la forte igroscopicità e facile degradazione del rodenticida, le esche non devono essere utilizzate in luoghi esposti all'aria aperta o all'umidità.

Per la medesima ragione, la conservazione del tossico deve avvenire in contenitori assolutamente ermetici e tenuti in ambienti asciutti. E' un rodenticida alquanto specifico, da usarsi principalmente nella lotta contro popolazioni di ratti bruni. Pur essendo un tossico acuto, la sua velocità d'azione è lenta, e la morte sopraggiunge per paralisi cardiaca. Tale intervallo di tempo consente, in caso di intossicazione umana, adeguati interventi terapeutici. Inoltre, la proprietà emetica di questo rodenticida permette all'uomo ed agli animali domestici che hanno ingerito accidentalmente un'esca, di espellere il tossico vomitando; tale reazione è invece assente nei ratti, a causa della loro struttura anatomico-funzionale. E' appunto questa prerogativa che fa della Scilla rossa un rodenticida abbastanza

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI RODENTICIDI ACUTI PIU' COMUNI IN COMMERCIO														
	RODENTICIDI	SPECIE SENSIBILI R F M	DOSE LETALE (mg/Kg)	PERCENTUALE NELLE ESCE.	SOLUBI LITA' IN					TIPO DI ESCA	EFFICACIA	ACCETTABILITA'	ELACCETTABILITA'	RESISTENZA SVALORATA
					ACQUA	OLIO	FRESCA	SECCA	ACQUA					
RODENTICIDI SCARSAMENTE PERICOLOSI	NORBORMIDE	* *	5-12 R F	1	NO	SI	SI	SI	NO	SCARSA	SCARSA	SCARSA	SI	
	SCILLA ROSSA	*	500 <sup>(1)</sup>	10	SI	SI	SI	SI	SI	MEDIA	MEDIA	SCARSA	NO	
RODENTICIDI MEDIANAMENTE PERICOLOSI	ANTU	*	8	1,5	NO	NO	SI	SI	NO	BUONA	BUONA	SCARSA	SI	
	CALCIFEROLO	* *	40 Rn <sup>(2)</sup> 15,7 Mm	0,1	NO	SI	SI	SI	NO	BUONA	BUONA	BUONA	NO	
	FOSFURO DI ZINCO	* * *	40	1	NO	SI	SI	SI	NO	BUONA	BUONA	BUONA	NO	
	VACOR (PYRINURON, RH-787, DLP-787)	* *	5-12	0,5-2	NO	NO	SI	SI	NO	BUONA	MEDIA	MEDIA		
RODENTICIDI ESTREMAMENTE PERICOLOSI	ANSEMICO	* *	100 <sup>(3)</sup>	3	SI	NO	SI	SI	SI	MEDIA	MEDIA	MEDIA	SI	
	CRINDINA (CASTRIK)	* * *	1-5	0,25-1	NO	SI	SI	SI	NO	BUONA	SCARSA			
	FLUORACETATO DI Na (1080)	* * *	5-Rn 2-RF 10-Mm	0,223 % 3,75g/l	SI	NO	SI	NO	SI	BUONA	BUONA	BUONA	NO	
	FLUORACETAMIDE (1081)	* * *	15-Ratti 51-Mm	2	SI	NO	SI	NO	SI	BUONA	BUONA	BUONA	NO	
	FOSFURO GIALLO	* *	1,7	0,05	NO	SI	NO	SI	NO	BUONA	BUONA	MEDIA	NO	
	SOLFATO DI TALLIO	*		0,5-2	SI	NO	SI	SI	SI	BUONA	BUONA	BUONA		
	STRICNINA (ALCALOIDE) (SOLFATO)	*	6 6	0,6 0,8	NO	NO	NO	SI	NO	MEDIA	MEDIA	SCARSA	SI	

(1) Livello minimo. Tipi più tossici di Scilla danno risultati migliori.  
(2) Se somministrato in cronico : 11,5 mg/Kg/die per R.n. e 8 mg/Kg/die per M.m.  
(3) Assorbimento correlato alla dimensione delle particelle.  
Quelle di 6-9 mu di diametro sono le più tossiche.

Tabella III





sicuro per la salute umana. La manipolazione di questa sostanza durante la confezione delle esche va comunque effettuata con guanti protettivi, data l'elevata proprietà irritante del tossico.

Stricnina. E' un alcaloide che si estrae dalla noce vomica (Strychnos nux-vomica). Se somministrata sotto forma di base ( $LD_{50} = 6 \text{ mg/kg}$ ), è utilizzata a concentrazioni dello 0,6%, mentre se somministrata sotto forma di solfato ( $LD_{50} = 8,0 \text{ mg/kg}$ ), viene soprattutto impiegata in esche solide a concentrazioni di 0,8%. La stricnina, conosciuta fin dal 17° secolo, veniva utilizzata per la lotta a mammiferi nocivi di ogni specie; ha trovato largo uso in ambienti rurali, in quanto l'effetto tossico sul pollame appare essere molto basso. Oggi, l'uso della Stricnina è praticamente scomparso, ed in molti paesi il suo uso è legalmente vietato.

Fosfuro di zinco. E' un rodenticida conveniente, in quanto assai economico ed efficace; per queste ragioni è stato frequentemente usato in passato per campagne di derattizzazione a vasto raggio. Attualmente, il suo impiego è soprattutto limitato all'uso domestico rurale. E' una polvere grigio-scura che, inumidita, libera fosfina ed emana un forte odore d'aglio, repellente per l'uomo e per gli animali domestici, ma non per ratti e topi, verso i quali sembra anzi essere attrattivo. Le esche venivano generalmente confezionate artigianalmente, a concentrazioni molto differenti tra loro; oggi, per una lotta più efficace, si tende a confezionare esche solide con concentrazione di 1% ( $LD_{50} = 40 \text{ mg/kg}$ ).

L'ingestione di un quantitativo letale di fosforo di zinco produce una paralisi cardiaca, mentre l'assunzione di dosi sub-letali induce danni talvolta assai gravi al fegato ed all'intestino. E' un rodenticida aspecifico, in quanto è in grado di colpire indistintamente varie specie di roditori. Nel caso in cui un operatore venga accidentalmente intossicato da fosforo di zinco, si conoscono prassi d'emergenza e terapie di disintossicazione (ad esempio, si può somministrare un lassativo con abbondante aggiunta d'acqua). Comunque, in caso d'avvelenamento, è importante ricordare che al paziente deve essere assolutamente vietata l'ingestione di grassi o latte per questo motivo, la confezione di esche con alimenti grassi ne potenzia l'efficacia.

Fluoroacetato di sodio. Contrassegnato dalla sigla 1080, appare per la prima volta come rodenticida nel 1945, per interessamento dell'U.S. Fish and Wildlife Service; è stato usato con relativa frequenza per una decina d'anni, in particolare negli Stati Uniti, in luoghi notevolmente infestati da popolazioni Murinae. E' un rodenticida altamente efficace ed aspecifico. La morte provocata da paralisi cardiaca a cui si sommano altri effetti collaterali sul S.N.C., avviene fra 1 ed 8 ore dall'ingestione. Il valore medio della LD<sub>50</sub> per i ratti è di circa 3 mg/kg, mentre la concentrazione nelle esche solide oscilla tra lo 0,22% e lo 0,32%. Nel caso in cui i soggetti da combattere ingeriscano dosi subletali, non si verificano fenomeni di intolleranza, per cui gli animali continueranno a mangiare l'esca fino ad ingerirne il quantitativo letale. L'uso di tale rodenticida deve essere motivato

dalla presenza di rigide condizioni, quali: la necessità di un intervento di derattizzazione estremamente urgente, l'elevatissimo grado di infestazione, l'area o il luogo di intervento è limitato e possibilmente confinato, possibilità di prelevare le esche non consumate o le carcasse degli animali morti, ed anche che esistano le condizioni per limitare e controllare la presenza dell'uomo e degli animali domestici nella zona da derattizzare. Infine, per la sua elevata tossicità, il trattamento della sostanza, la confezione delle esche e la loro deposizione sono operazioni assolutamente riservate a personale altamente qualificato, in quanto, nel caso di intossicazione umana, non si conosce alcun antidoto.

Fluoroacetamide. A causa dei vari incidenti letali accaduti ad operatori che avevano trattato il 1080, si cercò un rodenticida che possedesse caratteristiche simili al fluoroacetato di sodio, ma fosse meno pericoloso per la salute dell'uomo e degli animali domestici. Nel 1955 apparve con la sigla 1081 il rodenticida fluoroacetamide; rispetto al 1080, esso presenta una più bassa tossicità e quindi una minore pericolosità nel suo trattamento. Infatti, la  $LD_{50}$  media per i ratti è di circa 14 mg/kg; per questo motivo, la concentrazione nelle esche è molto più elevata. La sua velocità di azione è relativamente più lenta di quella del 1080. La fluoroacetamide è pressochè simile al fluoroacetato di sodio per tutte le altre caratteristiche, tra cui la mancanza di antidoto.

Alfa-naftiltiourea-Ottenuto dall'americano Richter nel 1945, è meglio conosciuto con la sigla ANTU. E' stato impiegato in derattizzazioni a vasto raggio durante gli anni successivi all'ultimo conflitto mondiale, in particolare in aree urbane e suburbane dei paesi anglosassoni. Reperibile in commercio sotto forma di polvere grigio-blu, esso è insolubile, inodore, e caratterizzato da un'elevata stabilità nei riguardi dell'azione dell'aria e della luce. Quest'ultima caratteristica ha determinato per anni la scelta dell'ANTU per campagne di lotta antimurina durante le quali le esche dovevano essere deposte in aree aperte e quindi rimanere esposte per giorni all'azione degli agenti atmosferici. E' un rodenticida specifico per la specie Rattus norvegicus, e viene utilizzato ad una concentrazione oscillante tra l'1% ed il 3% ( $LD_{50} = 8 \text{ mg/kg}$  per i ratti bruni). Come per la Scilla rossa, la velocità di azione è lenta: la morte, attribuibile ad edema polmonare, può sopraggiungere anche dopo 48 ore dall'ingestione. Attualmente, l'uso di questo rodenticida è in declino a causa della comparsa di nuovi rodenticidi, della sua notevole tossicità verso cani, gatti, suini, pollame, per l'assenza di antidoti specifici nel caso di intossicazione umana, e per l'insorgenza di fenomeni di tolleranza riscontrata in molte popolazioni trattate rispettivamente.

Norbormide. Di fabbricazione relativamente recente (1964), si ottiene dalla imide maleica. Originariamente, lo si trovava in commercio, soprattutto negli Stati Uniti, sotto le denominazioni "Soxin" o "Raticate". La sua caratteristica principale è quella di essere tossico per i ratti (ed in particolare per la specie Rattus

norvegicus: LD<sub>50</sub> = 12 mg/kg) ma inefficace sull'uomo, anche in caso di dosi elevate (1000 mg/kg). Le esche presentano valori di concentrazione di 0,5% per la lotta ai ratti bruni e di 1% per le popolazioni di ratti neri. L'applicazione pratica di questo rodenticida diede inizialmente risultati contrastanti: mentre in alcuni luoghi e circostanze risultò particolarmente efficace, in altri si ebbero scarsi risultati. In seguito a diverse ricerche sperimentali, si poté osservare una capacità dei ratti a percepire la presenza di Norbormide nelle esche. Per tale motivo, si suggerisce di usarlo con esche fresche in luoghi poveri di materiale trofico, o come polveri traccianti in luoghi frequentati dall'uomo o magazzini di derrate alimentari o allevamenti.

Calciferolo. E' un prodotto bianco cristallino, leggermente solubile in olio. In presenza di aria, luce solare o umidità si degrada facilmente e perde gran parte della sua tossicità.

E' un comunissimo supplemento dietetico utilizzato sia per l'uomo che per gli animali. Quando viene assunto in quantità tossiche provoca l'assorbimento di calcio dall'intestino e dal midollo osseo nel sangue ed il successivo deposito nei polmoni, nel sistema circolatorio e nei reni. La morte avviene per blocco renale, nei ratti in genere dopo 4-8 giorni. Può essere somministrato sia come un veleno acuto in dosi di 15,7 mg/kg nel Mus musculus e 40 mg/kg nel Rattus norvegicus, sia in cornico, per tre giorni, in dosi rispettivamente di 8 mg/kg e 11,5 mg/kg. Negli interventi di lotta questo tossico viene somministrato generalmente in cronico, secondo le stesse modalità degli anticoa-

gulantí. E' stato usato con successo contro popolazioni sia di topi che di ratti resistenti agli anticoagulanti. E' tossico sia per l'uomo che per gli animali domestici ma il suo lento meccanismo di azione consente la somministrazione tempestiva degli antidoti: cortisone e calcitonina. Nei luoghi in cui vi sia grande abbondanza trofica è opportuno effettuare il prebaiting.

Vacor. Conosciuto anche come RH-787, DLP-787 o Pynuron, è un derivato dell'urea che si presenta sotto forma di polvere bianco-giallastra, apparentemente inodore e insapore, insolubile sia in olio che in acqua, è chimicamente abbastanza stabile. E' un rodenticida molto tossico verso il ratto bruno, meno verso il Mus musculus, in entrambe le specie la morte sopraggiunge dopo molte ore. Nella lotta contro i topi ha un'efficacia paragonabile a quella del fosforo di zinco, mentre si è dimostrato meno pratico del calciterolo e del Brodifacoum. Poichè questo veleno può causare intossicazioni impreviste nell'uomo ed è tossico per molti animali domestici, è opportuno porre grande attenzione e cura allorchè lo si manipola e si dislocano le esche sul campo.

#### a.5 Altri rodenticidi

Alcuni rodenticidi utilizzati con una certa frequenza decine di anni fa sono attualmente scomparsi o, nella maggior parte dei casi, ne sono vietati legalmente l'uso e la fabbricazione. E' questo ad esempio

il caso del carbonato di bario, del solfato di tallio, del fosforo giallo, e della Crimidina; quest'ultima fu fabbricata in Germania dopo la seconda guerra mondiale, e considerata per alcuni anni come rodenticida alternativo al 1080 e al 1081, in particolare per la lotta a roditori di campagna, soprattutto perché in casi di intossicazione umana se ne conosceva l'antidoto.

I composti dell'arsenico (anidride arseniosa, arsenito sodico, ossido di arsenico) erano un tempo rodenticidi frequentemente usati in interventi domestici di derattizzazione o comunque limitati a ristrette aree, sia urbane che rurali.

L'acido fluoroacetico, gli insetticidi organofosforici, ma soprattutto l'Endrin mista per il 50% a DDT furono altre sostanze tossiche utilizzate come rodenticidi nell'ambito delle attività agricole.

Vanno infine ricordati alcuni rodenticidi di recente fabbricazione ed ancora in fase sperimentale, per i quali non esistono ancora sufficienti indicazioni sul grado di efficacia rapportato alle varie situazioni ambientali di lotta; tra essi l'RS-150 è molto tossico ( $LD_{50} = 1-4 \text{ mg/kg}$ ), aspecifico e non presenta possibilità di avvelenamenti secondari in quanto in circa 3 giorni si degrada perdendo la sua proprietà tossica.



#### a.6 Rodenticidi fumiganti

I più noti sono il cianuro di calcio, il bromuro di metile ed il bisolfuro di carbonio; molto più raro è stato l'uso del biossido di carbonio.

Il cianuro di calcio viene venduto ed impiegato allo stato granulare, ed immesso direttamente nelle tane dei roditori o in sistemi fognari: il tossico, a contatto con l'acqua, libera acido cianidrico.

Il bromuro di metile è il più tossico dei tre sopracitati; esso è inodore, si presenta allo stato liquido ma è molto volatile, è aspecifico, molto efficace ed economico.

Il bisolfuro di carbonio è anch'esso un liquido volatile; il suo uso è condizionato soprattutto dal fatto che nelle vicinanze non vi siano sostanze infiammabili, visto che esso è altamente esplosivo.

#### a.7 Polveri traccianti tossiche

Sono rodenticidi polverizzati ad alte concentrazioni che vengono sparsi strategicamente in luoghi frequentati dai roditori: sul pavimento, lungo le pareti, o all'interno delle gallerie, delle loro tane.

Il ratto a contatto con la polvere tossica oggi costituita prevalentemente da derivati cumarinici, ne raccoglie un certo quantitativo sulle zampe e nella pelliccia; in seguito, quando gli animali si autoelettono, leccandosi il corpo, ne ingeriscono quantità letali.

Poiché i ratti nei loro spostamenti possono depositare la polvere tossica in ogni luogo da loro frequentato è opportuno non usare questo tipo di rodenticida all'interno o in prossimità di magazzini di derrate alimentari o nei pressi di luoghi frequentati dall'uomo.

#### a.8 Rodenticidi cronici o a dose multipla

L'origine degli anticoagulanti è attribuibile alla casuale osservazione di una sindrome emorragica, associata ad una diminuzione dei livelli plasmatici di protrombina, riscontrata in alcuni capi di bestiame che erano stati inavvertitamente nutriti con foraggio contenente del trifoglio avariato. Alcuni anni dopo, nel 1941, il Prof. K.P. Link dell'Università del Wisconsin dimostrò come tali casi emorragici fossero provocati dalla presenza nelle piante di una sostanza tossica, il Dicumarolo (Goth, 1976). Questo derivato della Cumarina può essere quindi considerato il precursore di tutti i rodenticidi anticoagulanti, anche se il primo vero rodenticida di questo tipo, il Warfarin, apparve per la prima volta nel 1944 ottenuto dallo stesso Link per condensazione della 4-idrossicumarina.

Da allora fino ad oggi molti altri anticoagulanti si aggiunsero alla lista dei rodenticidi cronici; alcuni di essi come il Warfarin sono degli idrossicumarinici, mentre altri sono derivati dall'1,3-indandione. Tali sostanze, sebbene presentino degli elementi di diversità, dal punto di vista tossicologico agiscono tutti allo stesso modo, inibendo i processi biochimici di formazione della protrombina

provocano la morte per emorragie interne. In realtà, l'esatto meccanismo di azione di questi rodenticidi non è ancora del tutto noto, tuttavia osservando che in un soggetto intossicato da anticoagulanti la somministrazione di vitamina K riporta i livelli ematici di protrombina alla normalità, è stato suggerito che questi tossici agiscano da antimetaboliti della vitamina K, localizzandosi sui recettori della vitamina ed impedendone la funzionalità.

Questi rodenticidi possiedono alcune importanti caratteristiche che hanno indotto l'uomo ad usarli massivamente: in relazione ai tossici acuti sono molto più sicuri, in quanto i roditori possono essere colpiti da pochissimi mg/Kg, mentre per l'uomo e gli animali domestici tale valore è comparativamente molto più elevato. Anche la lenta velocità di reazione e la necessità di dosi ripetute è un ulteriore fattore di sicurezza, in quanto si ha sufficiente tempo per intervenire con somministrazioni opportune di vitamina K, in caso di intossicazione accidentale. La risposta biologica individuale a questi rodenticidi è variabile, dipendentemente da molti fattori, tra cui ad esempio una differenza nella trasformazione metabolica o nell'assorbimento gastro-intestinale; quest'ultimo può essere influenzato dalla dieta, e per questo motivo per coloro che manipolano rodenticidi cronici è consigliabile una adeguata dieta che possa supplire ad un eventuale calo funzionale della vitamina K. Se usati razionalmente e ad appropriate concentrazioni non producono nei roditori sintomi tali da indurli a rifiutare le esche prima di averne ingerito un quantitativo letale.

Gli anticoagulanti possono essere utilizzati proficuamente in

esche solide o liquide ma anche in polveri traccianti; il loro effetto tossico non diminuisce anche se lasciati esposti agli agenti atmosferici per più giorni. Sono rodenticidi specifici, inodori, pressoché insapori, non danno origine a fenomeni di tolleranza.

Per la loro differente struttura chimica i rodenticidi cronici vanno distinti in due gruppi: i derivati cumarinici o idrossicumarinici, e i derivati dell'1,3-indandione, o indandioni (Tab.IV). Appartengono al primo gruppo il Warfarin ed il Fumarin, che hanno caratteristiche simili; nelle esche alimentari essi sono impiegati a concentrazioni tra lo 0,025 e lo 0,035%, mentre come per altri anti-coagulanti la concentrazione nelle polveri traccianti è di 1%. Simile è anche il valore della LD<sub>50</sub> cronica pari a 1 mg/kg/d. Assai minore è invece il valore tossico del Coumachlor (LD<sub>50</sub> acuta = 900-1200 mg/kg) e per questo motivo esso è considerato più sicuro dei precedenti, meno efficace nella lotta al genere Rattus ma più efficace per combattere la specie Mus musculus. Il Coumatetralyl, da alcuni anni in uso anche in Italia, è considerato tra i più tossici ed è stata più volte accertata la sua importante proprietà di colpire anche le popolazioni resistenti. Questa prerogativa è propria anche al Difencoum, che è in uso dal 1974 e che è inoltre estremamente importante anche per la sua proprietà selettiva: mentre è particolarmente potente contro i roditori (LD<sub>50</sub> = 1,8 mg/kg) lo è molto meno verso gli animali domestici (LD<sub>50</sub> = 80 mg/kg). Altri idrossicumarinici sono il Coumafuryl, molto usato in Germania, Messico e Stati Uniti, ed il Dicoumarol.

Al gruppo degli indandioni appartengono il Pindone (LD<sub>50</sub> acuta

50 mg/kg; LD<sub>50</sub> cronica = 15-35 mg/kg/d) in uso dal 1942 come insetticida ed ora in declino a causa della sua elevata tossicità verso gli animali domestici (LD<sub>50</sub> cronica per il cane = 2,5 mg/kg/d) il Diphacinone (LD<sub>50</sub> acuta = 3 mg/kg; LD<sub>50</sub> cronica = 0,1 mg/kg/d) molto più tossico del precedente ed il Chlorophacinone, simile al primo come tossicità verso i roditori ma molto meno tossico per l'uomo e per gli animali domestici. Essi sono attualmente i derivati dell'1, 3-indandione più usati in Italia. Altri rodenticidi di questo tipo sono il Pival ed il PMP.

La selezione di popolazioni geneticamente resistenti all'azione anticoagulante è indubbiamente l'aspetto più negativo dell'uso indiscriminato ed irrazionale dei rodenticidi cronici.

#### a.8.1 Resistenza agli anticoagulanti

Durante questi ultimi 20 anni la massiva utilizzazione di rodenticidi anticoagulanti ha favorito lo svilupparsi ed il diffondersi di ratti geneticamente resistenti.

La comparsa di tali popolazioni ha avuto origine nel nord-Europa quando si osservò che alcune popolazioni di R. norvegicus non erano più controllabili con l'impiego di questi tossici.

Ratti bruni resistenti agli anticoagulanti furono rinvenuti per la prima volta nel 1958 in un'area rurale situata nei pressi di Glasgow in Scozia. L'anno seguente popolazioni con soggetti resistenti furono trovati in Inghilterra, nel Galles, nel 1962 in Danimarca in

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI RODENTICIDI ANTICOAGULANTI PIU' COMUNI IN COMMERCIO													
RODENTICIDI	PERCENTUALE NELLE ESCHÉ	SPECIE SENSIBILI			DOSE LETALE (mg/Kg)	SOLUBI LITA' IN		TIPO DI ESCA			EFFICACIA	ACCETTABILITA'	RESISTENZA SVILUPPATA
		Rn	Rf	Rm		ACQUA	OLIO	FRESCA	SECCA	ACQUA			
<b>IDROSSICUMARINICI</b>					1	NO <sup>(1)</sup>	SI	SI	SI	SI	BUONA	BUONA	NO <sup>(2)</sup>
- BRODIFACOUM	0.001-0.005 0.005 0.01	*	*	*									
- BROMADIOLONE	0.005 0.01	*	*	*									
- CUMATETRALYL (RACUMIN)	0.03-0.05 0.05	*	*	*									
- FUMARIN (CUMAFURYL)	0.025 0.025-0.05	*	*	*									
- WARFARIN	0.005-0.025 0.025-0.05	*	*	*									
<b>INDANDIONI</b>						NO <sup>(1)</sup>	SI	SI	SI	SI	BUONA	BUONA	NO <sup>(2)</sup>
- CHLOROPHACINONE (ROZOL)	0.005-0.01 0.01	*	*	*									
- DIPHACINONE	0.005-0.01 0.0125-0.025	*	*	*	0.5								
- ISOVALEZYLL-INDAN DIONE (PMP)	0.055	*	*	*									
- PIVAL (PINDONE)	0.025 0.025-0.05	*	*	*	1								
<p>(1) Generalmente sono solubili i sali di Sodio e di Calcio</p> <p>(2) In una popolazione vi possono essere individui geneticamente resistenti</p>													

Tabella IV



un'area rurale dello Jutland del Sud (Jackson, 1969) e nel 1979 in Italia in un'area suburbana della città di Roma (Turillazzi e Alessandrini, 1980). Oltreoceano negli Stati Uniti, nel North-Carolina Jackson e colleghi dimostrarono la presenza di soggetti insensibili al Warfarin.

Ricerche di laboratorio condotte in USA hanno dimostrato che la resistenza a rodenticidi anticoagulanti non deriva da risposte fisiologiche in seguito al consumo di dosi subletali di esca, ma piuttosto ad una mutazione genetica già presente o di un'alterazione nelle funzioni vitali che facilita la sopravvivenza dell'individuo dopo il consumo del farmaco. Infatti poiché in un ratto sensibile il Warfarin compete con la vitamina K impedendo la produzione della protrombina, è stato ipotizzato che questa mutazione sia responsabile della produzione di una proteina alterata, coinvolta nel meccanismo di sintesi della Protrombina, che abbia più affinità per le molecole di vitamina K e non per molecole di Warfarin, per cui la protrombina viene sintetizzata normalmente.

Studi sulla genetica sulla resistenza di veleni anticoagulanti derivati dalla cumarina condotti negli USA, hanno rivelato che questo fenomeno nel R. norvegicus è dovuto ad un singolo fattore autosomico e ciò è chiaramente di natura genetica poiché questa caratteristica viene trasmessa ad una parte rilevante della prole (Jackson, Brooks, Bowerman e Kaukeinen, 1975).

Per quanto riguarda la specie R. rattus invece studi condotti in Inghilterra hanno accertato che la resistenza al Warfarin in questa specie è dovuta a più fattori genetici, per cui con molta probabilità



é possibile trovare individui resistenti in ogni popolazione di una certa grandezza, che verranno quindi evidenziati in condizioni di pressione selettiva, dovuta ad esche contenenti questo veleno senza che sia necessario l'intervento di nuovo materiale genetico dovuto a flusso genico o mutazioni (Greaves, Redfern e Anasuya, 1976).

La presenza di ratti resistenti ai veleni anticoagulanti, crea notevoli e nuovi problemi per il controllo delle popolazioni murine poichè richiede l'applicazione di metodiche di lotta alternative, spesso più complesse da attuare e più pericolose per l'uomo.

Quando si è certi della presenza, in una popolazione, di soggetti resistenti ai tossici anticoagulanti si deve sospendere immediatamente l'uso degli anticoagulanti e, se le condizioni lo permettono, iniziare una lotta con tossici acuti, o con trappole o altri metodi, con lo scopo principale di distruggere tutti i possibili ratti resistenti. Con ciò, il problema della resistenza non si deve reputare un fenomeno irrisolvibile, per cui gli anticoagulanti si possono sempre considerare come le esche più efficaci ed importanti.

La determinazione di eventuali ratti resistenti presenti nei luoghi da derattizzare è quindi una prassi di fondamentale importanza che dovrebbe essere attuata prima di ogni intervento di lotta con esche anticoagulanti. A questo scopo viene qui esposta una metodologia suggerita dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) per la verifica della presenza di ratti resistenti in popolazioni da combattere.

## a.8,2 Metodologia O.M.S.

La seguente metodologia suggerita dall'O.M.S. (Jackson, Brooks, Bowerman e Kauneinen 1975) è stata ampiamente adottata e collaudata deve essere scrupolosamente applicata a ratti catturati nel luogo dove si intende effettuare una derattizzazione.

Secondo questo metodo la prova è divisa in due parti senza soluzione di continuità e mantenendo la T a  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e l'U.R. al  $70\% \pm 10\%$ . La 1ª parte si divide a sua volta in tre fasi: a) PREFASE o fase di adattamento, b) PRIMA FASE SPERIMENTALE ed infine c) RICOVERO.

Prefase. Consiste nel porre l'animale in una gabbia singola, e alimentarlo per 7 giorni, con del mangime bilanciato da laboratorio ridotto in polvere. Durante questo periodo che serve al soggetto per abituarsi al nuovo ambiente, viene misurato ogni mattina alla stessa ora il consumo del cibo e dell'acqua sia per controllare che il soggetto sia in buona salute e che si nutra regolarmente, sia per avere dei dati di raffronto con la fase sperimentale.

1ª fase sperimentale o fase di avvelenamento. Segue immediatamente alla prefase ed ha la durata di sei giorni durante i quali viene offerto ai soggetti lo stesso cibo in polvere contenente però lo 0.005% di anticoagulante, cioè 0,050 g. per 1000 gr di pellets in polvere. Durante i sei giorni vengono ovviamente misurati i consumi di cibo e di acqua al fine di registrarne eventuali diminuzioni, e da questo momento fino alla fine del test si prende nota anche dei sintomi visibili come tumefazioni ed emorragie esterne delle quali viene annotata la posizione sul corpo, ed anche, cosa purtroppo non

sempre possibile, del grado di attività, di aggressività e della vivacità dei soggetti.

1° fase di ricovero. Segue la precedente ed ha una durata di dieci giorni durante la quale viene nuovamente somministrato mangime senza veleno, vengono registrati i consumi e annotati i sintomi precedentemente descritti. Se alla fine del ricovero il soggetto è ancora in vita e non ha presentato nessuno dei sintomi già descritti, viene definito "Resistente non influenzato", mentre se ha presentato emorragie da una delle aperture del corpo e/o una diminuzione del consumo di cibo di 2/3 o meno del livello normale, ma si è ripreso ed alla fine dei dieci giorni è perfettamente normale, viene definito "Resistente influenzato" (Jackson, Brooks, Bowerman e Kaukeinen 1975).

La 2° parte del test si divide in una 2° FASE SPERIMENTALE e in un 2° RICOVERO.

2° fase sperimentale o 2° avvelenamento. Dura anch'essa sei giorni durante i quali si somministra ai soggetti pellets in polvere con l'aggiunta dello 0,025% di anticoagulante, cioè in pratica 0,250 gr. di Warfarin per ogni 1000 gr. di cibo anziché 0,05 delle precedenti. Il 2° ricovero infine, dura come il 1° dieci giorni durante i quali si somministra cibo senza anticoagulante. Se anche alla fine di questa 2° parte il soggetto è vivo, viene definito "Resistente".

Questa divisione, in due fasi del test, e la ricerca di quale dei tre tipi di resistenza siano presenti in una popolazione murina, hanno un significato ben preciso ed una importanza fondamentale ai fini della progettazione e buona riuscita di una campagna di derattizzazione.

Infatti se un ratto "Resistente non influenzato" in natura mangia un'esca avvelenata, che generalmente contiene una concentrazione di veleno pari allo 0,025, e successivamente mangia anche altri cibi che trova sul luogo, la concentrazione di veleno verrà diluita ed arriverà facilmente allo 0,005%, livello al quale è resistente. Se il ratto sarà invece "Resistente influenzato" in questo caso avrà un periodo durante il quale sarà meno attivo, meno aggressivo, avrà i riflessi meno pronti e sarà così più esposto all'azione dei predatori e sfavorito nella competizione per il cibo rispetto agli altri membri della popolazione. Se però riuscirà a superare questo periodo di tempo, che in genere dura 2-3 giorni, tornerà alla normalità fisiologica e quindi, in pratica, il veleno avrà avuto su di lui lo stesso effetto che avrebbe avuto su un individuo "Resistente" o "Resistente non influenzato".

#### a.9 Repellenti chimici

I roditori hanno un'avversione naturale per alcuni odori, ma l'uso di soli repellenti per risolvere il problema dei ratti è raramente efficace. Inoltre, le sostanze repellenti generalmente hanno un effetto molto breve in quanto, a contatto con l'aria, facilmente evaporano. Di conseguenza, dove una popolazione di ratti è alta e in incremento, ogni tentativo di proteggere la zona, magazzini alimentari o altri materiali danneggiabili dai ratti con sostanze chimiche repellenti risulterà vano.

Ulteriori ricerche, in modo particolare nel campo dei ferormoni e del comportamento dei ratti, forse si riveleranno molto utili nello studio di un'effettiva sostanza repellente.

#### a.10 Chemiosterilanti

L'uso di chemiosterilanti, o antifecondativi, per regolare le popolazioni di ratti, è ancora in fase di ricerca ed, al momento, non ne è indicato alcuno come effettivamente valido. Nonostante ciò, in questi si ripongono molte speranze soprattutto per prevenire la diffusione di ratti resistenti agli anticoagulanti.

#### b. Lotta fisica

##### b.1 Le trappole

E' un metodo consigliabile in quei luoghi in cui non è possibile deporre dei tossici e dove la presenza di roditori da combattere si limita a pochi individui ad esempio in negozi alimentari.

Tra i principali vantaggi offerti da questo metodo, è importante il fatto che non vi sono problemi legati all'uso di tossici, che se ne possono controllare gli effetti, che è possibile eliminare i ratti morti evitando ulteriori difficoltà, e volendo si può eseguire un

esame parassitologico degli ecto ed endoparassiti.

Affinché il metodo risulti efficace, si richiedono grande abilità e molta pazienza. Nelle operazioni di trappolamento è necessaria una particolare attenzione per la scelta dell'esca, per il luogo in cui mettere la trappola e per altri dettagli che potrebbero sembrare irrilevanti.

Il tipo di esca è fondamentale: i ratti bruni preferiscono carne e formaggio, mentre i ratti neri esche vegetali secche, ma per entrambi funziona come ottimo attrattivo il burro di arachidi.

I punti migliori per disporre le trappole sono le vie di passaggio dei roditori, generalmente lungo i muri, in angoli oscuri o dietro ad oggetti. Lungo i muri devono essere messe in modo da evitare l'eventualità che possano essere fatte scattare a vuoto nel caso l'animale provenga da una direzione imprevista. Questo è particolare molto importante poiché una trappola che scatta senza che il ratto sia catturato, porterà l'animale a diffidare, per il resto della sua vita, delle trappole, divenendo praticamente impossibile la sua cattura. Inoltre, il lasciare alcuni giorni trappole innescate ma non predisposte allo scatto, può portare alla cattura anche dei ratti più diffidenti.

## b.2 Suoni e ultrasuoni

I ratti sono animali diffidenti, facilmente impauribili da rumori strani e poco familiari. Nonostante ciò, essi possono rapidamente

abituarsi a suoni che vengono ripetuti regolarmente, come si evidenzia dal fatto che facilmente li possiamo trovare nei mulini di grano e in altri posti in cui il livello del suono è piuttosto alto e vario.

Un tempo si sperò che i suoni che andavano al di sopra dell'estensione d'ascolto umano potessero essere utilizzati per respingere i ratti, ma sembra che gli ultrasuoni abbiano un'utilità molto limitata nel controllo dei ratti. Infatti, essendo direzionali, non superano gli ostacolo che incontrano e inoltre nell'allontanarsi riducono notevolmente la loro intensità.

### b.3 Lotta biologica

Sono stati fatti tentativi per controllare le popolazioni di ratti mediante l'uso di batteri provenienti da cibo contaminato (Salmonella), ma l'uso di questi batteri patogeni non ha eguagliato il successo ottenuto con il metodo più convenzionale delle trappole e delle esche.

L'uso di batteri non è raccomandabile, a causa del pericolo sempre costante di contaminare il cibo e quindi causare un'epidemia a livello umano.

Attualmente non è registrato nè raccomandato nessun microrganismo come forma di controllo biologico delle popolazioni di ratti, pertanto questo metodo è trattato solo per ricordare che il controllo di derattizzazione mediante l'impiego di agenti patogeni è un'idea già sperimentata e con scarso successo.

c. Ratproofing

Il modo piü efficace e duraturo per il controllo dei ratti é ovviamente quello di non concedere loro alcuna possibilitä ambientale di sopravvivenza, fare in modo cioé che lo stesso ambiente sia loro ostile.

Il ratproofing consiste nell'applicare dispositivi che impediscano ai ratti di trovare vie di accesso nelle case, nei palazzi, depositi, fognature, fosse settiche e cosí via. Tutti i luoghi in cui é depositato il cibo, lavorato, preparato o servito, dovrebbe essere a prova di ratto e, di conseguenza, se a questi roditori può essere impedito l'accesso ad ogni fonte di cibo, ai nascondigli o all'acqua certamente non sopravviveranno.

Le crepe e le aperture nelle fondamenta delle costruzioni dovranno essere riparate, cosí come si dovranno chiudere le vie di accesso che permettono ai ratti di introdursi nelle tubature d'acqua, nelle fognature e nei tubi di scarico.

Porte, finestre e telai debbono essere a perfetta tenuta, e ciò anche perché i ratti, ed in particolare modo il ratto dei tetti, sono degli eccellenti scalatori.

Se si impiegano plastica, legno o altri materiali facilmente rodibili per chiudere un'apertura, il ratto in un tempo minimo riesce ad eliminare tale ostacolo e a penetrare nella costruzione. Di conseguenza, se in un edificio si vogliono prendere dei provvedimenti permanenti contro i ratti si deve impiegare innanzitutto del materiale appropriato, e certamente la spesa sarä di poco valore rispetto ai



danni che possono essere provocati da una eventuale infestazione di ratti.

Per la realizzazione di strutture o di accorgimenti che blocchino lo sviluppo di popolazioni di ratti ci sembra opportuno realizzare un elenco delle prestazioni di cui questi animali sono capaci.

- a) passare attraverso un buco più grande di 2,5 cm di diametro;
- b) arrampicarsi su fili sia orizzontali che verticali;
- c) arrampicarsi lungo l'interno di tubi verticali con un diametro fra i 4 e i 10 cm;
- d) arrampicarsi lungo l'esterno di tubi o condutture verticali con un diametro superiore a 7,5 cm ed arrampicarsi lungo l'esterno di tubi verticali di qualsiasi dimensione che siano posti entro 7,5 cm di distanza da un muro o da un appoggio continuo per il roditore;
- e) strisciare orizzontalmente su ogni tipo di tubo o conduttura;
- f) saltare verticalmente su una superficie piana fino ad un'altezza di un metro;
- g) saltare orizzontalmente su una superficie piana fino a 1,20 m;
- h) saltare verticalmente da un'elevazione di 4,60 m fino ad un massimo di 2,40 m;
- i) cadere da 15 m senza morire o ferirsi gravemente;
- l) scavare tane verticalmente nel terreno fino ad una profondità di 1,25 m;
- m) arrampicarsi su mattoni o muri che abbiano esternamente altre superfici ruvide che offrono appiglio per raggiungere strutture rialzate;

- n) arrampicarsi su viti, arbusti ed alberi e spostarsi lungo linee telefoniche o elettriche per accedere a strutture rialzate;
- o) raggiungere i 33 cm in altezza lungo un muro verticale liscio (Howard e Marsh, 1974);
- p) nuotare fino a una distanza di 0,8 km in acqua aperta, immergersi attraverso collo d'oca piombati (condutture), spostarsi in reti fognarie anche contro notevoli correnti d'acqua e mantenersi in superficie facendo piccoli movimenti fino ad un massimo di 3 giorni (Canby, 1977);
- q) rosicchiare una grande quantità di materiali inclusi: rivestimenti di piombo, mattoni essiccati al sole, rivestimenti di alluminio e materiale plastico di ogni genere (Howard e Marsh, 1974);
- r) sopravvivere se gettati in uno scarico e risalire per la stessa via (Canby, 1977).

## CONCLUSIONI

Le recenti ed allarmanti numerose infestazioni, segnalate in molti comuni d'Italia, spesso sono attribuibili alle precarie condizioni igienico-ambientali ivi presenti ed al loro progressivo peggioramento. Soprattutto nelle aree urbanizzate, di conseguenza è l'uomo che generalmente crea e mantiene l'habitat favorevole a questa specie, procedendo, ad esempio, allo smaltimento dei rifiuti con metodi irrazionali; immagazzinando derrate alimentari in ambienti inadatti e in modo inadeguato; allevando bestiame ed animali da cortile senza le opportune misure igieniche; non curando l'ammodernamento dei vecchi stabili, della rete fognante, dei servizi igienici, e così via.

Molti paesi, infatti, hanno fognature antichissime e dissestate, progettate per insediamenti di poche centinaia di persone ed oggi utilizzate, dopo sommarie migliorie, da popolazioni molto più numerose. Le condizioni degli impianti fognanti influiscono grandemente sullo sviluppo delle colonie dei ratti, infatti, le vecchie fognature, soprattutto se in precarie condizioni, non solo offrono ai ratti ottimi rifugi e grandi disponibilità di cibo ed acqua, ma consentono loro facili infiltrazioni negli ambienti abitati dall'uomo.

Molti paesi sono inoltre sprovvisti di un corretto servizio per lo smaltimento dei rifiuti solidi e pertanto la spazzatura viene accumulata in immondezze all'aperto, in aree molte volte prossime agli abitati; gli stessi contenitori, destinati alla raccolta temporanea dell'immondizia e dislocati lungo le vie cittadine, spesso non si chiudono ermeticamente, sono privi del fondo e risultano quindi

facilmente accessibili ai ratti che trovano così il cibo necessario per un progressivo incremento numerico.

Per ottenere un controllo efficace e duraturo su queste popolazioni non solo è necessario eseguire una disinfestazione razionale e sistematica, ma soprattutto si deve operare un risanamento ambientale in modo da eliminare quei fattori estrinseci, intesi come fattori climatici, ambientali e trofici, da cui dipende la capacità biologica specifica, cioè il massimo sviluppo possibile di una popolazione in un ambiente favorendo la diffusione di questi roditori.

Da studi recenti risulta infatti che la mancata eliminazione di tali fattori ambientali consente ad una popolazione di ratti bruni, una volta cessata la derattizzazione, di tornare rapidamente ai valori di densità preesistenti al trattamento, vanificando ogni intervento derattizzante. Da ciò risulta evidente, la necessità di organizzare razionali programmi di lotta per il controllo della popolazione di ratti.

Volendo condurre un'efficace derattizzazione nelle zone infestate, in primo luogo si dovrebbe attuare una bonifica ambientale che comporti la corretta eliminazione dei rifiuti, la miglioria delle fognature, il restauro degli edifici fatiscenti, e contemporaneamente dovrebbe essere svolta una campagna didattico-informativa, a tutti i livelli sociali, sulle cause che favoriscono la diffusione dei ratti, sui reali pericoli derivanti dalla loro presenza e sull'impiego dei ratticidi. Modificando drasticamente i fattori estrinseci si determinerà una duratura diminuzione della capacità biologica specifica e quindi una definitiva riduzione della popolazione di ratti.

Una stima dell'entità della popolazione dei ratti in una data zona, è un punto di partenza essenziale ed una premessa necessaria per poter condurre a buon fine una campagna di derattizzazione. Purtroppo nel nostro Paese non esistono studi simili, nè sui danni causati dai ratti, nè sulle correlazioni tra presenza di popolazioni murine e diffusione di malattie i cui agenti patogeni sono trasmessi direttamente o indirettamente dalla specie Rattus rattus e Rattus norvegicus.

Molte volte la lotta anti murina è stata condotta in modo superficiale, attuando gli interventi derattizzanti senza i dovuti studi preliminari, relativi a: distribuzione, abitudini alimentari, comportamento dei ratti; disponendo a caso le esche avvelenate, e senza preoccuparsi di fare dei censimenti delle popolazioni murine presenti prima e dopo il trattamento per controllarne l'efficacia. Questo fatto dovrebbe essere assolutamente evitato perchè una lotta così condotta ha un'efficacia molto scarsa e soprattutto rende molto più difficile le successive campagne di controllo creando sfiducia nella popolazione che in seguito si rifiuterà di collaborare.

Infatti, sopprimere alcuni Muridi è facile, ma per ottenere un controllo completo e costante di tali popolazioni occorrono, oltre a un buon programma di disinfestazione, dei supervisor competenti ed un personale preparato. Un buon programma dovrà essere realistico, semplice, non eccessivamente dispendioso, efficace nelle situazioni metereologiche e negli habitat più vari e non dovrà subire interruzioni troppo frequenti che consentirebbero alle popolazioni di roditori di ripristinare le loro dimensioni ottimali.

Oltre a ciò, in una campagna di derattizzazione si dovrà tener conto di tutte le specie murine presenti nella zona trattata ed usare eventualmente più metodi di lotta. Infatti, in caso di presenza di specie simpatriche, il controllo di una sola di queste porterebbe solamente ad un incremento della popolazione dell'altra specie senza nessun beneficio economico, igienico o sanitario per la popolazione e con un'inutile dispendio economico da parte dell'ente che ha operato la derattizzazione.

Prima di un intervento è consigliabile che vengano compiute delle indagini tendenti a determinare i luoghi di maggiore infestazione da ratti; in seguito si dovranno effettuare tests per stabilire la natura delle sostanze additive più appetite dai ratti, da aggiungere al tossico affinché l'esca risulti competitiva con il normale cibo presente nell'ambiente. Inoltre, lasciare una quantità eccessiva di esche in una zona poco infestata, cosa che può accadere facilmente quando queste vengono disposte a caso, non solo provoca un inutile dispendio economico, ma anche un notevole danno ambientale poiché queste sostanze sono quasi sempre insolubili e stabili e possono inquinare il terreno o i corsi d'acqua limitrofi.

Un ulteriore consiglio di estrema importanza è l'applicazione di tests di "resistenza" ad un campione di ratti dal luogo in cui si deve effettuare la derattizzazione. Ciò, è evidente, ha la grande utilità di programmare controlli tendenti sia ad eliminare l'insorgenza di fenomeni di resistenza, sia a suggerire l'uso di appropriati rodenticidi.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano le Sig.ne Laura Moreschi e Maria Celeste Schina per la collaborazione prestata nel lavoro, e il Sig. Giovanni Briancesco per i disegni.

## 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.
- Alston J.M. and Broom J.C. 1958. *Leptospirosis in man and animals*. Livingston, London.
- 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, Hermandsworth. Boringhieri, Torino.
- Barnett S.A. 1975. *The rat: a study in behaviour*. Chicago Press, USA (rev.ed.).



- Barnett S.A. and Prakash J. 1976. Rodents of economic importance in India. Rakesh Press, New Delhi.
- Barnett S.A. and Spencer M.M. 1951. Feeding, social behaviour and interspecific competition in wild rats. Behaviour, 3: 220-242.
- Barnett-Hamilton A.H. and 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 1956-1961. J.Animal.Ecology, 33: 371-373.
- Berg B.N. 1965. Dietary restriction and reproduction in the rat. J.Nutr., 87: 344-348.
- Bjornson B.F., Pratt H.D. and Litting K.S. 1968. Control of domestic rat and mice. U.S.Public Health Service.
- Bolles R.C. 1967. Theory of motivation. Harper, New York.

- Brown R.Z. Biological factors in domestic rodent. U.S.Public Health Service, publ.n.773, part 2, pp.32.
- Bruce H.M. 1967. Effects of olfactory stimull 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.
- Canby T.Y. 1977. The rat lapdog of the devil. Nat.Geographic, 1: 60-87.
- Carlson A.J. and Hoelzel F. 1949. Influence of texture of food on its acceptance by rats. Science, 109: 63-64.
- Chitty D. and Shorten M. 1946. Techniques for the study of the Norway rat (Rattus norvegicus). J.Mammology, 27: 63-78.
- Chitty D. and Southern H.N. 1954. Control of rats and mice. Vol.1 and 2. Rats. Vol.3. Mice. Oxford University Press, London.
- Christian J.J., Lloyd J.A. and 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.
- De la Fuente F.R. 1970. Enciclopedia de la Faune. Salvat S.A. de Ediciones. Ed.Italiana "Gli animali e la loro vita", vol.5. Istituto Geografico De Agostini, Novara, 45-48.
- Ecke D.H. 1954. An invasion of Norway rats in southwest Georgia. J.Mammalogy, 35 (4): 521-525.
- Emlen J.T., Stokes A.V. and Davis D.E. 1949. Methods for estimating populations of brown rats in urban habitats. Ecology, 30: 430-441.
- Errington P.L. 1935. Winterin 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. and Clark M.M. 1971. Social factors in poison avoidance and feeding behaviour. JCPP, 75: 341-357.
- Gesner K. 1620. Historia animalium. Liber primus "De quadrupedis digitatis viviparis". Francoforte.
- Goth A. 1976. Farmacologia medica. S.E.U. Roma.
- Grassé P. 1955. Traité de Zoologie. Tome 17, Fascicule 2, 1467-1471.
- Greaves J.H., Redfern R. and Anasuya B. 1976. Inheritance of resistance to Warfarin in Rattus rattus L.. J:Stored Prod:Res., 12: 225-228.
- 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, Mc Graw-Hill New York.
- Howard W.E. & Marsh R.E. 1974. Rodent control manual. Pest Control, 24(8). Spec. supplement, pp. D-U.

Jackson W.B. 1965. Feeding patterns in domestic rodents. Pest Control, 33(8): 12.

Jackson W.B. 1969. Anticoagulant resistance in Europe. Pest Control, 37(3): 51-55.

Jackson W.B., Brooks J.E., Bowerman A.M. & Kaukeinen D.E. 1975. Anticoagulant resistance in Norway rats as found in U.S. cities. Part II. Pest Control, 43(4): 12, 14-16.

Kurten B. 1968. Pleistocene mammals of Europe. Weidenfeld and Nicholson, London: pp. 319.

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.

Marchini S. and Turillazzi P.G. 1979. Indagine sui ratti della città di Genova: metodologia per una valutazione del grado di infestazione. Annali della Sanità Pubblica, 39 (4/5/6): 249-270.

Munn N.L. 1950. Handbook of Psychological research on the rat. Houghton Mifflin Co., Boston, pp. 598.

Myllymäki A. 1974. Z. Angew. Zool.

Myllymäki A. et al. 1971. Ann. Zool. Fennici, 8: 177-185.

Neal R.A. 1951. The duration and epidemiological significance of *Entamoeba histolytica* in rats. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 45: 363-370.

Neuhaus W. 1957. The causes and extent of damage to cables by rats. Anz. Schadlinghsk., 30: 81-83.

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.

Pallas P.S. 1811. Zoographia Russiae asiaticae. Petroburgo.

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. and 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.
- Scirocchi A. and Turillazzi P.G. 1977. Indagine sul problema dei ratti nella provincia di Latina. Nota 3. Annali della Sanità pubblica, 37: 359-371.
- Scirocchi A. and Turillazzi P.G. 1980.
- 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. Phytiatrie-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. Desinfek. und Besundwes., 52: 65-70.

Terranova F., Alessandroni P., Marchini S., Baldo N. and Turillazzi P.G. 1980. Esperienze di lotta antimurina in Calabria. Nota I: indagine conoscitiva sul territorio urbano della città di Reggio Calabria. Parassitologia, 41: 157-180.

Thevenin R. 1948. Les migrations des animaux. pp. 70-72.

Traub R., Wisseman C.L. and Farang-Azad A. 1978. The ecology of murine typhus: a critical review. Trop.Dis.Bull., 75: 237-317.

Turillazzi P.G. and 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.

Twigg G.I. 1973. Rat-borne leptospirosis in wildlife and on the farm. Mammal.Rev., 3(2): 37-42.

U.S.P.H.S., 1948. Rodent Control Manual. Typhus control unit.



- Watson J.S. 1949. Some observation on the reproduction of Rattus rattus L. Proc.Zool.Soc.Lond., 120: 1-12.
- Wheeler G.G. and Calhoun J.B. 1967. Programs and procedures of the international census of small mammals (ICSM). U.S. Dept. of Health, Bethesda, Md. pp. 49.
- Wiesner B.P. and Sheard N.M. 1933. Maternal behaviour in the rat. Oliver and Boyd, Edimburgh.
- 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.
- Winkler W.G. 1972. Rodents rabies in the United States. J.Infect. Dis. 126(5): 565-567.
- WHO. 1973. Safe use of pesticides. WHO Techn. Rep. Ser. N. 513, pp: 54.
- Zeigler P. 1969. The black Death. Collins, London.

*La responsabilità dei dati scientifici e tecnici  
pubblicati nei rapporti ISTISAN è dei singoli autori*

*La riproduzione parziale o totale dei "Rapporti ISTISAN"  
deve essere preventivamente autorizzata dai  
competenti Direttori di Laboratorio o Servizio  
e dal Direttore dell' Istituto Superiore di Sanità*

*Stampato dal Settore editoriale - Biblioteca  
dell' Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma*

*Roma, luglio 1987*