



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS APLICADO EN
INFESTACIONES URBANAS POR RATA NORUEGA.**

ALTERNATIVA DE TITULACIÓN POR EXPERIENCIA PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

NORMA AGUILAR PÉREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mis queridos padres Yolanda y Raúl (q.e.p.d.), con todo mi amor, gratitud, admiración y respeto, por tanto y tanto que han dado siempre a mi vida.

A ti Melissa, gotita de miel, mi más grande orgullo, mi querida y amada hija; pequeña rama de mi tronco bien nacido; quien has sido fuente de inspiración y motor de vida, aún en la distancia.

A ti Andrés, quien desde tus pequeñas limitaciones, con tu grandeza de espíritu, me has enseñado que todos los días son de amor, fe, lucha y entrega.

A ti Arturo, compañero fiel e inseparable de mil y una batallas, quien siempre me empuja a la luz de la vida.

Al Dr. Domingo Lenin Cruz Moreno, por su apoyo en momentos difíciles de mi vida.

Uno no escoge

Uno no escoge el país donde nace;
pero ama el país donde ha nacido.

Uno no escoge el tiempo para venir al mundo;
pero debe dejar huella de su tiempo.

Nadie puede evadir su responsabilidad.
Nadie puede taparse los ojos, los oídos,
enmudecer y cortarse las manos.

Todos tenemos un deber de amor que cumplir,
una historia que nacer,
una meta que alcanzar.

No escogimos el momento para venir al mundo:
Ahora podemos hacer el mundo
en que nacerá y crecerá
la semilla que trajimos con nosotros.

Gioconda Belli

"El placer de curar o solucionar un problema, sólo se puede valorar cuando se aprende la verdadera dimensión y grandeza de lo que representa la vida en todas sus expresiones"

Norma Aguilar Pérez (30 julio, 1996).

Agradecimientos

A Dios, nuestro Señor, quien antes de dibujar el Universo, comenzó la creación con la Biología en su mano, y de ahí, todo lo demás.

A la Lic. Amalia Virginia Vázquez Téllez, quien en un acto de generosidad, vio en mí, la célula más simple de mujer y sin embargo creyó que podía resurgir como persona y seguir siendo útil al mundo.

A la UNAM, quien me formó como profesionista y mejor mexicana,

A todos y cada uno de mis profesores, quienes me acompañaron en mi formación académica.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, plantel de excelencia académica y formadora de profesionales.

Al Arq. M. Diego Badillo Hernández, por su valiosa solidaridad, orientación profesional y comentarios acertados en mi ejercicio profesional.

A todas aquellas personas que me han apoyado en mi ejercicio profesional.

Agradezco especialmente a:

Mi Directora de informe:

Q. Martha Oliveros García,

A los profesores:

M. en C. Maricela Valdés Ruiz,

M. en I.B.S.H. Angélica Flores Ramírez.

M. en C. Nicté Ramírez Priego.

Dr. Efraín Reyes Ángeles Cervantes.

...por su gran e invaluable orientación profesional y apoyo desinteresado para terminar este Proyecto Académico.

CONTENIDO

	Página
Resumen	7
Introducción	8
I. Roedores comensales y su problemática	10
II. Biología de rata noruega	19
III. Métodos de Combate Directo	34
Combate Físico	34
Uso de Trampas	34
Ultrasonido y electromagnetismo	37
Combate Químico	39
Rodenticidas	39
Rodenticidas Agudos	41
Fumigantes	41
Rodenticidas Semiagudos	42
Rodenticidas Crónicos	42
Repelentes	45
Atrayentes	47
Combate Biológico	47
Agentes Biológicos	47
Quimioesterilizantes	48
IV. Métodos de Combate Indirecto	49
Saneamiento	49
Exclusión	53
Educación Ambiental y Sanitaria	57
V. Manejo Integrado de Plagas	59
Definición	59
Bases Ecológicas para el Manejo Integrado de Plagas	60
Objetivos	64
Metodología para el combate de la rata noruega en áreas urbanas	65
Conclusiones	82
Aportaciones	84
Bibliografía	85

RESUMEN

El objetivo del combate de plagas urbanas es la mejora del bienestar de las personas, la reducción de las enfermedades transmisibles, el mantenimiento de ambientes sanos, la creación de infraestructuras urbanas que reduzcan los riesgos, así como la reducción de la exposición a contaminantes biológicos, físicos y químicos, así como de sus efectos sobre la salud en el ambiente social y en la comunidad. Es por eso que el presente trabajo es una nueva concepción en el campo del combate de plagas urbanas, específicamente de la rata noruega (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769).

Los roedores, especialmente las ratas, están implicadas en la transmisión de por lo menos 35 enfermedades que afectan al hombre y a sus animales domésticos. Son portadoras de gérmenes de enfermedades, pulgas, piojos, garrapatas y parásitos intestinales, contaminan prácticamente todo, se alimentan de lo que encuentran a su paso, y lo que no pueden comer, lo destruyen.

En este sentido, consumidores, reguladores gubernamentales y la industria formuladora de plaguicidas han expresado la necesidad de un cambio en la forma del manejo de las plagas urbanas, lo que ha dado como resultado el Manejo Integrado de Plagas (MIP). Este proceso va más allá de las técnicas de manejo de plagas tradicionales, ya que representa un cambio en la estrategia de actuación y control tradicional, al introducir fundamentalmente conceptos ecológicos.

El Manejo Integrado de Plagas se refiere al conjunto de técnicas y métodos dirigidos a prevenir y controlar la presencia de ciertas especies en un hábitat determinado. Comprende una amplia gama de técnicas y métodos de actuación que en muchas ocasiones, se emplean complementariamente con objeto de conseguir los mejores resultados para el combate de plagas con los mínimos efectos adversos.

El presente trabajo está encaminado hacia un plan de regulación de poblaciones animales, específicamente de la rata noruega, claramente tratado por las ciencias biológicas, y aplicado en el medio urbano.

INTRODUCCIÓN

Es muy importante como biólogo relacionado con el área de la ciencias ambientales, tener contextos históricos muy claros y comprender la evolución social que siguen las poblaciones, para entender las relaciones que tiene el hombre con el medio ambiente, y hacer posible llevar la biología ambiental a un ámbito social de aplicación práctica ^[77].

Se define como plaga a cualquier ser vivo, que provoque daños al ser humano o a sus intereses, ya que pueden interferir con la salud, con el bienestar, afectar sus ingresos económicos, reducir la disponibilidad, calidad o valor de un recurso importante para la humanidad ^[7, 12, 14, 16, 89].

Las plagas necesitan tres elementos esenciales: alimento, territorio y refugio. *Rattus norvegicus* se considera plaga comensal. El número de ratas, está grandemente determinado por la capacidad de un medio ambiente determinado para soportar la población prevaleciente, y en la proporción en la que estén disponibles, dará como resultado el éxito reproductivo y consecuentemente la presencia de daño y contaminación ^[12, 16, 23].

Rattus norvegicus constituye un problema de origen biológico y cultural, con serias consecuencias económicas, epidemiológicas y culturales, de tal manera que las alternativas de combate deben ser encaminadas a fundamentarse en aspectos propios de la biología de la especie, comportamiento, reproducción, medio ambiente y en las prácticas culturales que cada sitio infestado tiene, aunado a las condiciones propias de las construcciones humanas y cambios en la estructura de éstas o en el mejor de los casos, en el diseño y mantenimiento a la construcción ^[8, 16]; de tal manera, que esta situación, crea la necesidad de plantear y crear un nuevo sistema de manejo, que no sólo considere aplicación de químicos, sino aspectos biológicos, así como los factores que favorecen su distribución y abundancia ^[115].

En el combate de plagas urbanas, cualquier estudio que se realice sobre medio ambiente, se debe tener en cuenta la perspectiva o la visión de la sociedad, tanto en el momento en el que tiene lugar el estudio, como las trayectorias culturales, sociales, históricas, etc. que le han llevado hasta esa forma de ver el entorno. A partir de ahí se pueden interpretar la problemática de los roedores comensales y buscar las soluciones, ya que la mayoría de los estudios que se ocupan del medio ambiente, se dedican a eso mismo, a los problemas y/o las soluciones que entraña el entorno que habitamos. Una visión antropológica, desde el punto de vista social, es imprescindible para el conocimiento del medio y su interpretación ^[70, 77].

Las exigencias del mercado internacional incluyen la adquisición de criterios y exigencias de calidad y de pautas de conducta que no nos involucraban en años anteriores. La creciente atención a la problemática ambiental, lleva a interesarnos en tecnologías de combate de plagas no contaminantes y de bajo efecto hacia el medio ambiente ^[109, 114].

Diversas organizaciones públicas y privadas en todo el mundo enfatizan la importancia de establecer programas de combate de roedores continuos a través de diferentes métodos e invierten grandes cantidades de dinero en apoyo a nuevas perspectivas tecnológicas ^[91, 94].

A pesar de contar con ciertas prácticas de saneamiento y combate de roedores, los programas carecen de puntos estratégicos importantes; lo que finalmente da resultados inútiles y muy costosos. La exigencia de máximo control de las plagas con un mínimo de contaminación, son las bases de la nueva concepción que impera en el mundo ^[75].

El objetivo de la mayoría de las personas afectadas por presencia de plagas e inclusive de muchos profesionales, es destruir las plagas con nuevos y mejores plaguicidas, al mínimo costo y en el menor tiempo posible, sin considerar los efectos que estos productos puedan causar sobre otras comunidades animales y vegetales y finalmente sobre el hombre; bajo estas circunstancias los niveles críticos de la densidad de la población dentro de determinadas circunstancias, deberán ser tratadas por métodos químicos y deberá ser realizado por personal altamente capacitado y otros sistemas de combate ^[9, 13].

Todos estos cambios en el panorama de los procesos de combate de plagas dan lugar al desarrollo del Manejo Integrado de Plagas en el área urbana y obedecen a tres factores principales:

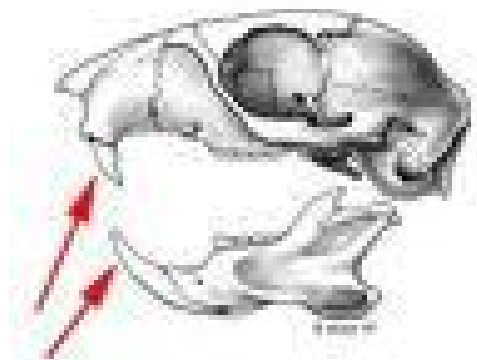
- 1) La generalizada (y oportuna) conciencia sobre la necesidad de conservación del medio ambiente.
- 2) Las tendencias cada vez más acentuadas del público en general, al reclamar menor exposición a cualquier tipo de sustancias tóxicas.
- 3) La resistencia desarrollada por los roedores a los rodenticidas tradicionales ^[5, 10, 24, 29, 35, 37, 75], que impone desarrollar nuevos y más eficientes principios activos, como también profundizar el conocimiento de la biología de las plagas.

El MIP representa un cambio en la estrategia y control tradicionales, ya que introduce conceptos ecológicos fundamentales ^[30].

Por otra parte el Manejo Integrado de Plagas es la última palabra en materia de estrategias para el combate de plagas. Su principal objetivo es la aplicación de la menor cantidad de elementos tóxicos posibles, combinada con la implementación de manejos culturales, a fin de minimizar la exposición de aquéllos al contacto humano y al medio ambiente. En más de medio centenar de países, el MIP es aplicado con todo éxito; incluso en Estados Unidos y otras naciones desarrolladas, su implementación es obligatoria y está regulada por organismos tales como la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) ^[88, 95].

I. ROEDORES COMENSALES Y SU PROBLEMÁTICA

Los roedores son un grupo de mamíferos, pertenecientes al orden *Rodentia*, deriva su nombre del verbo latino "**rodare**", roer. Una de las características más sobresalientes del orden, es que poseen dos pares de dientes incisivos (superiores e inferiores) con crecimiento permanente (Fig. 1.1) ^[102, 117].



Cada incisivo tiene en la cara anterior una cubierta de esmalte duro, por lo cual el desgaste (causado por la roedura y por el roce mutuo de los pares superiores e inferiores de incisivos) mantiene en ellos un borde en bisel afilado. Estos incisivos crecen durante toda la vida del animal y, por consiguiente, el desgaste no altera su volumen total ^[75,78, 117].

Fig. 1.1. Cráneo de *Rattus norvegicus*, en donde se observan los incisivos ^[102].

Los incisivos sirven a una gran variedad de fines: el desmenuzamiento de los alimentos en trozos de tamaño apropiado para ser triturados por los molares; la penetración de barreras incomedibles, como cáscaras de semillas y nueces, corteza de plantas leñosas, recipientes artificiales y el corte de vegetales; funciones de manipulación, como acopio y la fragmentación de las materias con que construyen las madrigueras; abrir orificios de penetración en viviendas y muebles; el transporte de alimentos para su almacenamiento; y el acicalamiento del pelaje. También son eficaces armas defensivas y ofensivas (Fig. 1.2) ^[75, 78].

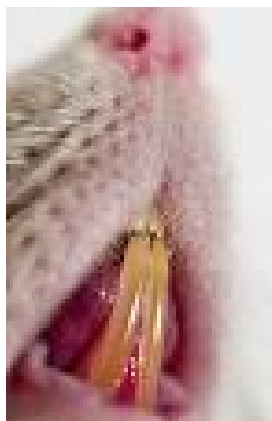


Fig. 1.2. Dientes incisivos de *Rattus norvegicus* ^[54].

Son animales de tamaño reducido que poseen un cuerpo robusto con piernas cortas, una cola larga.

El orden *Rodentia*, incluye el 40 % de las especies de mamíferos del mundo [19, 110].

Entre las más adaptadas al medio humano se encuentran tres pequeñas especies: *Rattus norvegicus* (rata noruega), *Rattus rattus* (rata negra o del tejado) y *Mus musculus* (ratón doméstico), los cuales pertenecen a la Familia *Muridae* del Orden *Rodentia*, cuya vida transcurre íntimamente asociada al hombre, al compartir su hábitat y alimentos; son los mamíferos más ampliamente distribuidos en el mundo y que más daño sanitario y económico han causado a la humanidad en los últimos siglos (Fig. 1.3) [75, 78, 105].

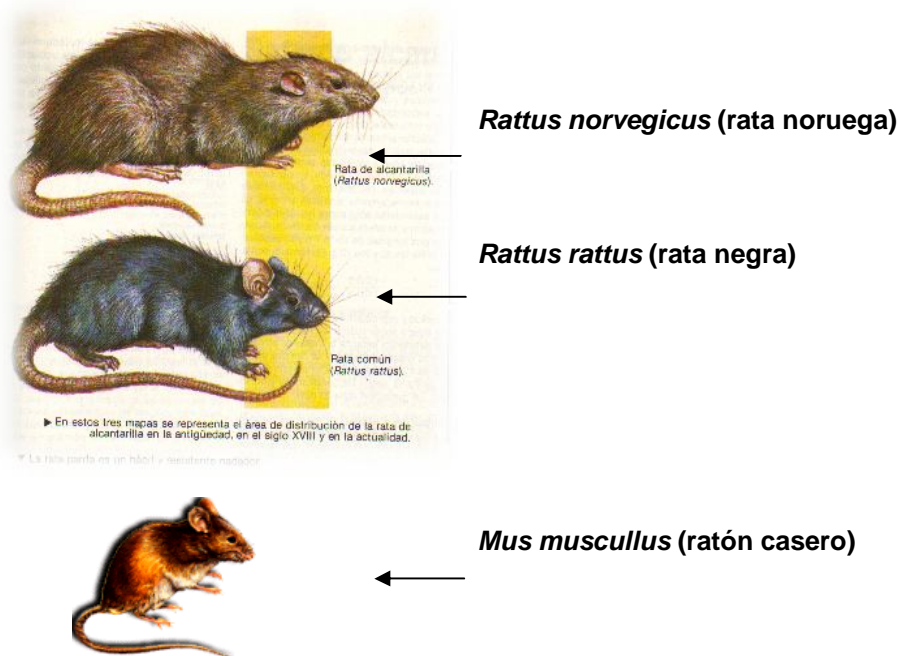


Fig. 1.3. Tres especies de roedores comensales [30].

La distribución cosmopolita y el éxito biológico de los roedores, se debe a su gran capacidad de adaptación, basada en ciclos reproductivos cortos, camadas numerosas y breve periodo de crianza. Incluso, en algunas especies, las crías están en posibilidad de reproducirse a las tres semanas del nacimiento, en promedio. Además, la mayoría de estos animales son omnívoros, es decir, su dieta se compone de una amplia variedad de alimentos, como son hojas, frutos, semillas e insectos [78].

En América (desde México, en Cabo de Hornos y las Islas del Caribe) solamente 4 géneros de roedores, son reconocidos enteramente como plagas: *Rattus*, *Mus*, *Heteromys* y *Peromyscus* ^[26].

Papel biológico y cultural de los roedores

No obstante, la impresión que se tiene de los roedores como animales poco gratos, debido a que bajo ciertas condiciones se han vuelto una plaga en las ciudades, cultivos y graneros, además de vectores de enfermedades, es importante conocer el papel fundamental que juegan en la estructura y dinámica de los diversos ecosistemas. Por ejemplo, como dispersores y consumidores de semillas de especies vegetales, ya que al ser éstas transportadas interna o externamente por los roedores, aumenta la posibilidad de que la semilla encuentre condiciones adecuadas para su germinación, así como al ser roídas y al adelgazar su testa ^[10].

Por otra parte, al encontrarse en este grupo los roedores especializados en el consumo de insectos, controlan las poblaciones de ciertas especies, que en ausencia de los primeros, podrían llegar a convertirse en plagas. Además de lo anteriormente dicho, estos mamíferos constituyen el alimento básico de muchos animales carnívoros, tales como zorras, lechuzas, águilas, serpientes, entre otros, lo que los convierte en un elemento fundamental de diversas redes tróficas. Igualmente, es importante considerar que la acción cavadora de algunos de estos animales es importante, ya que contribuye a la aireación, remoción, porosidad y meteorización del suelo, al favorecer la conservación del agua, la fertilidad y por tanto, la conservación de cubierta vegetal ^[35, 75].

A pesar de los grandes esfuerzos y la inversión en tiempo y dinero del ser humano para combatir la presencia de la rata noruega, paradójicamente, estos animales han beneficiado a la humanidad, tal vez más que ninguna otra especie de mamíferos.



Fig. 1.4. La rata es excelente material biológico en investigaciones científicas ^[81].



Primero, las ratas sirven como excelentes animales de laboratorio, para una gran variedad de investigaciones científicas, se utilizan sobre todo en medicina, nutrición, toxicología, estudios del sistema nervioso y conducta animal, entre otros (Fig. 1.4) ^[81].

Fig. 1.5. Las ratas se comenzaron a utilizar en ciencia, a mediados del siglo XIX ^[81].

Muchos de los beneficios actuales para el ser humano han sido probados primero en las ratas, por ejemplo nuevos medicamentos y vacunas (Fig. 1.5).

Proceden de la rata noruega *Rattus norvegicus*, las líneas Long evans, Wistar, Sprague-Dawley, Zucker y ratas carentes de pelaje. Una gran parte de la toxicidad reportada de los plaguicidas ha sido probada en la *Rattus norvegicus* y *Mus musculus* ^[75].

En la actualidad existen más de 50 cepas no consanguíneas y más de 400 cepas consanguíneas definidas genéticamente de *Rattus norvegicus*.

En segundo lugar, las ratas han servido como alimento para ciertas personas o culturas. La cultura Chichimeca en México, en donde comían ratas como parte de su alimentación básica, por la década de los 50's ^[61]. Del mismo modo en algunos países de África y algunas comunidades étnicas asiáticas (Fig. 1.6) ^[17].



Fig. 1.6. Venta de rata en África como alimento ^[43].

Finalmente, los roedores han sido utilizados en la literatura, la mitología y la historia de la humanidad. En la literatura infantil, los roedores a menudo se describen con una imagen muy agradable ^[78].

En Japón, las ratas tienen el honor de ser las primeras en el Zodiaco Oriental, nombrándolo así, como año “Rata”, y en su religión, la rata es asociada al Dios de la prosperidad –*Daikoku*– uno de los siete dioses de la suerte. En la India, *Ganesha*, el Dios de



la sabiduría con cabeza de elefante, es siempre asociado a la rata; y el templo de *Karni Mata* en Rajasthan, es famoso por el cuidado y alimento brindado a las ratas (Fig. 1.7). Los mercaderes Hindúes (de la secta Jain) son fotografiados dándole comida y agua a infestaciones de ratas en sus bodegas de granos almacenados [17, 62, 78].

Fig. 1.7. Las ratas son veneradas y cuidadas en la India [50].

Efecto sobre la flora o la fauna nativa

Rattus norvegicus también mata por ataque directo al ganado, pollos, aves, etc. La depredación por ratas ha contribuido con la desaparición o declinación de poblaciones de aves marinas, sobre todo de aquellas que anidan en el suelo, por ejemplo el mérgulo antiguo (*Synthliboramphus antiquus*) (Fig. 1.8), y de varias especies de las Islas Reina Charlotte y Canadá [2].

La rata noruega, es conocida por sus efectos destructivos y como amenaza de la salud de las personas, animales domésticos y vida silvestre. Esta especie ha sido introducida a muchas islas del mundo y ha causado daños enormes a la fauna nativa como aves, reptiles e incluso a la vegetación [97].

Al respecto, Álvarez-Romero (2005), menciona que varios autores han identificado a las ratas, como uno de los principales factores de riesgo más importantes para las poblaciones de aves acuáticas de islas oceánicas del noroeste de Baja California y el Golfo de California, en donde han sido introducidas, y otras especies de aves terrestres. Las ratas, tanto en ambientes insulares, como en regiones continentales, pueden llegar a ser un importante competidor con otras especies de roedores o pequeños mamíferos, además de que han sido identificados como portadores de numerosas enfermedades y parásitos transmisibles a la fauna nativa e incluso al ser humano [2].



Fig. 1.8. Mérgulo antiguo (*Synthliboramphus antiquus*)^[47].

Contaminación y enfermedades transmitidas al hombre

La presencia de la rata noruega dentro de los almacenes, industrias, áreas recreativas, casas habitación, etc., dificulta el manejo y operación del inmueble o giro económico propio, calidad y conservación de los alimentos (Fig. 1.9), materias primas, productos terminados, etc., ya que contamina con heces, orina y pelos; provoca pérdidas económicas, ya que roen todo tipo de material y deterioran los inmuebles y bienes materiales del hombre, aunado al mal aspecto tanto sanitario como estético de estas construcciones^[48].

Rattus norvegicus es responsable de daños a construcciones, viviendas, diversos giros industriales, etc.; deterioran, puertas, ventanas, cañerías, muros de madera o de concreto e inclusive, causan daño a instalaciones telefónicas, computadoras, equipos electrodomésticos e instalaciones eléctricas con alto riesgo de incendio. También causan pérdidas económicas, por paros en la producción, ocasionadas por cortocircuitos o interrupciones del fluido eléctrico. Las ratas han sido consideradas como una importante causa de pérdida de granos almacenados [26, 28, 40, 48, 84]



Aunque el papel que juegan los roedores en el mantenimiento y la propagación de enfermedades, varían según la enfermedad y la región geográfica, ciertos patrones surgen, como son:

- a. Los roedores pueden servir como huéspedes intermediarios de parásitos que infectan al hombre en última instancia.
- b. Los roedores pueden servir como reservorios de agentes patógenos.

Fig. 1.9. La rata contamina los alimentos del hombre^[48].

- c. Los roedores pueden jugar un papel clave en la transmisión de la enfermedad.
- d. Los roedores pueden transmitir directamente el patógeno para el hombre a través de picaduras, como es el caso de fiebre por mordedura de rata ^[7, 12, 14, 16, 89] (1, 98).

Las ratas son responsables de muchas enfermedades que afectan al hombre y a sus animales domésticos ^[1, 4, 7, 14, 23, 27, 75, 78]. Algunas de ellas son:

- **Fiebre por mordedura de rata:** es una enfermedad bacteriana producida por *Streptobacillus (Actinobacillus) moniliformis* y *Spirillum minus*. Vive en la saliva de la rata y se transmiten por mordedura de éstas, las cuales mantienen a estos microorganismos de forma saprofítica en nasofaringe. Las ratas actúan como portadoras sanas.
- **Salmonelosis (envenenamiento agudo de la comida):** es provocado por la *Salmonella*, bacteria que puede habitar en alcantarillas, en instalaciones pecuarias, fosas sépticas, letrinas, en basura acumulada y en otros medios no sanitarios. Puesto que los roedores frecuentan estas áreas y luego visitan otras, existe el potencial de contaminar los almacenes de alimentos.
- **Enfermedad de Weils o leptospirosis:** se transmite por la orina de las ratas, y es provocada por una bacteria espiroqueta del género *Leptospira*.
- **Hantavirus:** el virus que se encuentra en la orina, la saliva y los excrementos del animal, se mezcla con la atmósfera por medio del aire o polvo.
- **Teniasis:** es la infestación del tubo digestivo por tenias, gusanos planos. Las ratas los propagan por las heces y por animales infectados ingeridos por mamíferos.
- **Triquinosis:** es una enfermedad parasitaria, producida por un nematodo denominado *Trichinella spiralis*. Transmitida por la rata por medio de los excrementos.
- **Toxoplasmosis:** es una enfermedad causada por *Toxoplasma gondii*, la fuente de infección primaria, son las heces de las ratas.

Las enfermedades transmitidas por parásitos de las ratas son:

- **Tifus Exantemático Endémico:** se suele llamar “tifus murino” o urbano; causada por una bacteria del género *Rickettsia*, la rata suelen transmitirla por mordedura o por las heces de sus parásitos, como pulgas o piojos que llevan sobre el pelaje.

- **Peste Bubónica:** ocasionada por una bacteria (*Yersinia pestis*), es una zoonosis especialmente de roedores de campo que puede ser transmitida a los seres humanos por medio de las pulgas (*Xenopsylla cheopi*).

En general las enfermedades transmitidas por roedores han causado más muertes y sufrimientos para el hombre que todas las guerras y revoluciones en la historia.

Las personas que pueden considerarse en alto riesgo, podrían incluir controladores de plagas, biólogos, médicos veterinarios, agrónomos, trabajadores de la construcción (albañiles) y peones, electricistas, carpinteros, plomeros, trabajadores de mantenimiento, inspectores de edificios, y trabajadores involucrados en demoliciones o limpieza de inmuebles antiguos^[75].

La asociación hombre-roedor depende directa o indirectamente del hombre, ya que éste le provee de comida y refugio lo que afecta la reproducción, fisiología y comportamiento del roedor.

La OMS retoma la propuesta de Massimo Livi Bacci, (1999), quien establece las cuatro categorías, en la forma de transmisión y de “entrada” en el cuerpo humano, que tienen las enfermedades epidémicas. La primera comprende las enfermedades del aparato digestivo que se transmiten por vía fecal a través de la contaminación; la segunda afecta a las enfermedades que se transmiten por el aparato respiratorio y por el aire; la tercera, la transmisión de enfermedades por el aparato reproductor y una cuarta categoría, de enfermedades que “no-pasan” por las naturales puertas de “entrada” del organismo sino a través de la sangre o de los tejidos, mediante mordeduras o picaduras de animales (pulgas, piojos, garrapatas, mosquitos, etc.), que transfieren los microorganismos de un humano a otro o de un animal que constituye el reservorio de microbios (como la rata en el caso de la peste) a un ser humano^[70, 90].

Por el lado positivo, el informe de la OMS (2008), señala que se han mejorado las expectativas de vida de la población mundial pues se ha pasado de una esperanza de vida de 48 años en 1955 a 75 años en nuestra década; que se han producido mejoras en la salud general como consecuencia de desarrollo de programas de control de las aguas, de mejoras de higiene personal, o que se han establecido y extendido los servicios nacionales de salud; que se han llevado grandes avances en el desarrollo de vacunas en otros campos de la investigación médica, el diagnóstico y en el tratamiento de la enfermedad, o en los programas de rehabilitación; o que también se han producido importantes progresos en la lucha contra determinadas enfermedades infecciosas, como la poliomielitis. No así en la cuarta de las categorías^[92]. La comunidad internacional creyó que se podían erradicar algunas de las plagas que han azotado a la humanidad y que a lo largo de la historia han incidido gravemente en los recursos demográficos del planeta, con la sola utilización de plaguicidas^[70, 87, 90, 92].

Es importante antes de proponer alguna estrategia de manejo o decidir la eliminación de una especie, por considerarla plaga, es considerar los logros y fracasos anteriores en los intentos de combate y utilizar a priori, el diseño de un programa personalizado para cada situación.

La importancia del género *Rattus*, en particular la rata noruega (*Rattus norvegicus*), en el estudio de las poblaciones animales y de sus efectos nocivos en la economía y salud, necesitan para su estudio, todos los factores biológicos que regulan la población de este roedor (Fig. 1.10) ^[91].



Fig. 1.10. Ejemplar de *Rattus norvegicus* ^[46].

II. BIOLOGÍA DE RATA NORUEGA

La rata noruega (*Rattus norvegicus*), es la plaga urbana más importante en muchos lugares del mundo. Es conocida también como rata café o gris ^[84].

La rata noruega no es originaria de Noruega, pero su clasificación se debe que en Noruega la clasificaron ^[78]. Inicialmente, se creyó que este tipo de ratas habían llegado a las Islas Británicas en naves provenientes de Noruega, de ahí su nombre científico “*norvegicus*” con el que se le conoce hasta ahora ^[12, 106, 115].

Distribución

Originalmente, probablemente se distribuía al Norte de China (Fig. 2.1). Al parecer este animal es, definitivamente, un espécimen de los climas templados. En su radio de acción original, el Norte de China, está restringido a este tipo de clima ^[2, 121].

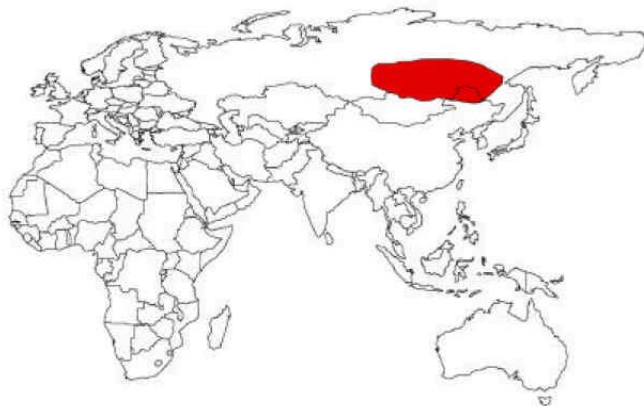


Fig. 2.1. Mapa de distribución original o histórica de *Rattus norvegicus* ^[2].

Rattus norvegicus apareció primero en Europa, sin embargo, no fue conocida en ese continente sino hasta el siglo XVI, en 1553. Poco tiempo después fue traída a América, extendiéndose rápidamente desde los puertos, especialmente a lo largo de la costa oriental de Norteamérica, a la que alcanzó en 1775 ^[2, 123].

En México, esta especie se encuentra fuertemente asociada a las poblaciones humanas (Fig. 2.2). Y por lo anterior, su distribución en el país se puede ver reflejada en la distribución misma de los núcleos poblacionales ^[2].

Actualmente esta especie se encuentra distribuida en todo el mundo como especie comensal del hombre y se ha adaptado a ambientes templados, especialmente en zonas urbanas y ha logrado desplazar en varios lugares a la misma rata negra (*Rattus rattus*) ^[2, 75, 123].

En los trópicos, se encuentra solamente en las zonas portuarias; actualmente la rata negra, la más común en todas estas zonas^[12]. *Rattus norvegicus* frecuenta las riberas de ríos y canales, además es predominantemente un roedor de madriguera. Es el más común y la mayor de las ratas domésticas

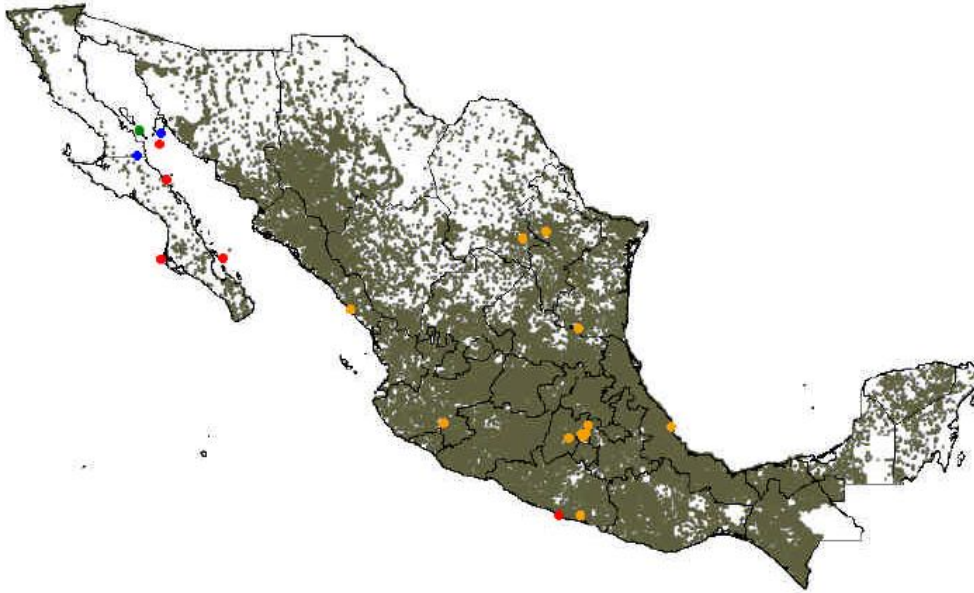


Fig. 2.2. Mapa de distribución exótica en México de *Rattus norvegicus* (rata noruega). En México esta especie se encuentra fuertemente asociada a las poblaciones humanas, y mantiene una relación de tipo comensal. Por lo anterior en el mapa se muestra la distribución propuesta para esta especie basada en la distribución de los núcleos poblacionales del país (color verdoso). Los puntos de diferentes colores indican las localidades específicas en las que ha sido identificada la especie como: feral (rojo), comensal (amarillo), erradicada (verde claro). NOTA: Álvarez-Romero y Medellín, basándose en estudios del ámbito hogareño y de los movimientos diarios de esta especie, consideran que la presencia (área de impacto) de estos animales debe considerarse en un radio de aproximadamente 3 Km alrededor de cada núcleo poblacional (puntos grises). Tomado de Álvarez-Romero, J. y Medellín, R, 2005^[2].

Ambiente

Tipo de vegetación

Como especie nativa, la rata noruega es muy común en zonas urbanas. De acuerdo con Redford (1992), no se encuentra en bosques primarios. Originalmente pudo haber vivido a lo largo de bancos a la orilla de los ríos en Asia y se extendió a medida que se creaban los

canales y campos de arroz. Actualmente es posible encontrarlas asociadas a asentamientos humanos en donde haya disponibilidad de alimentos ^[2, 97, 102].

Como especie exótica, la rata noruega se encuentra en todos los tipos de vegetación y ambientes urbanos. Está asociada a poblaciones humanas ^[2].

Existen dos factores muy importantes que han servido para que la rata noruega se establezca en diferentes nichos ecológicos: a) la agresividad que caracteriza a esta especie y b) su gran fertilidad ^[16, 75, 78].

Clasificación taxonómica

Reino: ANIMALIA

Phylum: CHORDATA

Clase: MAMMALIA

Orden: RODENTIA

Familia: MURIDAE

Nombre científico: *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769

Nombre común: rata café, gris o rata noruega (en español); brown rat o norweigan rat (en inglés) ^[2, 14, 75, 78].



Fig. 2.3. Características fenotípicas de *Rattus norvegicus* ^[46].

Descripción de la especie

La rata noruega presenta un pelaje áspero y grueso, cuerpo recio, hocico achatado, cola desnuda y relativamente gruesa, de un color más pálido, en la parte inferior y casi siempre más corta que la longitud de la cabeza y el cuerpo juntos (Fig. 2.3). El color, en general, es café o gris oscuro en las partes superiores, con pelos

negros alternados y un color más claro grisáceo en el vientre. Están cubiertos de pelo por todo el cuerpo salvo la nariz, labios, palma y pies.

Los ojos saltones y relativamente pequeños, párpados desarrollados, finas y cortas pestañas; sus orejas poco separadas y cubiertas con pelos cortos (Fig. 2.4) ^[2, 7, 10, 75].



Fig. 2.4. Características de las orejas y los ojos de la rata noruega ^[42].

Es muy frecuente observar rata adulta, que pesa aproximadamente medio kilogramo (450 gramos en promedio), su longitud total es de 80 a 480 mm, la longitud de la cola es de 187 mm y la longitud de la pata trasera es de 37 a 44 mm. Los machos adultos son de mayor tamaño que las hembras ^[2, 7, 10, 14, 16, 23, 30, 31, 39, 61, 75, 78, 82, 84, 89, 106, 115].

Sus 4 incisivos crecen durante toda su vida a partir de la base ^[75, 78, 117].

Presentan un hígado pentalobulado, carecen de vesícula biliar. No pueden regurgitar ni vomitar por lo que son muy sensibles a los tóxicos ^[81].

No presentan un dimorfismo sexual marcado y pueden vivir hasta 3 años ^[2, 97].

Las características biológicas y de comportamiento de los roedores tienen gran similitud en su nacimiento, desarrollo y actividad general ^[89, 106].

Órganos de los sentidos

El conocimiento que los roedores tienen del mundo que los rodea, depende de la agudeza de sus sentidos.

El sentido del equilibrio, oído, olfato y tacto son agudos, pero éste último es el más desarrollado, ya que además de la habilidad de palpación, las ratas poseen bigotes y pelos táctiles protectores en el cuerpo (vibrisas), en cuya base poseen una red nerviosa que les

otorga una gran sensibilidad. Esto les permite desplazarse con facilidad en la oscuridad y siempre adosados a paredes u objetos que les sirven de punto de referencia^[75, 78].

Su visión no es muy desarrollada y aparentemente no distinguen los colores, esta característica puede ser útil en el uso de cebos para su control. Sus ojos están adaptados a la oscuridad y tienen muy poca visión en color. Al no distinguir los colores, estos aparecen como sombras grises a sus ojos. El color amarillo y el verde se encuentran entre los más atractivos, ya que el roedor, probablemente los ve como gris claro, de modo que algunos cebos pueden ser coloreados para aumentar la atracción del roedor y evitar usos equivocados en las personas^[78].

Posee una visión nocturna especializada ya que tienen una alta sensibilidad a la luz, pero poca agudeza visual. Esta característica de ser sensibles a las variaciones en la intensidad, color o periodicidad de la luz, producen alteraciones en la estimulación y sincronización del ciclo sexual (aún en períodos muy cortos de luz durante el período oscuro), en la movilidad gastrointestinal, en el tiempo de maduración de las ratas, en la retina^[2, 39, 75].

Las ratas tienen las glándulas de Harder, situadas detrás del globo ocular, las que producen una secreción rica en porfirinas de color marrón rojizo que lubrica al ojo. Si disminuye el bienestar de estos animales, por ejemplo estrés, se observan lágrimas rojizas alrededor de los ojos y la nariz, que al secarse parecen sangre^[30, 61, 84].

El sentido del gusto en ratas no es tan agudo como en el hombre. Según Barnett (1948), las ratas rara vez rehúsan cebos nuevos después de examinarlos. Sin embargo, si el veneno contenido en un cebo las enferma, desconfían de esta sustancia, no porque reconozcan el veneno, sino porque asocian la mezcla de cebo con la enfermedad^[4].

Son extremadamente sensitivas a cualquier ruido, al respecto Brown, en 1970, demostró que muchos roedores tienen una respuesta acústica bimodal, ya que aparte del detector de sensibilidad acústica en el rango audible, se encontró un segundo detector que corresponde a señales ultrasónicas producidas por los mismos animales^[12].

De forma similar, cualquier olor anómalo penetrante puede alterar su percepción y provocar cambios en su conducta social^[98].



Alimentación

Son animales omnívoros que comen de forma semicontinua (Fig. 2.5), aunque en condiciones *ad libitum* comen principalmente durante el período de oscuridad, alimentándose desde materia vegetal, hasta animal y en particular semillas, granos, nueces, vegetales y frutas, aunque también comen insectos, otros invertebrados, papel, cera de abejas, jabón, etc.

Fig. 2.5. La rata noruega es un animal omnívoro^[52].

Alternativamente, se pueden alimentar de ratones, pollos y crías de cerdos y borregos, en ocasiones, ataca animales mayores.

También son herbívoros de hojas, ramas y raíces de algunas plantas. La comida comúnmente es llevada para almacenar, a sus guaridas. Un adulto necesita de 20 a 30 gramos de alimento y de 15 a 30 ml. de agua ^[2, 98].

Reproducción

La vida media de la rata noruega en condiciones naturales es más bien corta, hasta tres años aproximadamente, como consecuencia de la depredación o la competencia. La madurez sexual, la alcanzan a los 2 ó 3 meses. En condiciones naturales estos roedores se reproducen durante todo el año, no obstante presentan épocas de máxima y mínima fertilidad como es primavera y otoño; en invierno y verano el apareamiento es menor; estas últimas las épocas son las más oportunas para combatir la rata noruega ^[7, 10, 30, 61, 75].

La conducta sexual de los roedores puede estar influenciada por: el fotoperíodo, la temperatura, la disponibilidad de alimento y las feromonas. En general, los machos son menos sensibles a estos factores externos que las hembras, y pueden cruzarse continuamente a lo largo del año. La membrana vaginal se abre a las 5 semanas de vida y las hembras son sexualmente maduras a las 6-8 semanas de vida ^[2, 14, 23, 39].

La conducta sexual en las hembras está controlada por el ciclo estral, el cual se instaura tras la pubertad. Las hembras son poliestrales, con un ciclo estral muy regular de unos 4-5 días de duración, de los cuales permanecen receptivas al macho, por un período de 20 horas, cada 4 a 6 días. Presentan estro posparto. El ciclo estral consta de 4 estadios: proestro, estro, metaestro y diestro ^[16, 78, 84].

También son multíparas (varios embriones se desarrollan al mismo tiempo). Los embriones se implantan y se desarrollan en los cuernos uterinos. La época de apareamiento puede variar por diferentes factores como el clima, la disponibilidad de alimento, espacio, etc. En los lugares en donde el apareamiento ocurre todo el año, las camadas tienden a ser más pequeñas. El periodo de gestación va de 21 a 23 días después del apareamiento ^[2, 57, 106, 115].

El número de camadas depende del clima, alimentación y refugio. Se pueden considerar de 4 a 6 al año ^[16, 75, 78] ^(75, 78).

El tamaño de la camada oscila entre 10-15 crías, aunque su número varía considerablemente; depende de la edad de la madre, cepa, estado sanitario, número de partos, alimentación (Fig. 2.6).



Fig. 2.6. Crías de rata noruega ^[52].

Las crías crecen rápidamente; nacen con la piel de color rojizo, sin pelo, con los ojos y los oídos cerrados; la transparencia de la piel permite la observación del corazón, el hígado, el bazo y la leche en el estómago.

A los 2 ó 3 días, el color de la piel es más claro y se les despegan las orejas, a la semana tienen el cuerpo cubierto de un fino pelaje; hacia los 10-12 días los incisivos superiores e inferiores han erupcionado y los pezones inguinales son visibles en las hembras, y en los días siguientes (13 a 16) abren los ojos, momento en el cual comienzan a explorar los alrededores. En esta etapa, ya son capaces de distinguir y preferir los olores del nido de otros ajenos a éste.

Las hembras tienen 12 mamas. La lactación (Fig. 2.7 y 2.8) y la gestación pueden simultanearse, aumentándose la producción, si se aprovecha el estro fértil, que se origina tras el parto (24-48 horas después).

La edad óptima para el destete oscila entre los 21 a los 25 días de edad. A la tercera semana de vida empiezan a comer alimentos sólidos; no obstante pueden ser atendidos 4 ó 5 semanas más. A esta edad la cría ya se vale por sí misma a fuerza de andar constantemente con la madre, aprende a distinguir venenos y carnadas con los que la madre ha estado en contacto.



Fig. 2.7 y Fig. 2.8.

Rata noruega amamantando a sus crías
[58, 121].



Las características reproductivas señaladas indican la extraordinaria capacidad de crecimiento que puede tener una colonia de ratas, si son dadas las condiciones óptimas de ambiente para la sobrevivencia de la población. Estudios de Laboratorio, indican que a partir de una pareja de rata noruega, al término de un año de apareos sucesivos y nacimientos se puede obtener hasta 1.500 ratas^[4].

Esta situación no se repite en la naturaleza, ya que existe una serie de mecanismos naturales que detienen la proliferación de las colonias estabilizándolos en un número determinado de individuos que constituye el punto de equilibrio natural de la población limitado por la capacidad de sustentación del medio en que se encuentran ^[121].

Hábitos

El movimiento de las ratas por lo general, fuera de los nidos, es caracterizado por un ritmo circadiano o de 24 horas. La actividad normal es mínima en las horas de luz y de mayor actividad ya entrada la noche, especialmente en la búsqueda de alimentos ^[2, 61, 75, 78]. Al encontrar el alimento, por lo general, lo llevan a un escondite para ingerirlo, excepto si los fragmentos son muy pequeños o muy grandes para arrastrarlos o si el hambre es excesiva, lo ingieren en el acto. Aunque la alimentación se da en la tarde-noche, pueden adaptar su alimentación, si sólo en el día tiene disponibilidad del alimento.

Las ratas comen el alimento en forma constante, a diferencia por ejemplo del ratón que mordisquea de un lado y otro. Young (1944) observó que las ratas se hastían de determinado alimento, y realizan un mayor esfuerzo para obtener otros ^[124].

Cuando la rata comienza a ingerir un nuevo alimento, lo hace con cautela y en pequeñas cantidades; si posteriormente enferma, lo evita. Esta es la base biológica del manejo adecuado de cebos ^[4].



Fig. 2.9 y Fig. 2.10. Habilidades de la Rata noruega ^[57].

Las ratas pueden trepar por paredes verticales de ladrillo y otro material con suficiente porosidad como para incrustar la punta de sus uñas y así alcanzar techos y ventanales, al mismo tiempo, estos roedores pueden saltar sobre paredes lisas hasta 33 centímetros, por lo

cual se recomienda como medida de seguridad en bodegas, recubrir las paredes desde su base, con una superficie lisa de 50 cm, aproximadamente (Fig. 2.9 y Fig. 2.10) ^[75, 78].

La rata es excelente nadadora, son capaces de nadar hasta 800 metros, y sumergirse con gran facilidad, razón por la cual, emisarios y colectores domiciliarios de alcantarillado son vías a través de las cuales pueden introducirse en todo tipo de edificaciones ^[75, 78].

La rata noruega puede saltar verticalmente más de 77 cm y saltar horizontalmente 120 cm ^[75].

Las ratas comienzan a roer desde su segunda semana de vida, impelidos por la necesidad de desgastar sus incisivos los que crecen constantemente a través de la vida del roedor. Se estima que el crecimiento anual de los incisivos superiores de las ratas alcanza 11.4 cm y 14.1 cm los inferiores. Estos roedores roen cualquier material que posea bordes más blandos que el esmalte de sus dientes, por ejemplo: madera, plomo, ladrillos, concreto blando, etc. ^[75, 78].

Comportamiento

Son animales nocturnos que se adaptan con facilidad a su medio ambiente.

Poseen un sistema de comunicación vocal compuesto por silbidos y gritos sobre todo usados en encuentros violentos. Sus densidades son cíclicas, y aumentan drásticamente en ciertos momentos, durante los cuales son posibles movimientos masivos a otras áreas ^[2, 75, 78].

Además de las conductas dirigidas a la satisfacción de un requerimiento inmediato, los miembros de organizaciones territoriales, muestran impulsos exploratorios relativamente fuertes. Tanto las hembras como los machos exploran más allá de sus territorios, pudiéndose establecer, para cada individuo, un área de acción.

Mediante un recorrido permanente de su área de acción, una rata logra un conocimiento total de fuentes alimentarias, refugios y objetos. Este contacto con el espacio, permite ponerse rápidamente a salvo ante la presencia de un predador e incrementa sustancialmente sus posibilidades de sobrevivir. En muchas ocasiones, el área de acción no es un área, sino sólo un camino entre la madriguera y el sector donde se halla el alimento.

Presentan un sistema social en el que los machos establecen territorios individuales alrededor de los túneles y en los que habitan varias hembras, las cuales crían en conjunto y alejan a las ratas ajenas al grupo. Las hembras sólo se aparean con el macho poseedor del territorio. En estos territorios, se da una reproducción eficiente y se mantienen nidos en buenas condiciones por sus miembros. Sin embargo, si existe hacinamiento, tanto el canibalismo y la interrupción de los ciclos estrales, tendrán lugar ^[121].

Los machos no dominantes, no establecen territorios y se genera una situación promiscua con bajas tasas reproductivas y de mantenimiento de los nidos.

Socialización

Las ratas son animales manifiestamente sociales. Sus sociedades exhiben una combinación de mecanismos primitivos de vida en grupos, con habilidades sociales esperables solamente en mamíferos superiores.

Las ratas están organizadas en una colonia, definida ésta, como un grupo de individuos que comparten tiempo y espacio y que explotan una misma fuente alimentaria.

La colonia está integrada por un cierto número de subunidades funcionales más pequeñas, el “grupo territorial”, y es la asociación de individuos adultos, juveniles y lactantes, caracterizada por llevarse a cabo dentro de un espacio bien delimitado, denominado territorio, que es propiedad exclusiva de los miembros del grupo.

Las organizaciones colectivas de las ratas están compuestas por unidades espaciales y funcionales básicas llamadas grupos territoriales, constituidos por un conjunto de individuos que establecen un territorio común, defendido sistemáticamente de la incursión de intrusos. En este territorio, cuya extensión es inversamente proporcional a la densidad poblacional de la colonia, construyen sus madrigueras (un territorio puede tener una o más).

Un conjunto de territorios vecinos constituyen una colonia. Generalmente las colonias se establecen en torno a una fuente de alimentación; en primer lugar se ocupan los espacios más favorables. A medida que la colonia crece, la distancia entre el alimento y los nuevos territorios es cada vez mayor hasta que llegará un punto en que el gasto energético de la distancia a recorrer hará que los espacios disponibles se vuelvan desfavorables para establecer nuevos asentamientos. En este punto, la colonia dejará de expandirse y cesará su crecimiento espacial^[78].

Estructuras jerárquicas

La organización social de las ratas involucra una estructura jerárquica, basada en una heterogénea multiplicidad de características que da origen a categorizaciones sociales compuestas por individuos dominantes e individuos subordinados.

La dominancia, se da por conducta agonística, basada en peleas o enfrentamientos.

En el momento que dos individuos ingresan en conflicto, éste arrojará como resultado una predominancia de uno (dominante) sobre el otro (subordinado), y un individuo dominante tendrá acceso preferencial a agua, alimento, refugio y reproducción.

Una vez establecida y reconocida esta jerarquía, la energía que podría desperdiciarse en conflictos sociales puede invertirse en la función colectiva del grupo^{[16, 75, 78] (98)}.

Madrigueras

La rata noruega presenta tendencia a “geotaxia negativa”, prefieren moverse hacia abajo que hacia arriba. Construye madrigueras, con una capacidad excavadora extraordinaria,

adaptándose con mayor facilidad a vivir en túneles, hoyos, debajo de rocas, en troncos o en pilas de basura y desperdicios, ya que sus orejas son cortas y los pelos de aberturas naturales las resguardan del polvo. Sus túneles están formados por varias ramificaciones con una o varias salidas y cámaras de descanso y almacén de alimentos. En construcciones generalmente ocupa sótanos, áticos y pisos bajos, lo mismo que coladeras y basureros.

Se sabe que las ratas excavan hasta una profundidad de 1.82 metros, en tierras blandas o de relleno en torno a edificaciones; esta capacidad les permite muchas veces, eludir cimientos poco profundos y penetrar así al interior de una bodega, razón por la cual, las bases de estas construcciones deben tener características especiales que eviten esta posibilidad, como es poseer una saliente horizontal desde su base y un suelo circundante (Fig. 2.10) ^[75].

La mayoría de los nidos son cortos, de menos de 1 metro de largo, pero en la colonia existen muchos nidos interconectados y la complejidad o tamaño depende de la densidad de población (Fig. 2.11).



Fig. 2.10 y Fig. 2.11. Madrigueras, de rata noruega ^[55, 59].

El objetivo de las madrigueras o de cualquier otro sitio es proporcionar un lugar para:

- a) Crecimiento y desarrollo de las crías.
- b) Escapar de los predadores.
- c) Descansar en el día.
- d) Rara vez se utilizan para guardar alimento.

Las ratas hacen sus nidos y madrigueras, en sótanos, alcantarillados, riberas arbustivas de ríos y acequias, matorrales, etc., muy cerca del alimento y del agua ^[75, 78].

Dinámica de la Población

El tamaño de una población de rata noruega (*Rattus norvegicus*), está determinado por los siguientes factores:

- a) Condiciones locales del medio ambiente (alimento, refugio y clima).
- b) El grado de predación y muerte natural.
- c) Competencia inter e intraespecífica por alimento y refugio.
- d) Inmigración y emigración (movimiento).

El índice de natalidad (depende del número de individuos capaces de reproducirse) [22, 69, 75, 78, 85]

El género *Rattus*, se ajusta a un modelo de dinámica poblacional densodependiente; esto es, las variables que controlan las tasas de natalidad y mortalidad, emigración e inmigración son consecuencia directa de la densidad poblacional [91, 97].

Si el número de individuos en un área supere el punto de equilibrio; habrá entonces una mayor competencia por alimento, espacio vital y refugio.

El tiempo invertido en conductas agresivas y defensa de territorios será mayor. Se producirán, además, abandonos y destrucciones de nidos, con la consiguiente disminución de la eficiencia reproductiva.

Con el hacinamiento, la mortalidad y la emigración serán crecientes, mientras que la natalidad disminuirá abruptamente. Consecuentemente, habrá una reducción de la densidad de población.

El proceso culminará en algún punto por debajo del límite impuesto por la resistencia ambiental, en donde la población volverá a presentar una tasa de crecimiento positiva hasta que uno o varios factores, físicos o bióticos, se conviertan nuevamente en restrictivos [91, 97].

La reproducción tiende a aumentar la población, la mortalidad es limitante y la migración actúa en doble sentido. El equilibrio de estos factores demográficos, determina si una colonia crece, disminuye o permanece estable. Sin embargo, se presentan otras variables que controlan la importancia relativa de cada uno de los factores demográficos antes enunciados y que constituyen las siguientes variables, limitadoras de las poblaciones de ratas:

- e) Medio ambiente físico

Constituido por el alimento, agua, clima y refugio [78].

El clima es un factor que influye en el crecimiento de la población y lo declina también. Algunas poblaciones sólo se reproducen en estaciones calurosas, otras a lo largo de todo el año.

El tamaño de la colonia de ratas se haya limitado por la cantidad de alimentos y agua disponible. La escasez de alimento alterará la conducta materna, y los destetes serán más tempranos, restricciones en las actividades de cuidado de las crías y un notable aumento de la agresividad que, en algunos episodios, llega al filicidio

El refugio es otro elemento vital para la subsistencia de este roedor, ya que lo necesita para su nidación y protección ^[12].

f) Depredación

La depredación uno de los factores más importantes en el control natural de las poblaciones de roedores. Debe tomarse en cuenta que ésta, es llevada a cabo por animales carnívoros, los cuales ocupan territorios más extensos que las especies herbívoras y omnívoras ^[85].

Entre los más importantes se encuentran gatos, perros, zorros, aves de rapiña, lechuzas y ofidios, sin embargo, el hombre es el principal depredador de los roedores, valiéndose para ello de diversos medios tales como: trampas, venenos, gases, etc. ^[75].

La ausencia de estos depredadores conlleva en ocasiones, el crecimiento de poblaciones de roedores.

En general se pueden considerar tres situaciones en la que la depredación se lleva a cabo:

1. nivel rural,
2. nivel suburbano y
3. nivel urbano.

La depredación a nivel rural y suburbano es por reptiles, aves y mamíferos (cánidos y félicos). A nivel suburbano y urbano, se le adjudica al hombre.

Las ratas han desarrollado gran cantidad de adaptaciones que les permite evitar su depredación, factor que no es obstáculo para los depredadores los cuales a su vez han desarrollado con el tiempo facultades que los habilitan para alimentarse de ellos ^[75, 106].

g) Competencia

Es difícil determinar que tipo de animales compiten con *Rattus norvegicus*, ya que esto está determinado sobre todo por el nicho ecológico que ésta ocupa, ya que éste es el territorio o región habitada y defendida. Para algunos animales este territorio es muy extenso y para otros muy reducido, lo que está condicionado por factores como la cantidad de alimento y su naturaleza, la disponibilidad de agua así como también la disponibilidad de refugio ^[39].



Fig. 2.12. La rata noruega es un competidor potencial con otras especies de roedores ^[46].

Usualmente la competencia es por el alimento, el refugio y otros aspectos del espacio vital. Los machos en condiciones naturales suelen competir entre sí por las hembras en celo. La competencia entre especies entre la rata noruega (*Rattus norvegicus*) y la rata de tejado (*Rattus rattus*), es muy intensa y la rata noruega es la que ejerce primacía, por su mayor agresividad (Fig. 2.12) ^[12].

La competencia entre especie está asociada a la organización social de una colonia, determinada en gran parte por la lucha en la que los roedores agresivos ejercen mayor dominio. Como resultado, los miembros de una población tienen rango social diferente que es muy importante, pues afecta su reproducción, longevidad y migración ^[26].

En caso de que se encuentren las dos especies de *Rattus sp* (ratas) y *Mus musculus* (ratón casero), simultáneamente en una región determinada; al ser *R. norvegicus* más agresiva, tiende a desplazar a *Mus musculus* y a *Rattus rattus* (Fig. 2.13), y se ha visto que en lugares en donde conviven, ya sea un edificio, un granero, etc., *Rattus norvegicus*, la más agresiva, ocupa las partes más bajas y las otras dos especies la parte media y alta, respectivamente ^[78].



Fig. 2.13. Ejemplar adulto de *Rattus rattus* ^[44].

Migración

Rattus norvegicus se puede mover:

1. Voluntariamente, por 4 razones importantes, para encontrar: alimento, agua, refugio o para encontrar nuevos nidos y proteger a las crías.
2. Involuntariamente, al ser transportadas por medios de transporte humanos ^[75, 78].

La rata noruega realiza diversos tipos de migración:

- a. local,
- b. estacional y
- c. masiva.

La migración local consiste en el desplazamiento dentro de un radio de acción y se realiza desde el escondrijo hasta la fuente de agua o alimento, hasta una distancia de aproximadamente de 150 metros de diámetro. Normalmente las ratas no se mueven grandes distancias, los límites se nombran como “rango de acción”, el cual es diferente del territorio, una parte del radio de acción que no es defendido.

Este roedor se siente más seguro, sí permanece dentro de su radio de acción, debido a que está familiarizado con rutas de escape y escondites. Por lo general, el radio de acción no es más grande de lo indispensable para satisfacer sus necesidades de sobrevivencia.

La migración estacional y masiva es dada por problemas de disponibilidad de alimentos y/o alteraciones del medio ambiente, como por ejemplo: cambios climáticos, inundaciones, incendios, sequías, demoliciones, terremotos, etc. ^[82].

En un experimento, *Rattus norvegicus* se movió desde su madriguera, en una sola noche, 3.3 Km a una velocidad de 0.5 a 1 km/hr. Las hembras se mueven 40 metros y los machos 60 metros ^[78].

III. MÉTODOS DE COMBATE DIRECTO

COMBATE FÍSICO

Uso de trampas

El uso de trampas en el control de la rata noruega, es un método en el que se utilizan diversos tipos y modelos de trampas (Fig. 3.1). Existe muy poca información científica de las ventajas sobre otros métodos de combate de roedores. Las hay de resorte o golpe, de tablillas engomadas, de guillotina, de captura en vivo, etc.

Las trampas de captura *in vivo* frecuentemente son usadas por científicos, que más bien obtienen información de la población a partir de los especímenes atrapados que de la propia trampa (Fig. 3.2). Existe un fenómeno llamado “*recelo a la trampa*”, en donde por ejemplo las ratas grandes son más fácilmente atrapadas que las ratas pequeñas, y más hembras que machos. Las ratas que han sido atrapadas alguna vez y logran escapar, difícilmente volverán a caer ^[75, 78].

No existen datos cuantitativos, pero Meehan, (1984), considera que el “*recelo a la trampa*” en *Rattus norvegicus*, puede tener un fundamento genético. Él plantea que primero se atrapan fácilmente las ratas de una colonia, sin embargo, al paso de los años esto se dificulta más, a pesar del tipo de trampa usada. Su hipótesis es que el gen de “*pisar la trampa*” es rápidamente removido y sustituido en la colonia de roedores por el gen “*recelo a la trampa*”, el cual es pasado a las generaciones posteriores. Después de mucho tiempo, en la misma colonia, es imposible atrapar ratas si se utilizan trampas, a causa de este gen y no se refiere precisamente a la neofobia, característica de los roedores, ya que ésta se supera después de varios días de exposición a lo nuevo, simplemente que los individuos de esta colonia jamás tocan las trampas colocadas ^[78].

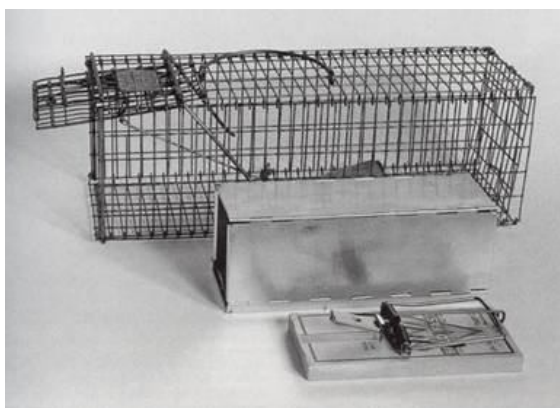
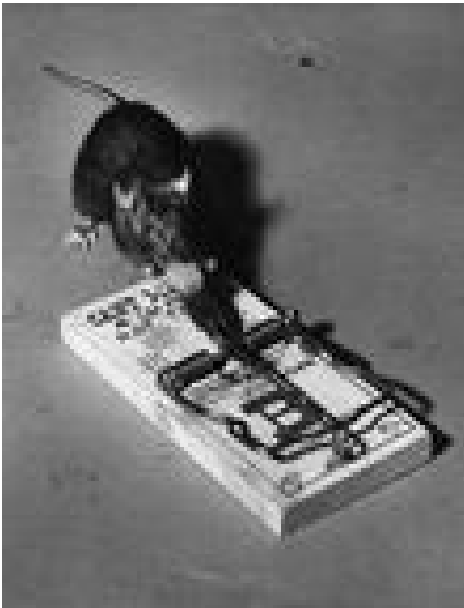


Fig. 3.1 y Fig. 3.2. Tipos y modelos de trampas para atrapar a la rata noruega ^[51, 76].



Las trampas para roedores más comunes son las de golpe en las cuales hay un cebo atrayente, son los mecanismos más viejos conocidos para controlar los roedores. Sin embargo, se tiene que rotar el cebo, ya que los roedores lo asocian al daño en la trampa y tendrán un rechazo al cebo, ya sin considerar la trampa. Los alimentos que son altamente palatables (conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo, dicho alimento sea más o menos placentero) con rodenticida, puede no necesariamente ser aceptados en las trampas y viceversa. La creencia popular de que si el humano toca la trampa, ésta olerá a humano y el roedor jamás la tocará, no es cierta, ya que en realidad el olor a humano dura aproximadamente 3 horas (Fig. 3.3) ^[78].

Fig. 3.3. Trampa de golpe reutilizada para atrapar a la rata noruega ^[7].

Actualmente existen aproximadamente 3,500 patentes de modelos de trampas de golpe, registrados en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos ^[75].

Algunas características de la utilización de trampas son:

1) Son seguras, los cebos que se utilizan no son tóxicos; se deben utilizar cebos que despidan algún aroma tales como: tocino, nueces, rebanadas de salchichas, manteca de maní, vainilla, etc.

2) Dan resultados rápidos, pero un control ineficiente sobre la población de ratas.

3) Permiten deshacerse de los roedores muertos rápidamente.

4) Se debe utilizar un gran número de trampas para un control efectivo.

5) Los roedores son animales extremadamente cautelosos y las trampas les causaran cierto recelo; en algunos casos conviene camuflar la trampa en aserrín poco profundo y dejar el alimento expuesto o no activar la trampa. De la misma manera, después de varios días de exposición también se presenta este recelo, por lo que hay que considerar un cambio de posición después de tres días, y comenzar de nuevo con la sola exposición del cebo.

6) Se deben colocar en el sitio adecuado, donde hay actividad de roedores, sobre los caminos que utilizan estos habitualmente, pegado a las paredes y con el gatillo casi pegado a la misma ^[4, 6, 7, 10, 23, 27, 75].



Fig. 3.4. Ingreso de rata noruega, a una estación con trampa de goma ^[76].

Las trampas de goma se han popularizado los últimos 20 años (Fig. 3.4), de tal manera que los fabricantes han diseñado varios modelos y formas, en madera, PVC u otro material, con olor atrayente o sin él, con cubierta o sin ella, todas ellas con goma inerte, con excelente eficacia en el control de roedores. (Fig. 3.5 y 3.6).



Fig. 3.5 y Fig. 3.6. Rata noruega atrapada en trampa de goma ^[76].

Una de las ventajas de utilizar estas gomas es que se puede monitorear la presencia de insectos plaga y atrapar a los roedores. (Fig. 3.7 y 3.8).



Fig. 3.7. Captura de insectos voladores ^[76].



Fig. 3.8. Captura de rata ^[76].

Ultrasonido y equipos electromagnéticos

Existen en el mercado algunos aparatos basados en la emisión de ultrasonidos para ahuyentar a ratas y ratones, este sonido está arriba de los límites humanos que es de 20 kHz; las ratas pueden oír en un rango de 100 kHz, sin embargo, su efectividad en el comportamiento de los roedores es muy limitada y dudosa por varias razones.

Las ratas, son sensibles a ultrasonidos, por oír frecuencias ≥ 80 KHz. En general, los sonidos constantes y de baja frecuencia son menos traumáticos que los sonidos intermitentes y de alta frecuencia. La intensidad del sonido, la duración, el tiempo de exposición, la posibilidad de nuevas exposiciones, así como el estado fisiológico del animal expuesto influyen en la efectividad del equipo. Las ratas sometidas a sonidos pueden presentar daños en el oído, hipertensión, cambios en su peso corporal, en su respuesta inmune, en su química sanguínea y en su distribución celular, canibalismo, fallos reproductivos y de audio ^[34, 75, 78].

Si bien el ultrasonido puede causar convulsiones y daños fisiológicos permanentes en los roedores, para ello la intensidad de tales sonidos debería ser tan grande que también perjudicaría a la gente y a los animales domésticos (los aparatos disponibles en el mercado no producen sonidos de tal intensidad). Además, los ultrasonidos son direccionales, no penetran detrás de objetos que encuentran en su camino y pierden rápidamente su intensidad a medida que se alejan de su fuente de origen, de manera que los roedores pueden ser repelidos de las áreas inmediatas al aparato por unos pocos días, pero después retornarán y continuarán con sus actividades normales (Fig. 3.9) ^[34].

El término “Ultrasonidos” significa vibraciones de un medio natural, similares a las ondas sonoras, pero cuya frecuencia es demasiado elevada para su percepción por el oído humano medio ^[75]. El estudio y aplicación de estas vibraciones reciben el nombre de Ultrasonía.

Este tipo de ahuyentadores se basan en la transformación de una señal electrónica de alta frecuencia en ondas ultrasónicas por medio de dispositivos llamados transductores piezoeléctricos de última generación.



Fig. 3.9. Equipos electrónicos que emiten ultrasonidos ^[53].

El sistema generador de ultrasonido es totalmente electrónico y si consideramos el número de equipos necesarios, de la misma manera considerar el consumo de energía eléctrica.

Para utilizar un equipo para ahuyentar a los roedores, según el fabricante se debe considerar:

- La potencia del equipo (área en m²) que cubre. Considerar la colocación de varias unidades hasta sumar el total de m² a proteger.
- En ultrasonido, se aplican las normas de la acústica, por lo tanto es importante considerar las características acústicas del área a tratar.
- El ultrasonido no penetra paredes, techos y pisos.
- Las superficies duras harán rebotar las ondas en uno u otro sentido; las blandas, en cambio, lo absorben. Si se usa en ambientes alfombrados se deberá aumentar el caudal de ultrasónico, al igual que lugares con mucho mobiliario o depósito con cajas de cartón o similares ^[34, 75].

Una extensión del uso de ultrasonido, que también cambian el comportamiento de los roedores, son los equipos electromagnéticos. Al igual que con los equipos de ultrasonido, existen aseveraciones muy extravagantes acerca del uso de estos equipos.

Aunque se confunden estos equipos uno con el otro, existen diferencias enormes. La revista *Pest Control* (1977) reportó después de entrevistar a expertos en Control de plagas, que en Estados Unidos no hay evidencia científica que muestre el control sobre la rata noruega.

En 1979, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), obtuvo en la Corte Federal, la prohibición en la venta de varios equipos electromagnéticos. A pesar de esto, en la actualidad todavía se observa la venta de estos equipos ^[34, 75, 78, 118].

COMBATE QUÍMICO

Rodenticidas

Un **rodenticida** es un plaguicida que se utiliza para matar o eliminar, combatir, prevenir, repeler o atenuar la presencia o acción de los roedores, en cualquier medio. Los cebos, comercialmente se componen de un ingrediente activo diluido a muy baja concentración en un soporte alimenticio atractivo para los roedores domésticos ^[5, 7].

Una amplia variedad de materiales se usan como rodenticidas, sin embargo, tienen riesgos específicos de envenenamiento accidental por varias razones:

1. En primer lugar, como agentes diseñados específicamente para la eliminación de mamíferos, muchas veces su toxicidad es muy similar para su objetivo (los roedores) así como para los humanos ^[45].
2. En segundo lugar, debido a que los roedores comparten el ambiente generalmente con los humanos y otros mamíferos, el riesgo de contacto accidental es parte integral en la colocación de cebos para roedores ^[6, 7].
3. Finalmente, según los roedores han desarrollado resistencia a los rodenticidas existentes, hay una necesidad continua para desarrollar nuevos rodenticidas con un potencial tóxico más alto ^[75, 78].

Los rodenticidas se dividen según su acción en:

- a) Rodenticidas de acción rápida (agudos, no anticoagulantes).
- b) Fumigantes
- c) Rodenticidas de acción lenta o anticoagulantes.
- d) Bacteriológicos, patógenos, parásitos (Control Biológico).
- e) Quimiesterilizantes (Control Biológico).
- f) Repelentes ^[25].

En México, de acuerdo con el Catálogo Oficial de Plaguicidas, hay once rodenticidas autorizados ^[20]:

- 1 warfarínico de primera generación,
- 7 warfarínicos de segunda generación y
- 3 químicos diversos: sulfato de talio, trióxido de arsénico y monofluoroacetato de sodio (compuesto 1080).*

El Catálogo Oficial de Plaguicidas, (2004), es un documento oficial elaborado por la Secretaría de Salud; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, las cuales integran a la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). El 15 de octubre de 1987 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto que establece las bases de coordinación entre las Secretarías y para el 27 de octubre de 1988, se elaboró la primera edición del catálogo oficial de plaguicidas, la cual incluye información sobre los registros otorgados por la CICOPLAFEST ^[20].

El propósito de este catálogo es ayudar al buen uso y manejo de los plaguicidas en las áreas de empleo: agrícola, forestal, pecuario, doméstico, urbano, industrial y en jardinería. En él, se integra información relacionada con los efectos a la salud, el ambiente, así como algunas indicaciones para proporcionar los primeros auxilios en el sitio en donde ocurra la exposición del sujeto; indicaciones suficientes para mejorar las condiciones del paciente y estabilizarlo para que sea trasladado a la institución hospitalaria más cercana para recibir tratamiento y atención médica adecuada.

Se integra, en dicho catálogo, la información de los plaguicidas registrados en nuestro país, las características generales de los mismos, así como las aplicaciones para las que se dio la autorización.

Dada la rápida modificación en los registros de las sustancias referidas en este catálogo, por la inclusión de nuevos registros o de modificaciones en los ya previamente autorizados, es altamente recomendable consultar los registros vigentes y que aun no hayan sido incluidos.

Los únicos plaguicidas cuya importación, comercialización y uso están permitidos en México, son los que han sido registrados por la CICOPLAFEST.

(*) Se mencionan en el Catálogo Oficial de Plaguicidas (2004), tres rodenticidas prohibidos por CICOPLAFEST, dado que aún es posible encontrarlos en algunos comercios, tales como tlapalerías, tienditas, o el mercado “negro” como productos rezagados o porque se fabrican y distribuyen de manera clandestina.

Rodenticidas Agudos

Son llamados también de una sola dosis, químicos agudos, o convencionales. Estos preparados actúan rápida y drásticamente; desarrollan en las ratas un temor inmediato, un recelo contra el veneno, que puede durar mucho tiempo y transmitirse hasta la siguiente generación. Otros consideran que transcurridos seis meses, pueden ser utilizados nuevamente en el mismo lugar. Tiene una toxicidad muy alta ^[4, 9, 13, 22, 24, 25, 32, 60, 63, 65, 75, 78, 86, 103, 104].

Son rodenticidas de acción rápida:

- a) Fosfuro de zinc (Zn_3P_2)
- b) Sulfato de talio (Tl_2SO_4)
- c) Monofluoroacetato de sodio (1080) (FCH_2COONa)
- d) Fluorocetamida de sodio (1081)
- e) Escila roja
- f) Sulfato de estricnina,
- g) Alfa -naftil- tiourea (ANTU)
- h) Trióxido de arsénico
- i) gases tóxicos

Fumigantes

Los fumigantes o gases tóxicos, se utilizan en caso de que se dificulte el uso de cebos envenenados en áreas inaccesibles de edificios, barcos o en madrigueras en los suelos, y se opta por la fumigación. Una ventaja es que matan ectoparásitos de los roedores, en áreas en donde es muy importante su control por ser vectores de enfermedades. Se requiere mucha precaución en su manejo, ya que una mínima exposición a los humanos causa quemaduras y envenenamiento ^[13, 25, 37, 78].

Entre los fumigantes más empleados se encuentran:

- cianuro de calcio y magnesio
- bromuro de metilo
- cloropicrina
- fosfuro de aluminio
- dióxido de carbono
- monóxido de carbono
- dióxido de azufre
- disulfuro de carbono

Los fumigantes que tienen un peso molecular menor de 29 g/mol, tienden a elevarse hasta el tope de la madriguera, cuando se utilizan en el suelo. Para la fumigación de madrigueras es importante conocer la humedad y el tamaño de partícula del suelo ^[38].

Sí se aplican estos fumigantes, es necesaria una extrema precaución ya que algunos desprenden gases extremadamente tóxicos al reaccionar con la humedad del ambiente, por ejemplo el cianuro de calcio desprende cianuro de hidrógeno y el fosforo de aluminio libera fosfina.

Rodenticidas Semiagudos

El calciferol (compuesto a base de vitamina D₂) (C₂₈H₄₄O) y el colecalfiferol (D₃), son rodenticidas aprobados, se han desarrollado como resultado de la resistencia desarrollada por diferentes roedores a la warfarina. Existen productos a base de colecalfiferol puro, o bien mezclado con warfarina o sus derivados en distintas combinaciones ^[38, 75].

Se presentan, en forma de píldoras, que contienen 2,308 U de vitamina D. La sustancia produce una clásica intoxicación por vitamina D. El colecalfiferol aumenta la absorción intestinal y la reabsorción renal de calcio, y además promueve osteolisis; en consecuencia, aumentan paralelamente el calcio y el fósforo en circulación, lo que genera intensa calcinosis (calcificaciones metastásicas de tejidos blandos), especialmente en el riñón, hígado, corazón, aorta y tracto gastrointestinal.

Se metaboliza a alfa-dihidroxicalfiferol, mismo que moviliza el calcio y causa hipercalcemia y calcificación de los vasos sanguíneos. Es probable que su efecto tóxico sea el resultado de una combinación de acciones en el hígado, riñón y, posiblemente, el miocardio. Las dos últimas toxicidades son el resultado de la hipercalcemia.

La calcitonina puede actuar como antídoto ^[38, 75, 78].

Rodenticidas Crónicos o Anticoagulantes

Los rodenticidas anticoagulantes son sustancias derivadas de la 4-hidroxicumarina y la Indandiona; y son utilizados para el control de roedores. Los rodenticidas anticoagulantes son compuestos de baja solubilidad en agua y buena estabilidad a temperaturas normales. Generalmente se emplean agregados a los cebos ^[63, 119, 122].

Los rodenticidas anticoagulantes comprenden el 90% o más de los cebos usados en el control de roedores. Estos anticoagulantes se absorben por vía oral y también por la piel, y el hígado es el órgano blanco. Ahí interfieren competitivamente con el metabolismo de la vitamina K. Los rodenticidas anticoagulantes provocan una grave coagulopatía; de tal manera que los anticoagulantes causan la muerte como resultado de hemorragias internas; la sangre no coagula y los capilares son destruidos ^[79].

Los ingredientes activos son usados en cantidades desde 25 ppm hasta 50 ppm. Todos los anticoagulantes actúan muy lentamente, causan la muerte entre 4 a 10 días a partir de la ingestión de la cantidad de dosis letal en el cebo. Hoy en día, los formuladores de cebos anticoagulantes los ofrecen como “*basta un sólo bocado para alcanzar la dosis letal*”, con excepción del uso de cebos anticoagulantes de primera generación, ya que se necesitan varios días de ingestión para alcanzar la dosis letal en el roedor, sin “despertar” el sistema de advertencia altamente desarrollado por los roedores, lo que permite que éstos, no se puedan defender contra la acción eficaz de esas sustancias, al no percibir sus manifestaciones de intoxicación. Esta característica permite la utilización de estos productos cada vez que sean necesarios, alcanzar alta efectividad y con menor riesgo en su aplicación ya que poseen un antídoto específico, que es la vitamina K₁ (fitoquinona); la vitamina K₃ (menadiona) y la vitamina K₄ (menadiol), no se consideran antídotos para estos anticoagulantes)^[78, 101].

Todos los rodenticidas anticoagulantes poseen el núcleo básico, Cumarina o Indandiona; ambas estructuras químicas semejantes a las de la propia vitamina K^[118].

El recelo al cebo no se presenta en el uso de anticoagulantes. Estos se han modificado y mejorado desde hace 33 años a la fecha, de esta manera los anticoagulantes se clasifican en anticoagulantes de primera generación y de segunda generación^[67, 75, 78].



Fig. 3.10. Estación para combate de la rata, con maíz impregnado con warfarina^[76].

a) Anticoagulantes de Primera Generación.

Los anticoagulantes de primera generación están representados por la warfarina, pival, coumaclor, y otros (Fig. 3.10). Se les conoce también como anticoagulantes de “*dosis múltiple*” ya provocan la muerte del roedor, después de que éste ha ingerido el cebo disponible por varios días consecutivos hasta alcanzar la dosis letal que le provocará la muerte.

b) Anticoagulantes de Segunda Generación o superwarfarínicos.

Los anticoagulantes de segunda generación, fueron inventados a raíz de la resistencia desarrollada a la warfarina y a otros anticoagulantes de primera generación. También era necesario desarrollar mejores moléculas con menos cantidad de cebo y menos días de exposición al mismo. Son derivados de la 4-hidroxicoumarina.

En el grupo de los superwarfarínicos, se encuentran sustancias tales como **brodifacoum, bromadiolona, y difenacoum**. Los ingredientes activos brodifacoum, bromadiolona y difetialona, son utilizados en Estados Unidos, otros anticoagulantes efectivos como floucumafen y difenacoum son utilizados en todo el mundo [66, 75, 78].

Los anticoagulantes de segunda generación son llamados de “*dosis única*”, ya que por su estructura química pueden causar la muerte del roedor desde solo un bocado hasta varias ingestas hasta alcanzar la dosis letal otros (Fig. 3.11). De todos modos, en cualquier programa de control de roedores, el cebo debe permanecer disponible de 2 a 4 semanas. Los roedores que presentan resistencia a la warfarina o similares pueden ser bien controlados con anticoagulantes de segunda generación.



Fig. 3.11. Estación para combate de roedor con rodenticida de segunda generación [76].

Los Rodenticidas también son conocidos como warfarínicos de “segunda generación”. Los aprobados por CICOPLEFEST en México son [20, 29, 36, 64, 66, 73, 74, 78, 79].

- Brodifacoum
- Bromadiolona
- Clorofacinona
- Coumatetralil
- Difacinona

- I-flocoumafén
- Pindona
- Warfarina (primera generación)

Han sido descubiertas ratas resistentes a la warfarina, hecho que está bien documentado [5, 10, 24, 29, 35, 37, 72, 75, 101, 105]. Un cambio mutacional en la enzima responsable, la vitamina K epóxido reductasa, puede dar origen a la resistencia genética a la warfarina en seres humanos y ratas [24, 65, 75, 122]. Al parecer, existe una base genética común en la resistencia observada a los rodenticidas anticoagulantes [75]. De manera similar a la warfarina de primera generación, se reporta resistencia al brodifacoum en el Reino Unido y Canadá; así mismo para la bromadiolona se reporta en el Reino Unido, Canadá y Dinamarca en los 80s [5, 14, 24, 75].

Los anticoagulantes de segunda generación tienen un mayor volumen de distribución en el organismo, su vida media es muy prolongada, los de primera generación es menor a 40 horas, en estos últimos va de 150 horas hasta 7 meses o más. Su toxicidad intrínseca es 100 veces mayor que la de la primera warfarina. Todo esto los hace más efectivos como rodenticidas pero también mucho más tóxicos para los humanos y son peligrosos para otras especies útiles [64].

Repelentes

Los repelentes son aquellas sustancias químicas que alejan o ahuyentan ciertas plagas. Actúan sobre el sistema nervioso central, alteran el comportamiento de los roedores, ya que estos evitan acercarse o roer, por lo que son usados contra la voracidad y daños de éstos. Se aplican en forma de pinturas, aspersiones o polvos y como cubierta para los materiales de empaque [75, 78].

Los que se utilizan para el control de roedores son sustancias químicas que no son nocivas a éstos; su empleo se basa en la extremada sensibilidad de los roedores a compuestos desagradables y olorosos. Si bien las ratas y ratones muestran aversión por algunos olores y sabores, los repelentes químicos no son una solución práctica al problema de los roedores.

Existen varias sustancias que poseen estas propiedades; muchas son especialmente perceptibles por el hombre y dificultan su trabajo.

La mayoría de los repelentes probados a la fecha se disipan rápidamente, por lo que su uso está prácticamente limitado a pequeños espacios y las aplicaciones deben repetirse frecuentemente [75].

El repelente se coloca dentro de los materiales que se desea proteger, para alejar así, el ataque del roedor. Debe reunir ciertas características: efectividad, estabilidad, no ser tóxico y no producir efectos deletéreos en materiales empacados. Se han empleado en agricultura para proteger cereales y cultivos así como en alambres y cables eléctricos o telefónicos. El repelente es especialmente útil para proteger productos cárnicos empacados y almacenados en depósitos ^[115].

Algunas sustancias, tales como las bolillas de naftalina o el amoníaco, colocadas en concentraciones suficientes, pueden tener algún efecto temporario en alejar a las ratas de ambientes cerrados. No existen muchas marcas comerciales registradas como repelentes para roedores ^[75, 78].

Entre los repelentes para roedores más utilizados se encuentran:

- tetracloro- etil puroato: complejo trinitrobenceno
- anilina (amina aromática más sencilla)
- dimetil tiocarbamil disulfido
- cloruro de boro
- thiram (fungicida)
- ciclohexamida
- sales de tributiltin
- ter-butil dimet tio-peroxicarbamato.
- bolitas de naftalina
- amoniaco
- kerosen
- aceite de pimienta
- fluosilicato de sodio

El ter-butil dimet tio-peroxicarbamato se ha utilizado específicamente para proteger los cables telefónicos enterrados del daño de roedores ^[75].

En general, los compuestos acíclicos y heterocíclicos que contienen grupos nitrogenados, tri o pentavalentes, son los más repelentes para los roedores ^[32].

Atrayentes químicos

Un atrayente tiene éxito si actúa por el olor, no por ingestión, y además debe ser inocuo para el ser humano ^[75, 78].

Existe poca información del uso de atrayentes en el control de rata. Aquellos compuestos que son capaces de atraer desde una distancia a las ratas hacia un cebo envenenado o hacia trampas son muy útiles. Estos compuestos atraen al roedor por el olor a distancia. Se atrae a los machos de *Rattus norvegicus* con cebos tratados con orina de hembras en estro, éstos se interesan en el olor de compuestos sulfurados, los cuales se encuentran en las glándulas sexuales de la rata. También les atrae el olor del acetato de alquilo ^[75, 78].

Si las hormonas sexuales se mezclan en el alimento, sucede un efecto de rechazo para el cebo.

COMBATE BIOLÓGICO

Agentes Biológicos

La acción de predadores, parásitos y gérmenes patógenos, contribuye a la regulación natural de la cuantía de la población de roedores, sin embargo, no parece haber ningún ser vivo que por sí sólo ofrezca un interés especial como agentes de lucha. Otra definición de agentes biológicos, incluye el uso de fármacos anti-fertilidad o quimioesterilizantes para reducir el potencial de fertilidad de la población ^[75].

A través de la historia del hombre, éste ha utilizado diferentes vertebrados predadores de los roedores. Los egipcios antiguos utilizaron gatos para controlar las ratas en sus bodegas de granos. Se han utilizado, gatos, zorros, serpientes, aves, comadrejas, perros, etc., y han dado resultados útiles en la lucha contra los roedores, pero su acción predatoria carece de especificidad o continuidad. En general, el efecto de cualquier predador sobre las poblaciones de ratas domésticas es poco importante ^[75, 78].

Se ha intentado también, con resultados poco prácticos, la introducción de gérmenes patógenos entre los roedores, como la *Salmonella enteritidis* y la *Salmonella typhimurium*. Se debe considerar los endoparásitos que pueden provocar una elevada letalidad o reducir la capacidad de reproducción en la población de ratas ^[3, 12, 15, 75, 78, 80].

El método bacteriológico se basa en la contaminación artificial de los roedores con microorganismos productores de enfermedades infecciosas específicas como el tifus de roedores, que provocan entre ellos epizootias o epidemias ^[99, 120].

La OMS y la EPA, en 1967, recomendaron que *Salmonella* no debiera ser incluida en el control de roedores por el riesgo al hombre. A pesar de esto, en 1970, la URSS comenzó a utilizarlo y en Italia su uso continúa para ser recomendado ^[75, 78, 80, 99].

Quimioesterilizantes

Un quimioesterilizante es cualquier agente, que sea capaz de causar una baja temporal o permanente en la capacidad reproductiva de un animal. Se aplica a machos y hembras ^[75].

Teóricamente, los individuos estériles en una población causan presión extrema sobre el resto de los individuos fértiles, los cuales luchan por mantener la tasa de natalidad. Bajo ciertas circunstancias la tasa de natalidad puede estar muy poco debajo de la tasa de mortalidad y la población declina. Sin embargo, Meehan, en 1984, consideró que esto raramente podría suceder en una colonia de ratas, ya que son tan prolíficas y tienen muchas generaciones en poco tiempo ^[78].

El objetivo del uso de quimioesterilizantes, es lograr esterilidad permanente en los roedores, mediante la destrucción de las células germinales reproductoras del testículo u ovario con lo cual se produce una disminución en la tasa de nacimiento, lo que resulta en la disminución gradual de la población de roedores hasta la extinción. Algunos causan esterilidad permanente o temporal, otros actúan únicamente sobre los juveniles, otros en machos o en hembras, adultos ^[11, 91].

Algunos compuestos quimioesterilizantes son:

- Alfacloroendrin
- Mestranol
- BDH 10131 quinestral
- 17α -etnil- 11β -metilestradiol
- monocrato de 1-(2-(p-(α -(p-metoxifenil)- β -nitrostiril)fenoxi)etil)pirrolidina
- Maleato de DL-6-(N- α -pipercolino-metil)-5-hidroxi-indano.

El uso de estas sustancias químicas, en el futuro es incierto, pero tienen una gran ventaja sobre los rodenticidas, y es que no presentan un peligro inmediato para los seres humanos y animales domésticos ^[75, 78, 112].

Un reto en el uso de quimioesterilizantes es vencer el recelo al cebo, ya que éste se requiere administrar en dosis adecuadas y durante periodos de 6 días y por mes. Para mejorar la palatabilidad del cebo, se le ha agregado a éste, orina de rata hembra y se han elaborado microencapsulados con el quimioesterilizante ^[75].

IV. MÉTODOS DE COMBATE INDIRECTO

Actualmente para el combate de rata noruega (*Rattus norvegicus*), se cuenta con un grupo de medidas **preventivas o profilácticas**, que son las que crean las condiciones adversas para la alimentación y cobijo de estos pequeños mamíferos y las medidas de combate que son las que tienden a disminuir y eliminar la población de roedores en una zona dada ^[116].

Saneamiento

Cuando las ratas no tienen las condiciones como el alimento, el agua, la temperatura y los refugios seguros que necesitan para reproducirse, simplemente no pueden sobrevivir. Este enfoque tan básico, es aplicable a todas las plagas urbanas ^[75].

Desafortunadamente, las condiciones necesarias a menudo se dan donde vivimos, trabajamos y practicamos nuestro esparcimiento, lo que significa que las ratas pueden coexistir perfectamente en nuestro entorno y que las medidas pasivas tienen que ser muy específicas para controlar su presencia o desarrollo.

El deseo humano creciente de cambiar este entorno traerá nuevos riesgos de plagas y enfermedades con las que están asociadas.

El saneamiento consiste en evitar la creación de un medio ambiente favorable para el desarrollo y establecimiento de la rata noruega (*Rattus norvegicus*), el cual debe tender a obstaculizar a estos roedores, el acceso al alimento y al refugio. ^[10, 18].

De esta manera, mejora el propio entorno del hombre y los efectos de predación y competencia se intensifican, ya que los predadores de los roedores encuentran mayor facilidad para perseguirlos y eliminarlos. En estas condiciones, las ratas compiten violentamente por el alimento y el refugio, por lo que la población de roedores decae, ya que disminuye la capacidad de sustentación del medio ambiente ^[12].

Generalmente, a los roedores no les gusta cruzar áreas abiertas y es un esfuerzo muy grande el poder excluirlas dentro de los inmuebles por simplemente remover cualquier cubierta adyacente a éstos (vegetal o materiales acumulados por el hombre) ^[78].

El saneamiento y constante monitoreo para la eliminación de la rata noruega dentro de las áreas de cualquier sitio de interés humano, tanto interiores y exteriores de todo inmueble, se presenta como una actividad necesaria, ya que entre los beneficios que ofrece se encuentran:

- a) Condiciones óptimas desde el punto de vista estético de las instalaciones.
- b) Homogeneización de control de calidad, al eliminar daños y contaminación por roedores.

- c) Orienta los procesos internos, sobre cuándo y cómo aplicar medidas correctivas y preventivas para el control de roedores ^[21].

El saneamiento comprende emplear, en áreas urbanas, una correcta contención y eliminación higiénica y programada de desechos sólidos colectiva e individualmente. La eliminación de los lugares de anidamiento o refugios, limpieza y ordenamiento de los alrededores de instalaciones garantiza el saneamiento general ^[78].

Las buenas prácticas de higiene y saneamiento, en conjunto con una efectiva construcción y diseño de los inmuebles, proporciona la mejor estrategia de control que cualquier otra ^[112].

En áreas urbanas, las personas son las responsables de proporcionarles a los roedores, alimento y refugio; la manera indirecta para combatir y reducir la población de roedores, sin trampas ni rodenticidas, es simplemente al implementar medidas de saneamiento ^[21].

De ahí la importancia que reviste el aseo periódico, que evite la acumulación de basuras o desperdicios y el desarrollo de matorrales y malezas cerca de industrias, bodegas o zonas residenciales. También se recomienda la constante limpieza de canales, así como la supervisión regular al sistema de alcantarillado. Estas medidas de saneamiento deben hacerse extensivas a mercados, ferias, fábricas y lugares de cualquier naturaleza, donde las ratas puedan abastecerse de alimento o servirles de morada ^[82, 83].



La maleza y la vegetación muy densa en áreas circunvecinas a las construcciones e inmuebles son un medio ideal para que las ratas se establezcan ahí, o simplemente que lo tomen de paso para ingresar a los inmuebles (Fig. 4.1). La vegetación proporciona a las ratas alimento (plantas, semillas, raíces, insectos y otros invertebrados), protección de depredadores, material para el nido, y agua.

Fig. 4.1. El saneamiento es también eliminar cubierta vegetal pegada al inmueble ^[76].

Por lo tanto, el manejo de esta maleza y vegetación alrededor de los inmuebles es un punto crítico para minimizar la población de ratas en el exterior. ^[55, 57]

Alrededor y pegado a los inmuebles se debe deshierbar de 46 a 61 cm y construir un terraplén sobre lo deshierbado, después en el suelo contiguo formar una pequeña zanja de aproximadamente 10 cm de profundidad y agregar grava de por lo menos 3 mm de espesor, se pueden plantar ahí, algunas plantas de ornato y cuidar que no crezca de nuevo la maleza. En

el terraplén pegado al inmueble, se pueden colocar estaciones de monitoreo de roedores, las cuales contendrán rodenticida anticoagulante o alguna trampa (Fig. 4.2). Los roedores al pasar por este terraplén se obligarán a buscar refugio en las dichas estaciones, consumen el veneno o quedan atrapadas. Se debe ser muy cuidadoso con la implementación de las estaciones de monitoreo, ya que en caso que, en el exterior pasen niños, mascotas o fauna silvestre, puede haber riesgo de exposición al rodenticida.



Fig. 4.2. Deshierbe y terraplén con grava y estación de monitoreo, pegado al inmueble [76].

En las áreas suburbanas, las acciones de saneamiento son especialmente importantes. Las ratas pueden ser muy poco detectadas por semanas o meses, ya que se alimentan en la noche y a menudo escapan de nuestra atención. Los materiales como madera, semillas, y otros materiales atractivos para las ratas como refugio o alimento deben ser guardados en una bodega lejos de la casa; revisar y mantener constantemente las plantas de ornato, ya que el suelo en donde están plantadas, provee de una extensión suficiente para que las ratas cavén y formen madrigueras y nidos. Las enredaderas y las plantas de ornato continuas son especialmente peligrosas ya que permiten la entrada de los roedores al interior de la casa o inmueble, por ventanas, puertas u otras partes de entrada al inmueble. Se debe mover regularmente los objetos colocados alrededor de los inmuebles y valorar la aplicación de algún herbicida en áreas en donde no es posible el terraplén.

El alimento de las mascotas, es muy importante no se quede expuesto en la noche. Si se maneja composta, debe ser movida constantemente y revisar que no contenga pedazos de alimento (diferentes a los vegetales) los cuales pueden proporcionar a las ratas nutrientes. En donde existan árboles frutales, no dejar fruta tirada en el suelo.

Es muy importante por otro lado, alrededor de los inmuebles, en espacios cerrados que no se utilicen como cocheras o bodegas, acumular material que no se utiliza constantemente [30].

Aunque un buen saneamiento raramente eliminará totalmente a la rata, ayudará ciertamente a controlarla. La continua presencia de roedores de forma regular, sugiere que hay muy poca atención al mantenimiento apropiado de las instalaciones [121].

El saneamiento en áreas interiores, en lo que respecta al combate de rata, significa la limpieza de todos los sitios, incluso aquellos que no tiene tránsito humano o bodegas con materiales que no se mueven constantemente. Las ratas de manera natural ingresan a estas áreas para protegerse de los predadores o buscar alimento [18, 21, 75, 78, 83, 96, 98, 112, 117, 120].

En lo que respecta a inmuebles en donde existen diversas áreas de diseño, producción y distribución de productos, es importante tener un manual de procedimientos específico para la limpieza y aseguramiento de calidad en el control de plagas, éste debe incluir el separar los racks del piso de 15 a 45 cm y de la pared formar la barrera sanitaria libre de 30 a 45 cm, de esta manera se logra: a) permitir la inspección del técnico en control de plagas encontrar nuevos indicios de roedor y b) incrementa la eficiencia de las estaciones de monitoreo para roedores, ya que los roedores tienen la libertad de transitar pegados a la pared y que éstos encuentren estas estaciones de control (Fig. 4.3).



Fig. 4.3. Inspección en una industria mexicana, por un técnico en control de plagas [76].

Las existencias en productos terminados o insumos se deben rotar constantemente y aplicar “primero en entrar, primero en salir”, de esta manera no se permite al roedor anidar o dañar estos materiales, reproduciéndose sin control. Se recomienda que los alimentos, se guarden en recipientes metálicos o de material duro con tapas herméticas, y evitar dejar restos de alimentos frescos al descubierto y sin protección [75].

El barrido frecuente de los suelos permite eliminar alimentos para los roedores y detectar con facilidad huellas y señas de estos animales ^[82, 83].

La recolección y disposición adecuada de desperdicios y restos de alimentos, debe ser periódica. Los desechos domésticos deben ser escurridos y envueltos antes de vaciarlos en el basurero, con lo cual se reducen los malos olores, se elimina la proliferación de moscas y se elimina una fuente de atracción de roedores ^[95].

Con indicios de ratas, es importante tapar los botes de basura y recoger toda la basura en piso, así como restos de comida o derrames líquidos.

La vivienda debe contar con protecciones eficaces contra los roedores, rejillas en ventanas y ventilaciones, protección de puertas y clausura de perforaciones.

Exclusión: Mantenimiento, Planificación y Diseño de Inmuebles Antiroedores.

La exclusión es el proceso de privar a los roedores (y otras plagas) de la entrada a los inmuebles, mediante el mejoramiento estructural y mantenimiento. La exclusión usada en conjunto con un programa efectivo de saneamiento, proporcionará a largo plazo un excelente control de *Rattus norvegicus* ^[75, 78].

Al respecto, Storer (1952) mencionó “*La exclusión es la solución real para el control de la rata. Todos los otros métodos, sus resultados serán temporales*” ^[112].



Fig. 4.4. Malla colocada en una coladera ^[76].



Fig. 4.5. La malla evita que los roedores entren a la coladera ^[46].

Fundamentalmente, la exclusión involucra la eliminación de espacios muertos, grietas, rendijas y cualquier área dañada que permita al roedor el ingreso, refugio o alejarlo de cierta área interna del inmueble o incluso de equipo o maquinaria ^[108].

Las actividades de exclusión varían desde las simples hasta las más complejas. Desafortunadamente muchos propietarios de inmuebles (y hasta técnicos en el control de plagas urbanas) menosprecian o no toman en cuenta, que la exclusión es una actividad importante en el control de la rata. Tal vez porque las acciones de exclusión requieren de tiempo, de inversión económica, y de asesoría profesional en el manejo de materiales para la construcción y por supuesto la asesoría de un profesional en el manejo de la rata noruega.

Las personas que son afectadas por la presencia de rata noruega, quieren los resultados de control de este roedor, muy rápido; y el invertir en tiempo y dinero en actividades de exclusión, no les dará de manera inmediata y total, y por otro lado, no existe la educación suficiente y necesaria para incluirla como prioritaria.

Una forma duradera de controlar a los roedores, es eliminar todos los agujeros a través de los cuales pueden entrar en una estructura (Fig. 4.4). Las ratas al roer, pueden ganar la entrada a través de cualquier agujero mayor que 1 cm. Para impedir la entrada, hay que sellar todos los agujeros con materiales duraderos. Las redes metálicas, colocadas herméticamente en los agujeros, son un buen tapón provisional (Fig. 4.5). Para cerrar orificios o proteger otras áreas susceptibles de ser roídas, usar materiales como el concreto* (mezcla de cemento, yeso o cal, con grava, gravilla, y agua), plancha de metal galvanizada, malla de alambre, aluminio o ladrillo. La lámina de plástico, madera, caucho u otros materiales similares no son adecuados para sellar agujeros usados por los roedores. Deben cerrarse orificios alrededor de las cañerías y cables, con mortero u otros trabajos de albañilería o cuellos de metal. Los aislamientos de caucho o vinilo pueden ser rápidamente roídos^[75, 78].

Las puertas, ventanas y mamparas deben encajar herméticamente. Podría ser necesario cubrir los bordes con metal para impedir ser roídos. Es importante, considerar la edad y tipo de construcción, ya que puede no ser factible, arreglar un edificio a prueba de roedores. En tal caso, hay que prestar más atención a otras técnicas de control. Se puede desanimar a las ratas de excavar cerca de los cimientos, al colocar una tira de grava gruesa alrededor de su perímetro. La grava gruesa debe ser al menos, de 1 cm de diámetro cada pieza, y se debe poner por lo menos en una banda de 50 cm de ancho y 7 cm de profundidad. Se puede impedir el paso de ratas que excavan bajo el cemento o las paredes, al instalar también una cortina enterrada de tela metálica de 0.5 cm de luz, hundida a 15 - 20 cm de profundidad y el extremo superior a 15 cm por encima del suelo^[108].

* En México, cuando se utiliza en el programa de combate de roedor, se le denomina mortero (cemento con arena y agua), y al ser colocado en ciertas áreas, para evitar la acción del roedor, se le incrustan algunos vidrios, de botella, de aproximadamente 2 - 7 cm.

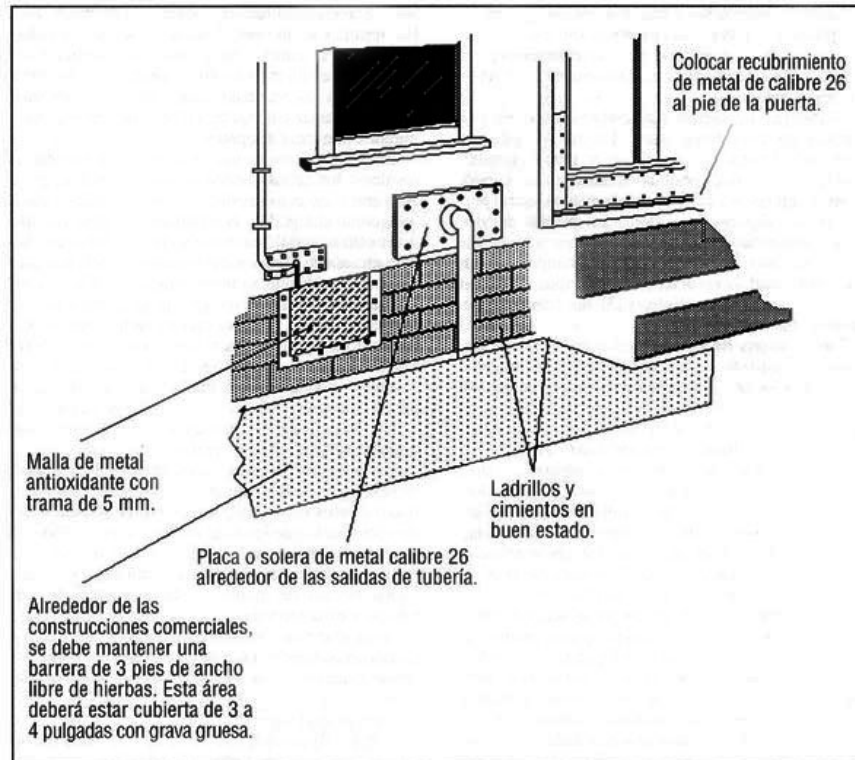


Fig. 4.6. Mantenimiento al inmueble sugerido para evitar el paso de la rata noruega ^[108].

Debido a que en las puertas abiertas facilitan la entrada de roedores, es recomendable que éstas estén dotadas de cierres automáticos y de cantoneras metálicas en sus ángulos, a fin de evitar las roeduras de ratas. En tomas de aire, claraboyas, desagües y ventanas se recomienda colocar malla metálica fuerte, montada en marcos metálicos, que cubran las superficies de madera expuestas a roeduras. Es necesario colocar guardas metálicas adecuadas alrededor de alambres y tuberías, a fin de evitar que las ratas las utilicen para penetrar en los edificios. Las aberturas alrededor de tuberías o conductos deben ser tapadas con placas metálicas o rellenadas con cemento (Fig. 4.6).

En construcción de edificios y casas habitaciones, así como en las modificaciones de los ya existentes, es necesario considerar terminaciones adecuadas para hacer inaccesible el ingreso de las ratas ^[7]. Se ha comprobado que aberturas de más de 1.2 cm, permiten el paso de ratas jóvenes ^[10, 14, 21]. Los huecos y aberturas, ventanas, tomas de aire de sótanos, orificios de cañerías, etc., pueden ser acondicionados por medio de cantoneras y mallas metálicas para evitar el ingreso de roedores; además es necesario construir edificaciones sin espacios muertos, pues sirven de refugio para las colonias ^[14].

Algunos materiales utilizados en el control de la rata noruega son:

- Tela metálica galvanizada, del número 17.2 x 2.

- Malla de 12 mm contra ratas.
- Metal estirado galvanizado del número 18 para la protección contra roedores , en caso que el peligro de daños es mayor de lo normal.
- Hojalata galvanizada del número 24.
- Latón o aluminio de 3 mm para planchas de zócalo.
- Hormigón (2 x 1) ladrillos, baldosas y otros materiales de construcción sólida.
- Grava gruesa de 1 cm de diámetro.
- Mortero (cemento, arena y grava) mezclados con vidrio.

La correcta construcción de edificios, concebida para la protección contra roedores, y la modificación de los ya existentes, limitan el acceso de los roedores a estos y facilitan su eliminación de las viviendas y de instalaciones industriales ^[14, 108].

Scott, en 1979, mencionó: *“Los urbanistas y promotores muchas veces buscan integrar visual y ecológicamente los proyectos de construcción como las viviendas y las áreas recreativas con su entorno natural; sin embargo muchas veces se construyen sin tener en cuenta el riesgo del aumento de las infestaciones de plagas”* ^[109].

“Se podría reducir este riesgo si las normativas sobre los planes urbanísticos, la ordenación paisajística y el diseño de áreas recreativas tuvieran en cuenta los riesgos de infestación de plagas y la transmisión de enfermedades, y si las normativas sobre la construcción asegurarán que los edificios nuevos se protegieran contra las plagas y no crearan condiciones que propicien las plagas” ^[109].

Por otra parte la OMS, en 2003, afirmó: *“El principal propósito de este informe es identificar los enfoques sobre prevención y control de las plagas urbanas y reducir el impacto de estas plagas sobre la salud pública de manera beneficiosa. El control pasivo, mediante un mejor diseño y construcción de nuestras ciudades y viviendas es sin duda el enfoque más sostenible.”* ^[93].

Los cambios en el diseño de los inmuebles y los requerimientos legales encaminados a satisfacer el estilo de vida moderno pueden crear condiciones más propicias para las infestaciones por roedores.

En todo el sector de la industria de la construcción (desde la normativa hasta el diseño y la construcción misma), se debe poner mayor énfasis en la manera de aportar ventilación adecuada mediante tecnología apropiada y el mejor diseño de ventanas, para las viviendas nuevas o renovadas. Las viviendas nuevas normalmente son más herméticas y a las ratas les cuesta más trabajo ingresar y anidar en ellas, sin embargo, las viviendas más viejas suelen ser

mucho menos herméticas, pero debido a la menor tolerancia a las corrientes de aire, las casas viejas están paulatinamente en renovación, para ajustarse a los estilos de vida modernos ^[93, 116].

Educación Ambiental y Sanitaria

En el combate de la rata noruega, es importante que todos los interesados puedan disponer con facilidad de toda la información técnica disponible. Sin embargo, los datos suelen encontrarse dispersos en diversas publicaciones ^[89].

Las publicaciones sobre biología y métodos de control contra de la rata noruega, se encuentran dispersas en innumerables revistas desde científicas hasta de índole popular ^[89].

La información y educación pública son fundamentales para un combate de plagas eficiente y exitoso. Existe una gran carencia y deficiencia de personal profesional y técnico, con conocimientos sólidos, sobre los aspectos sanitarios de la ecología de roedores y la lucha contra estos animales. Esta escasez, contrasta con la fuerte tendencia a la especialización en entomología médica, que se observa desde principios del siglo XX, y que ha sido ampliamente fomentada por revistas científicas, las escuelas de salud pública y los cursos especiales de formación científica, organizados en numerosas instituciones, cuyo objetivo son los insectos plaga ^[7, 89].

La ecología de los roedores, es en gran parte, un capítulo de los estudios de biología general y en menor grado de los estudios agronómicos; rara vez figuran, los elementos básicos de lucha contra los roedores plaga en los planes de estudios de las instituciones de enseñanza superior.

El conocimiento de las relaciones entre las acciones de los roedores y la salud pública, se adquiere en general como resultado del interés individual y de programas de investigación especiales y no a través de los planes oficiales de enseñanza.

Los problemas ocasionados por los roedores en zonas habitadas, son en gran parte fruto de la apatía y de la ignorancia ^[89]. La mayor parte de la gente, no sabe como son los hábitos de las ratas, su comportamiento y sus viviendas pueden atraer a las plagas y aportarles condiciones ideales en las que pueden invadir e infestar. En general, también desconocen que muchas plagas pueden ser portadoras de patógenos y tampoco saben como manipular y emplear los rodenticidas correctamente ^[109].

La información pública no solamente es una necesidad básica, sino que es económicamente racional, porque contribuye considerablemente a la prevención de infestaciones de plagas a través de acciones privadas ^[82].

Las medidas sugeridas en el programa de combate de la rata noruega, sólo pueden tener éxito sí cuentan con el apoyo de la población, importa mucho sí las personas están bien

informadas de los problemas planteados y conocen los fines y objetivos del programa de combate ^[30, 75, 78].

Algunas acciones podrían ser, que en las escuelas primarias y secundarias, darle importancia a la difusión de la higiene colectiva. También puede ser muy útil recurrir a folletos ilustrados y a la información verbal a determinados grupos de la población.

En cada región geográfica, existen diferentes problemas sanitarios con la presencia de roedores, conviene intensificar la formación de especialistas nacionales en la materia. En los cursos de formación poner especial énfasis en adoptar la metodología MIP, con sus técnicas existentes establecidas a las condiciones propias del lugar ^[30, 75, 78].

Existen dos importantes centros regionales de adiestramiento: el Centro de Investigaciones sobre los roedores, en Los Baños (Filipinas), cuyas actividades están respaldadas por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), y el Centro de Investigaciones sobre la lucha contra los Roedores, establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y la Organización para la Agricultura y la alimentación (FAO) ^[89].

A nivel internacional y en México, existen varias organizaciones civiles, que agrupan a las empresas dedicadas al control de plagas urbanas; y año con año realizan Congresos y cursos constantes, con especialistas en el tema. A nivel nacional está la Asociación Nacional de Controladores de Plagas A. C., en el Distrito Federal, la Asociación de Controladores de Plagas del Anáhuac, y hay otras regionales en todo el país.

V. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Definición

La filosofía del Manejo Integrado de Plagas (MIP), ha sido practicada por miles de años. Los chinos, en el año 1200 A.C., fueron los primeros en usar a los enemigos naturales para controlar las plagas (control biológico), así como la fumigación, al quemar plantas tóxicas para matar insectos, también practicaban el removimiento mecánico de tantas plagas, como les fue posible. Los cazadores de ratas fueron populares en Europa hace 500 años, en la Costa Atlántica de América del Norte hace más de 200 años también existían estos cazadores; por las noches, sus equipos, normalmente incluyeron trampas, hurones entrenados y una pistola o rifle. Después, cuando el uso de las pistolas y los hurones se hicieron imprácticos para usarlos en la ciudad, fueron reemplazados con sustancias tóxicas, cebos, y tablas pegajosas hechas de ligas ^[75, 114].

El Código FAO define al MIP, como el sistema de manejo de plagas que, dentro del contexto del medio ambiente y la dinámica poblacional de las distintas especies que se comportan como plagas, utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de la manera más compatible posible y mantienen las poblaciones de plagas por debajo del umbral económico y de salud ^[26].

Horn, define el MIP como la *“Estrategia que involucra el uso simultáneo o secuenciado de diferentes métodos de control en el Manejo de poblaciones de plagas”* ^[41].

En el control de plagas tradicional, el objetivo de erradicar una especie no deseable es prácticamente imposible; por otra parte, los esfuerzos que a menudo se realizan son indiscriminados y afectan a otros eslabones de la cadena ecológica o provocan desequilibrios en los sistemas naturales ^[114].

El MIP utiliza todos los recursos necesarios, por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas. A diferencia del control de plagas tradicional (sistema reactivo), el MIP es un sistema proactivo que se adelanta a la incidencia del impacto de las plagas en los procesos productivos, con apoyo de las ciencias biológicas ^[14, 26, 30, 31, 33, 75].

Por otra parte, el MIP es un sistema que permite una importante interrelación con otros sistemas de gestión y constituye un prerrequisito fundamental para la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) en la Industria.

La implementación del MIP, es más avanzada en Europa Occidental y Norte América, y está en expansión hacia países en desarrollo del sudeste de Asia, América Latina y África ^[75].

El desarrollo de este concepto fue creado del hecho de que la erradicación total de una plaga no es económicamente factible, ni medioambiental tampoco. Manejar una plaga e impedir que alcance niveles que puedan causar pérdidas económicas inaceptables; es una alternativa más razonable. Al mismo tiempo, se entiende el potencial de efectos adversos por confiar en el uso solamente de plaguicidas ^[31, 33, 41].

Mientras el concepto del MIP no es de uso nuevo, el énfasis puesto en él durante los últimos años, ha producido una necesidad genuina de examinarlo más de cerca.

Como resultado de las numerosas regulaciones y/o restricciones y el aumento en la preocupación pública por el uso de plaguicidas; ha hecho que la filosofía del Manejo Integrado de Plagas sea más atractiva.

El MIP, se refiere al conjunto de técnicas y métodos dirigidos a prevenir y controlar la presencia de ciertas especies en un hábitat determinado. Comprende una amplia gama de técnicas y métodos de actuación que en muchas ocasiones, se emplean complementariamente con objeto de conseguir los mejores resultados y que se han desarrollado, de acuerdo a las necesidades planteadas para conseguir mayor eficacia en los tratamientos para el control de plagas con los mínimos efectos adversos. ^[114].

Bases ecológicas para el Manejo Integrado de Plagas MIP

El fracaso de los sistemas de control de plagas basados en una sola estrategia, fue haber ignorado o desconocer fundamentalmente los principios ecológicos de la estructura de un ecosistema y su función.

Pero es esencial incluir además del uso de productos químicos en el combate, otras alternativas que se fundamenten en conocimientos con bases Ecológicas ^[41].

En la Biosfera, las especies animales y los vegetales no viven aislados sino, muy al contrario, desarrollan su actividad en un medio ambiente determinado y en interacción con otras especies u organismos, con los que establecen diferentes tipos de relaciones. A su vez, una comunidad biológica dada no sólo manifiesta un perfecto acoplamiento al ambiente en el que se desenvuelve históricamente, sino que a lo largo de su evolución desarrolla una capacidad de movimiento, hábitos y conducta que les son propios e innatos y que determinan definitivamente pautas de comportamiento características (etología) ^[114].

La dinámica de una población en un espacio y tiempo determinado está condicionada no sólo por los factores internos propios de la especie (natalidad, mortalidad, etc.), sino también por su capacidad de expansión e incluso colonización de “nuevos ambientes”, determinada por factores ecológicos, relacionados por la competencia entre especies la disponibilidad de alimentos, factores ambientales (luz, temperatura, etc.).

Al aproximarse al estudio de una determinada especie, (como es el caso de la rata noruega), en un territorio o zona determinada, bien sea urbano o natural, hay que considerar todas aquellas vertientes o aspectos relacionados con: Ecología (Fisiología, Genética, Etología Evolución) y Biología de esa especie ^[69].

El acercamiento a las plagas urbanas y a su control exige, por tanto, un planteamiento técnico, cualificado que aproveche los avances y conocimientos de las ciencias que estudian las características biológicas, ecológicas y etológicas de los organismos biológicos. Evidentemente, este acercamiento riguroso posibilitará una mejor comprensión de esas características y de las estrategias como especie, al ajustar así, de manera fina, las intervenciones de control, que no sólo han de apoyarse en métodos químicos, sino en medidas y acciones que inhabiliten el desarrollo y expansión de una determinada población. En ocasiones, una plaga no será considerada como tal, si se conocen rigurosamente los factores intrínsecos y extrínsecos que apoyan su proliferación, y las acciones de control no tendrán que ir orientadas a su exterminio, objetivo que en sí, carece de rigor científico. La información sobre el comportamiento como organismos, especie y población, de hecho, permitirá emprender acciones selectivas muy orientadas y definidas, con un mínimo costo adicional para el medio ambiente y la salud pública.

Ecología

Se usó el término “*ecología*” en la segunda mitad del siglo XIX y fue conceptualizado por Haeckel en 1869; y su sistematización explícita como ciencia es relativamente reciente. Krebs, la define como “*el estudio de la distribución y abundancia de los seres vivos*” ^[69].

Esta ciencia se ocupa de la biología de las especies y de los procesos funcionales que tienen lugar en la población respecto al medio en que se desenvuelven; en definitiva, aborda las relaciones que mantienen los organismos vivos entre sí y con su entorno físico-químico.

En ecología hay que distinguir a la población como grupo de individuos de una misma especie, del término comunidad (biótica), que se refiere a todas las especies que habitan en un área determinada. La comunidad y el medio físico funcionan como un sistema ecológico o ecosistema, con reglas y funciones dadas ^[75, 114].

Los ecólogos explican las distintas situaciones en las que se encuentra un organismo dado, tanto en una combinación particular de condiciones circundantes como en su exclusión de otros, a través de la interacción de diversos factores. Entre las influencias que, en conjunto, constituyen el ambiente del organismo, se encuentran aquellas asociadas con el suelo, el clima, y los efectos de otros seres vivos sobre el mismo organismo y viceversa. Resulta evidente que cada especie se le debe aplicar un criterio ecológico particular, puesto que los rasgos ambientales, para una especie en particular no lo son para otra ^[14].

Etología

La Etología estudia el comportamiento de los animales, que es consecuencia de las adaptaciones filogenéticas de una especie, a lo largo de la evolución. El desarrollo de las pautas conductuales, requiere mecanismos de estimulación, que actúan en el estímulo de las respuestas propias de especie. Existe además una innata disposición al aprendizaje, característica de cada organización biológica ^[85, 113].

En el combate de las plagas, se necesita tenerse en cuenta, las características conductuales propias de cada especie, que se diferencian en:

- Actividades instintivas heredadas y conservadas.
- Instintos, que son la base de dichas actividades.
- Territorialidad destinada a garantizar la alimentación o el descanso. A veces esta conducta únicamente se produce en épocas determinadas o fases de desarrollo biológicos:
- Conducta reproductora ligada a fases de apareamiento, cría o nidificación.

El comportamiento social es dependiente del instinto básico, y tiene por objeto la formación de asociaciones entre individuos de una especie, como por ejemplo las ratas. La comunicación entre los individuos de una especie se produce a través de una serie de mecanismos no sólo conductuales, sino también fisiológicos, de diferente naturaleza:

- Comunicación hormonal, mediante sustancias hormonales que son propias de la especie; desencadenan conductas en los individuos de una población.
- Comunicación nerviosa, que se basa en la percepción de estímulos específicos, visuales, auditivos, etc.

La capacidad de supervivencia de una especie en un hábitat o ecosistema determinado, depende de la destreza innata para evitar ser depredado, y de la ejecución de pautas de comportamiento orientadas a conseguir alimento y a relacionarse con individuos de su especie, a fin de garantizar la reproducción. Los órganos de los sentidos especializados, la transmisión interna de impulsos nerviosos y la comunicación mediante sustancias hormonales entre individuos son elementos esenciales para el desarrollo de conductas adaptativas; garantizan la supervivencia y expansión de la especie como estrategia positiva en el marco evolutivo ^[85, 113].

El aprendizaje que los vertebrados y en particular de especies sumamente gregarias, organizadas socialmente y jerarquizadas, como el caso de los roedores, es importante tomar en cuenta ^[75, 85].

Ecología Urbana

La ecología urbana aglutina los conceptos fundamentales de la ecología, con el objeto de analizar el ecosistema en el que se desenvuelve de forma directa el hombre; cuya resultante es el **ecosistema urbano**. Sólo así, es posible enfocar el medio humano (urbano o rural) como un conjunto de subsistemas, elementos físicos u bióticos en interacción donde se producen intercambios de energía, materias y tienen lugar diferentes procesos, como ocurre en los ecosistemas naturales.

Este enfoque de la realidad compleja, como un todo y no como trozos separados y desconectados, permite analizar los diferentes elementos que conviven en un ámbito territorial determinado y sus relaciones de dominancia o preeminencia respecto a un problema determinado, sobrepasado así los enfoques sectoriales o reduccionistas.

En relación con las plagas urbanas, transmisoras o no de enfermedades al hombre, es posible identificar diferentes ecosistemas tipo, en los que está presente el hombre y tienen lugar su actividad productiva y de ocio, con los subsistemas correspondientes y sus interrelaciones. Las diferentes especies de interés como posible plaga urbana, ocuparán un lugar propio y determinado (nicho ecológico) en el que se desenvuelven, crían y desarrollan su ciclo de vida, al establecer relaciones con diferentes elementos del ecosistema.

El enfoque, como tal, permite mantener una visión global (ecológica) de un problema determinado relacionado con las plagas urbanas, al que habría que añadir datos específicos (biología, etología) con objeto de priorizar las actuaciones de control (selectivas y perfectamente orientadas) más idóneas y menos impactantes para el medio ambiente, para otras especies o para el hombre; evita, asimismo, intervenciones desmesuradas o inapropiadas (plaguicidas muy tóxicos, cantidades excesivas, etc.) ^[75, 115].

OBJETIVOS

1. Proporcionar una metodología adecuada para el combate de infestaciones por rata noruega (*Rattus norvegicus*) en áreas urbanas, bajo el concepto de Manejo Integrado de Plagas.
2. Identificar los beneficios de Manejo Integrado de Plagas vs. Métodos tradicionales, aplicados a infestaciones de *Rattus norvegicus*, en áreas urbanas.

METODOLOGÍA PARA EL COMBATE DE LA RATA NORUEGA EN ÁREAS URBANAS.

Un programa de Manejo Integrado de Roedores consiste en la suma del análisis sistemático de las poblaciones de roedores plaga y sus patrones de actividad; al aplicar este conocimiento, se pueden dar las opciones específicas para el control o manejo de las áreas críticas que utilizan las ratas.

Es importante considerar los siguientes factores:

1. Debido a la elevada tasa de reproducción y supervivencia de sus crías, las colonias de ratas y ratones recuperan con rapidez su densidad original, si la acción de saneamiento no es sostenida así como el mantenimiento al inmueble.
2. Antes de efectuar cualquier acción de combate de la población murina, se debe realizar un diagnóstico de la situación inicial, lo que indicará la gravedad del problema y sus posibles formas de solución. La información obtenida con la inspección debe ser transferida a un mapa de escala adecuada, de modo que el área total involucrada pueda ser subdividida, se asignan prioridades, de acuerdo a la severidad del problema.
3. Con base en los resultados de la inspección, los programas de combate deben contener las medidas específicas para reducir la incidencia de la infestación. Así también, las prioridades y metas deben ser realistas y consecuentes con la cuantía de los recursos y medios económicos disponibles ^[18].

A lo menos una vez al año, deben efectuarse inspecciones exhaustivas, a fin de identificar plenamente nuevas infestaciones o reinfestaciones.

Con base en mi experiencia profesional, para el diseño de un Programa de MIP, aplicado a infestaciones por rata noruega (*Rattus norvegicus*), se proponen las siguientes etapas de acción:

Etapas I: Identificación del Problema

Se refiere a la identificación o evaluación inicial y consiste en definir y dimensionar el problema real: a) que especie de roedor está presente, b) en donde está el daño o el paso del roedor, c) cómo está la infestación, d) desde cuándo está la infestación, e) donde se mueve, alimenta y vive; de esta manera se genera la información de la especie o especies infestantes y los factores que favorecen su distribución y abundancia en un lugar determinado, para la implementación de MIP, de acuerdo y en consideración a varios factores que se describen como sigue:

- Localización exacta del problema (excretas, roeduras, contaminación, marcas de grasa)
- Tipo de morada, estado de conservación y material de la construcción.

- Determinar la presencia o ausencia de alimentos almacenados, desechos de alimentos, agua, desagües, letrinas, signos de roedores dentro y/o fuera del edificio, refugios potenciales.
- Identificar si existe más de una especie de roedor presente (Fig. 7.1).
- Revisar el mantenimiento del inmueble, diseño y probables mejoras.
- Revisar deficiencias de saneamiento básico y ambiental.
- Grado de compromiso, de los responsables en las acciones de combate de la rata noruega, que se determinen [33, 41, 75, 78, 91, 97, 116].

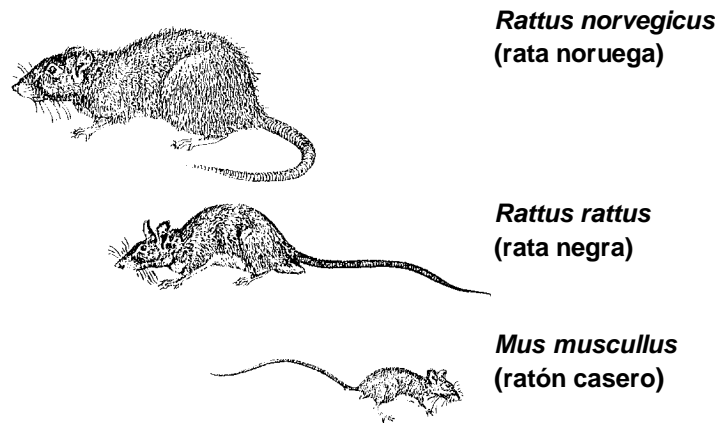


Fig. 7.1. Los 3 roedores comensales que pueden infestar [56].

De tal manera, que la **Inspección Técnica**, es la actividad más importante en un Programa de combate de rata noruega (*Rattus norvegicus*) y debe ser realizada antes de utilizar cualquier medida de combate. Esta inspección nos permite tener un conocimiento de la(s) especie(s) involucrada, extensión de la infestación, refugios de los roedores, puntos de entrada y de seguridad, nidos, daños, etc.; toda la información debe estar contenida en formatos diseñados previamente para la inspección; cuidar todos los detalles desde el clima, hasta el tipo de construcción y giro de producción, pecuario, industrial, tipo de industria, urbano o rural, educativo, gubernamental, hospitalario, etc. De esta manera, se comenzará ya con cierta especificidad con nuestra colecta de datos, hacia el diseño del Programa y toma de decisiones para el combate de la rata noruega; o que resultará específico para cada situación en particular.

a) **Identificación de la Especie de roedor**

Este es el primer aspecto a tomar en cuenta para evaluar y analizar la problemática. La identificación es muy importante, ya que de esta manera al conocer la especie infestante, se podrá utilizar ya la información reportada en fuentes bibliográficas acerca de su biología y comportamiento.

Los signos del roedor más importantes a buscar son de manera directa ejemplares de roedores vivos o muertos; y de manera indirecta heces fecales, material roído, madrigueras, senderos, huellas, marcas de grasa, manchas de orina, olor característico, sonidos propios de los roedores.

- **Roedores vivos o muertos**

La visualización tanto de ratas muertas o vivas, es una confirmación segura de su presencia (Fig. 7.2). La inspección es recomendable llevarla a cabo al amanecer o justo antes de que oscurezca, a menudo puede ofrecer información en cuanto al grado de infestación así como las áreas de mayor actividad de las ratas. Si observamos ratas en el día, nos indica una infestación alta. Si se requiere confirmar la especie del roedor, se utiliza trampa, ya sea de guillotina o de pegamento y al realizar la toma de medidas morfométricas, se observa y confirma que el cuerpo es mas corto en comparación con la longitud de la cola, y sí su color es pardo, entre otras características morfológicas importantes de la especie, se trata de *Rattus norvegicus*, como roedor infestante.

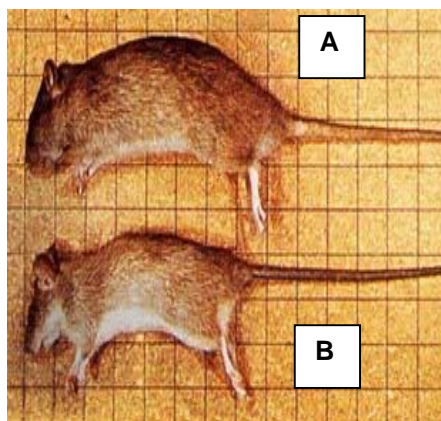


Fig. 7.2. Ejemplares adultos de *Rattus norvegicus* (A) y *Rattus rattus* (B) ^[78].

- **Heces fecales**

Son uno de los primeros signos de que un sitio tenga problemas de ratas. Las excretas señalan el lugar de descanso o de alimentación preferido por las ratas, por donde pasan éstas, además de ser uno de los indicadores del número de sitios infestados y la actividad presente de éstos.

Las heces juegan un papel importante en la comunicación con otras ratas de la colonia, por lo anterior expuesto. La presencia de excrementos es uno de los mejores indicios de una infestación por ratas, la forma, tamaño, color y consistencia de las excretas, se puede

diferenciar la especie de roedor existente; el tiempo de infestación y si ésta es contemporánea o pasada. Es importante, observar si las excretas contienen pelo, fragmentos de insectos, semillas, etc. El encontrar pelos en las heces no es raro, ya que las ratas al acicalarse, las ingieren.

La rata noruega produce de 40 a 50 heces diariamente y son las más grandes de las tres especies de roedores comensales, desde 7 mm hasta 20 mm de diámetro (Fig. 7.3). La mayoría de las heces de rata noruega son de forma rectangular y punta roma, pero algunas pueden tener forma de gancho. En especial, las heces de la rata noruega se encuentran en pequeños grupos, no así de la rata negra, que se encuentran muy dispersas.

El color es negro o negruzco. Cuando consumen el rodenticida, normalmente de color rosa, las heces tienen unas betas del mismo color, e indica que han consumido el rodenticida.

Otro dato que nos arroja la presencia de excretas es un acercamiento a la abundancia relativa de las mismas en un lugar determinado. Es muy importante observar la cantidad y el tamaño de las heces fecales frescas en un área determinada, y revisarlas en conjunto, y no por pieza, ya que pueden varias por la edad del roedor o por la alimentación.

Muy pocas heces frescas, indica al menos una sola rata presente. Gran cantidad de heces de diferentes tamaños, indica que adultos y juveniles están presentes, de donde se puede inferir una colonia cerca.

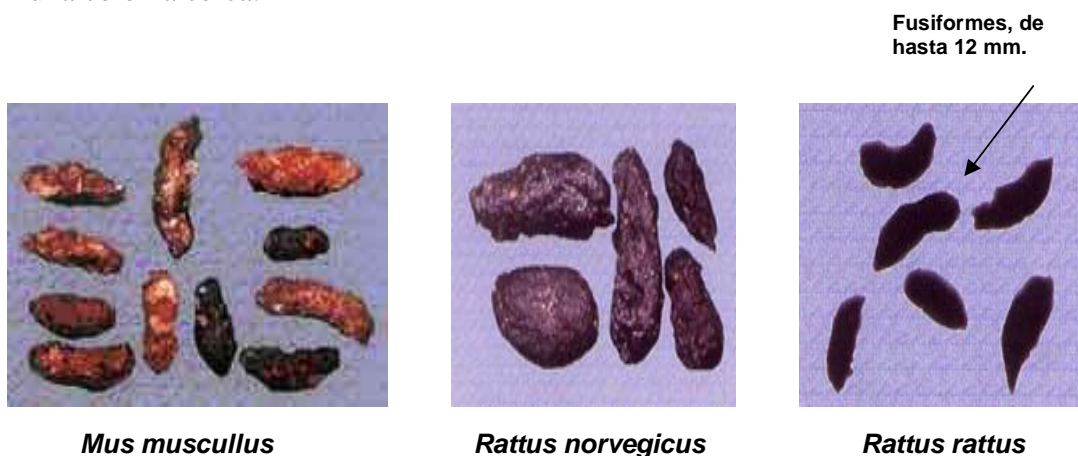


Fig. 7.3. Tamaños y formas de las heces de roedores comensales ^[78].

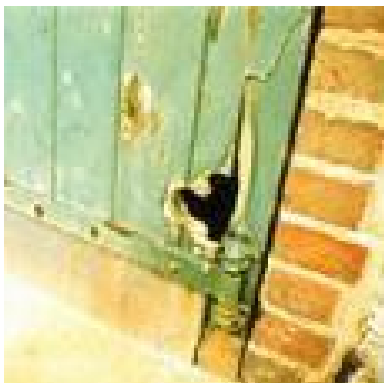
Las excretas frescas, parecen brillosas y se dice que son nuevas. Las excretas viejas tienen apariencia opaca y se desintegran fácilmente si se les presiona. Sin embargo las condiciones ambientales, como la humedad o demasiado seco, pueden alterar este concepto de excretas viejas y nuevas. Muchas excretas viejas, no necesariamente indican infestación alta por ratas. Por regla general, en el momento que únicamente encontramos excretas viejas, se deben buscar otros indicios que confirmen la aún presencia de la rata. Lo más práctico para determinar el estado de la infestación y la actividad de la rata en un área determinada, es

remover lo más posible todas las excretas y volver a realizar la inspección al día siguiente, anotar la presencia de cualquier excreta nueva. Las ratas presentan coprofagia, se comen sus propias heces.

Frecuentemente, sí hay muchas excretas frescas en un solo lugar se dice que la infestación es alta y se asume que la población es numerosa. Cuando los signos son pocos y las excretas viejas, se dice que hay uno o pocos roedores. Otra forma de evaluar la infestación es a lo largo del Programa de combate de la rata, es calcular el porcentaje de disminución de excretas diarias, lo que resulta en horas hombre tal vez innecesarias; sólo para estudios más formales es útil.

- **Roeduras o Daños**

Los daños ocasionados por las roeduras, es un excelente signo para determinar la presencia de ratas, por su hábito de roer casi cualquier material. Se pueden observar las huellas de dientes o astillas en diferentes materiales como aluminio, concreto, plástico, madera, etc., orificios



alrededor de las puertas, ventanas, materiales almacenados, muebles y ropa, cualquier otro objeto o lugar, por donde las ratas se encuentran activas y por donde intenten formar orificios, es evidencia de infestación por ratas (Fig. 7.4).

La rata noruega deja marcas de roeduras de aproximadamente 3.5 a 4 mm en donde lima sus incisivos. Roen los cables eléctricos de los edificios, de centros de cómputo o maquinaria industrial, lo que las hace extremadamente peligrosas.

Fig. 7.4. Roeduras en puerta^[49].

- **Madrigueras**

Las madrigueras son un signo evidente cuando se trata de rata noruega. Normalmente las ratas tienen una entrada principal y entradas o salidas alternativas; con un diámetro promedio de 7.5 cm. Las madrigueras se encuentran usualmente cerca de las paredes, alrededor de las construcciones o hacia debajo de plataformas de cemento; las madrigueras activas se pueden identificar por encontrarse libres de vegetación, sin telarañas, brillosas por la grasa que dejan, el suelo pareciera fresco u suelto cuando son recién hechas, o muy lisa la superficie de la entrada de la madriguera por el constante paso.

Si existe alimento para mascotas como aves, perros o gatos fuera de las instalaciones, probablemente estén cerca las madrigueras de roedor. Para verificar si está activa la

madriguera, se puede meter papel periódico arrugado y verificar al siguiente día si éste ha sido expulsado de la madriguera.

- **Senderos o Pasos**

Los senderos son usualmente indicadores de infestación por ratas, debido a que éstas tendrán que recorrer el camino una y otra vez de la madriguera hacia los sitios de alimentación, se pueden identificar en lugares con vegetación, cuando ésta forma caminos claros de hierba o pisoteada, o en los pisos de bodegas por las huellas en el polvo y también por marcas de grasa en la pared, pelos o excretas a lo largo de los muros.

- **Huellas**

Las huellas de las patas y marcas de las colas que dejan tras las superficies sobre todo polvosas son fáciles de reconocer, y además determinan también los sitios impactados por ratas. Los polvos de rastreo o el uso de talcos y harinas son de gran ayuda y nos permite determinar tamaño, forma, ubicación, dirección y cantidad (ver en métodos para determinar grado de infestación).

- **Marcas de Grasa**

Los roedores por su baja visibilidad utilizan los muros para guiarse, pegados a ellos o a otras superficies. Las ratas dejan huellas o marcas de grasa de su piel, que son fáciles de detectar, además de que es indicador de las rutas o caminos, seguida de las vías de escape. Las marcas de grasa también pueden presentarse en el fondo de las vigas, donde los roedores han viajado a lo largo de las vigas o de las placas, o sobre las escaleras o alrededor de las aberturas de las madrigueras en los muros, los pisos o los techos.

- **Manchas de Orina**

La orina de las ratas es comúnmente depositada en las áreas que frecuentan, dejan manchas oscuras. En inspecciones más exhaustivas y en caso que no sean visibles las manchas de orina, pueden ser visualizadas bajo la luz de lámparas ultravioleta o negra, ya sea seca o húmeda y se detectan en las mismas áreas que las excretas. Con la luz ultravioleta el reflejo es amarillo. Como las ratas orinan mientras se mueven, se puede observar la línea que dejan y hacia donde.

- **Olores de roedores**

Es otro indicativo de la presencia de ratas, ya sea por el olor que despiden la orina y excretas o por las ratas mismas; cuando se trata de infestaciones altas el olor es muy característico.

- **Sonidos de roedores**

Los sonidos de las ratas, especialmente por la noche pueden representar la confirmación de infestación por ratas o una buena ubicación de los lugares donde se encuentran los refugios.

Los sonidos pueden ser emitidos por las patas al caminar, los dientes al roer, al escalar paredes, o chillidos o hasta el sonido de las peleas entre los individuos del grupo.

b) ***Grado de infestación***

Se refiere a la distribución y abundancia de la rata noruega, dentro de las instalaciones en donde se pretende combatir el roedor. En el combate de la rata, las personas que solicitan el servicio, siempre están preocupados sobre “¿cuántas ratas están presentes en mi inmueble?”, otras ocasiones: “¿son pocas, son muchas o excesivas? Generalmente, el grado de infestación es indicado por todos los signos encontrados en la inspección técnica, y cada persona responsable de realizarla, dará su punto de vista particular en cada situación y área a tratar.

No es lo mismo encontrar pocos indicios de rata en una granja porcina que en un hospital.

El conocimiento de la magnitud de la infestación por ratas en un área determinada, está dada por la concurrencia de diversos factores (horarios de actividad, comportamiento, características del hábitat), que impiden el recuento directo como método confiable para conocer la densidad ^[91].

Los siguientes métodos que se mencionan son los más sencillos y fáciles de aplicar, sobre todo si el área está bien delimitada:

- **Método por detección de indicios**

Las ratas, como consecuencia de su actividad diaria, dejan en el medio una serie de signos o indicios, cuyo análisis permitirá, al menos, establecer una distribución diferencial de los individuos dentro de un área y estimar la magnitud de la infestación. Como se menciono anteriormente, existen seis signos observables por quien pretenda detectar la presencia de roedores: excrementos, huellas, roeduras, madrigueras, sendas, manchas de orina.

- **Tramos de rastreo**

Otra forma de determinar si existen roedores y evaluar su población es a través de los llamados “Tramos de rastreo”, en donde, se utiliza talco, polvo de harina, etc., con el fin de descubrir huellas o pisadas de los roedores. Estos tramos de rastreo se hacen de 15 cm. de ancho por 45 cm de largo y con un espesor de 1 mm, se alisa el material con una llana u otra herramienta de borde recto. Se pueden colocar a intervalos de 5 a 10 metros por todo el inmueble; estos tramos deben ser ubicados en pasos obligados para los roedores, de tal manera que al recorrerlos, tengan que pisarlos. Los tramos se dejan por lo menos tres días.

Este sistema se puede repetir a un tiempo determinado, para evaluar la disminución de la población, ya aplicadas las medidas correctivas. La mayor cantidad de pisadas observadas en cada tramo, y los que muestran más huellas, nos pueden orientar acerca del tamaño de la población, aunque no es una técnica cuantitativa ^[69, 78].

- **Método de placas de tinta**

Se fundamenta en el uso de placas acrílicas de 30 por 30 cm, a las que se adosa centralmente una franja de papel blanco de 20 cm de ancho; los laterales del acrílico, no cubiertos por el papel, (5cm de cada lado) son pintados con una mezcla de 25% de tinta para impresión y 75% de aceite comestible. De esta manera, la rata que transite sobre el acrílico, pasará obligatoriamente por alguno de los dos laterales e impregnará sus patas en tinta, e imprimirá posteriormente, sus patas sobre el papel ^[97]:

- **Técnica por Consumo de alimento**

Es otra técnica de evaluación relativa de la población, que nos puede servir para estimar la cantidad mínima de ratas. Se requiere el uso de cebos no envenenados y la observación constante del consumo de éstos. Se puede utilizar cereales u otro tipo de alimento seco, distribuidos por todo el inmueble o área a tratar, los que deben ser finamente molidos para evitar que las ratas acarren el material a sus madrigueras con el fin de almacenarlo, obligándolas a comerlo en el lugar en que lo encuentren.

Diariamente se pesará el alimento y se anotará la diferencia entre lo colocado y lo consumido, y se doblará la cantidad ofrecida en cada ocasión.

Una vez pesado el alimento después de cada noche, en la mañana, se dividirá la cantidad de alimento faltante entre el promedio del requerimiento teórico diario de las ratas que es de 30 gramos/día/rata. De esta manera se obtiene el número mínimo de roedores existentes. Es importante asegurarse que las ratas no tengan acceso a otro tipo de alimento, pues éste disminuye el consumo del que se les ofrece ^[69, 75, 78, 91, 97].

Existen diferentes escalas de Abundancia:

- a. Escala nominal: se restringe al registro de datos como presencia o ausencia de la especie o individuos de la población.
- b. Escala proporcional: se basa en el ordenamiento de la abundancia: abundante, escasa, rara, etc.
- c. Escala absoluta: involucra un conteo total, o por lo menos la obtención de estimadores del tamaño poblacional para un área determinada, que por extrapolación permita conocer el número poblacional de un área mayor ^[107].

El criterio utilizado comúnmente para denominar a la infestación por rata noruega, es como sigue:

1. Infestación nula.- Ausencia de signos de presencia, libre de ratas.
2. Infestación baja.- Muy pocos signos de presencia; posiblemente infestación reciente de rata.

3. **Infestación media.**- Existe presencia de excrementos antiguos, evidencia común de roeduras, una o más ratas son observadas al encender la luz durante la noche y no se reportan durante el día. Se considera una población mediana que puede ser de 10 ó más ratas por cada individuo observado en la noche, en un área determinada.
4. **Infestación alta.**- Observación de excrementos frescos, huellas, presencia de roeduras y sonidos emitidos por ellas; 3 ó más ratas son vistas en la noche o se observan durante el día ^[68, 69, 91, 107].

- **Evaluación de Índices Poblacionales**

Existen diferentes formas para expresar la abundancia de una población; una de las más frecuentes es a través de la densidad poblacional, que relaciona el tamaño poblacional a una unidad de espacio o volumen (individuo/m², biomasa, etc.) ^[107].

Estimación de abundancia absoluta.

Los métodos para estimar el número total de roedores son ^[68, 69, 91, 97, 107]:

- “*captura-eliminación*”, se utilizan trampas de golpe.
- “*captura-marcado-recaptura*”, en donde se utilizan trampas de captura *in vivo*.

Cada método, tiene sus modelos matemáticos y sus inconvenientes, para poder calcular de manera real el número total de ratas. De manera general, existen los inconvenientes de: la distribución de las trampas sobre el terreno, es desigual; no consideran inmigración y emigración; no consideran la organización social de la rata noruega, ya que cada subgrupo de la población, tienen un comportamiento y una actividad diferente; las ratas subadultas y las jóvenes, así como las crías en ese momento, son difíciles de capturar; errores de tipo de muestreo, entre otras ^[89, 91, 97, 107].

Para estimar la población, se han utilizado los siguientes métodos matemáticos:

1.- **Técnicas de Evaluación Lineal.**- Las líneas de captura pasan indistintamente por zonas donde previamente ha habido trampas y zonas vírgenes.

2.- **Técnica de Mínimos Cuadrados.**- Permite limitar las unidades de muestreo a ciertos tipos de hábitats definibles en medios polimorfos y que es más fácil de transformar en un valor densidad que las lineales. Los tipos de distribución de las trampas, se basa es en un sistema de red; aunque también se utiliza el sistema de trampeo en línea (Técnica de evaluación lineal).

3.- **Método de Calendario de Captura.**- Resulta falso, por su variable capacidad de atrapar a las ratas, ya que influye las que solo una vez las visitan.

4.- Frecuencia de captura.- Se propone para calcular la importancia numérica de la probabilidad de que no entren a la trampa una proporción relativamente alta de ratas.

5.- Se propuso de manera teórica, los términos “residente”, y “transeúnte”.- No ofrece ningún índice.

6. Se han intentado calcular probabilidades de captura.

7- Se integran supuestos numéricos de población inicial de acuerdo a precebado.

8- Método de Regresión Lineal.

9- Método de Probabilidad Máxima.

Algunos autores, señalan que todos los métodos numéricos, pueden exagerar los errores mencionados, por lo que es muy importante, primero estudiar con cuidado el comportamiento de la rata noruega, en las condiciones locales prevalecientes, antes de elegir cualquier método de evaluación ^[68, 69, 91, 107].

Por otro lado, frecuentemente se utilizan los indicadores de abundancia relativa, que no dan una idea de la abundancia por unidad de área o volumen, sino que indican si una población es más o menos abundante que otra, en tiempo o espacio y se refieren a unidades de esfuerzo ^[97].

Los métodos de detección de indicios, tramos de rastreo, placas de tinta y consumo de alimentos, sólo permiten determinar la actividad del roedor en un área, y conocer con un tolerable grado de error cuál es la superficie de infestación ^[91].

Estimación de abundancia relativa

En un programa MIP, no se necesitan rigurosas estimaciones del tamaño poblacional o de la densidad absoluta. Se opta por conocer su abundancia relativa ^[75].

Un índice de abundancia es un parámetro que está relacionado con la densidad y que refleja los cambios de la misma. Su utilidad radica en la posibilidad de comparar sus resultados con otros obtenidos por idéntico procedimiento ^[68, 69, 91, 107].

Si se quisiera calcular el índice de abundancia relativa o la magnitud de la infestación, se deben relacionarse cada uno de los métodos anteriores, con un esfuerzo de muestreo ^[97].

El razonamiento para aplicar este índice, es: si para la obtención de una serie de datos (número de individuos capturados, número de huellas contactadas), se aplica un mismo esfuerzo (horas de búsqueda, número de trampas) en diferentes lugares o circunstancias, los valores obtenidos reflejarán las diferencias en abundancia entre esos lugares dado que el índice de abundancia es función de la densidad o tamaño de la población.

Se aplica en diferentes áreas, y de esta manera, conocer cuál área tiene una abundancia mayor de roedores que la otra. No son comparables los resultados obtenidos mediante unidades de esfuerzo diferente.

Un índice de abundancia muy utilizado es el “éxito de trampeo”, definido como el número de individuos contabilizados mediante la aplicación de un esfuerzo de registro controlado ^[69, 91, 107].

Para calcular el **Éxito de trampeo**, se aplica la siguiente fórmula: ^[91, 107]

$$\text{Éxito de trampeo} = \frac{\text{Ejemplares Capturados}}{\text{Esfuerzo de captura}} \times 100$$

Esfuerzo de captura: *Número de trampas X Número de noches colocadas*

- **Técnica por Trampeo**

Con la utilización de trampas no sólo se obtiene el Índice de Abundancia Relativa, sino también datos tanto del individuo como de su forma de vida. El número de organismos atrapados dependerá no sólo de la densidad de la población, sino de su actividad, amplitud de movimientos y la capacidad del investigador para colocar las trampas, éstas solo ofrecen una estimación aproximada de la abundancia ^[69, 91, 107]:

Con el trampeo también se pueden inferir los índices poblacionales, lo que nos permite conocer:

- Proporción de machos (porcentaje de adultos).
- Proporción de hembras (porcentaje de adultas, gestantes y lactantes).
- Número de jóvenes (porcentaje, hembras y machos).

Por otro lado, con el trampeo conocemos:

- Abundancia relativa de población por hábitat.
- Comparación de estos índices de abundancia relativa.
- Selección del hábitat.
- Preferencia del hábitat.

Además del estudio poblacional en determinada área infestada, el trampeo puede ser:

- Uno de los métodos más eficaces para la reducción y población de las ratas.
- Las trampas con un buen manejo son muy seguras, donde además se utilizan cebos no tóxicos.
- Los resultados de reducción de población son rápidos, aunque no sostenidos.
- El trampeo permite deshacerse de las ratas muertas inmediatamente y, en consecuencia, se eliminan todos los problemas de malos olores derivados de la descomposición de los cuerpos en sitios poco accesibles. ^[49, 51, 66, 72, 85]

La forma de trampeo puede ser con trampas de golpe, se sugiere utilizar trampas de golpe “Victor[®]”, por su calidad y durabilidad, colocándolas en transectos, en diferentes zonas dentro del territorio que se quiere evaluar; se debe considerar las áreas de actividad de las ratas y aquellas zonas susceptibles de presentar infestación, aunque no se registre presencia del roedor. Las trampas deben ser colocadas de tal forma que se asegure la captura, con los gatillos ubicados para que las intercepten al venir de cualquier dirección, principalmente las que se coloquen junto a los muros; la ubicación de las trampas puede ser a lo largo de canales, cercos de piedra, caminos poco transitables, muros interiores y exteriores o lugares donde se observen madrigueras o indicios de infestación. Para este tipo de trampeo, la carnada o cebo que se utilice puede ser chorizo, coco, tortilla, tocino, pollo, crema de cacahuete y avena; además la carnada o cebo que se utilice, debe preferirse la que se atore en el gatillo para que la rata al jalarla dispare la trampa.

Otro aspecto importante, es asegurar la trampa con un cordel largo y atarla a algo fijo, para que no se pierda, jalada por las ratas hacia otro lugar diferente al que fue colocada. Se colocan ya cebadas al atardecer, y se revisarán por lo menos una vez en la noche (4 ó 5 horas más tarde) para recebar y coleccionar lo que haya capturado; las trampas se recogerán en la mañana para trabajar y preparar los especímenes coleccionados. El trampeo se repite por lo menos durante tres noches seguidas.

En la mañana, al revisar cada transecto con sus trampas correspondientes, se registra el número de trampa, si ésta se encuentra activada o no, si el cebo ha sido consumido o sigue intacto, si la trampa está sin activar, con cebo consumido y con cebo sin consumir.

Al final de la colecta se deben separar los especímenes por sexo; guardarlos temporalmente en una bolsa de plástico con un ambiente interno saturado de cloroformo o algún otro solvente, para remover posibles ectoparásitos en los roedores coleccionados, como la pulga; de esta manera se pueden manipular los ejemplares capturados, para registrar la merística y medidas morfométricas convencionales del material coleccionado y realizar la disección y la taxidermia de algunos ejemplares, si se considera necesario tenerlos ^[91, 107].

Los datos obtenidos a partir de las medidas morfométricas convencionales y la merística, se anotan en un catálogo de campo, en el cual se registra la mayor información posible.

Las medidas de los ejemplares deben tomarse lo más cercano a su captura y antes de preparar el animal para la disección, ya que después se pierde la proporción original. Los datos que se toman son los siguientes: a) sexo, b) adulto o juvenil, c) peso (gr), d) longitud total (mm), e) cola vertebral (mm), f) longitud de la pata trasera (mm), g) longitud de la oreja desde la escotadura (mm) y h) color.

Para determinar el sexo de los ejemplares adultos, es muy fácil (Fig. 7.4). La determinación del sexo en las crías puede realizarse desde el nacimiento, si se considera la distancia entre la papila genital y el ano ^[81].

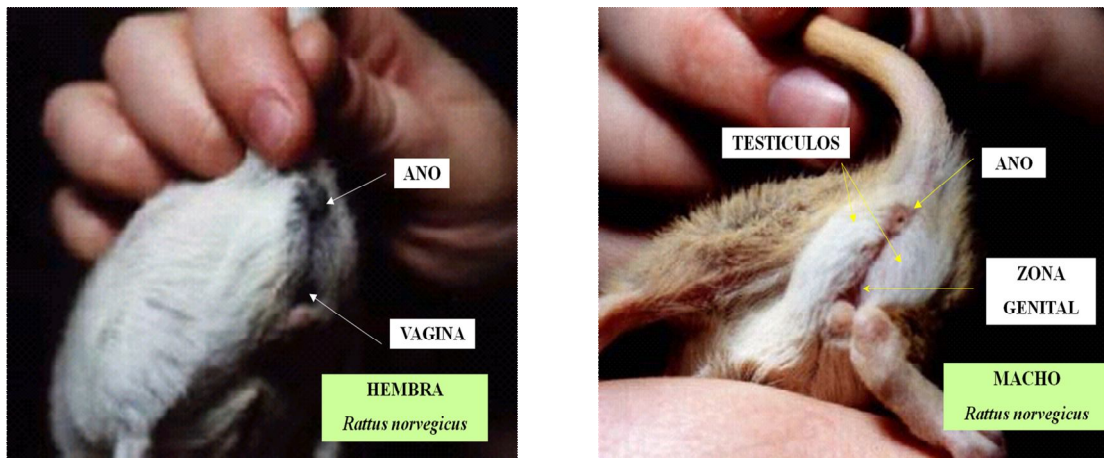


Fig. 7.4. Diferencias morfológicas, entre macho y hembra de rata noruega ^[76].

En los machos esta distancia suele ser aproximadamente el doble que en las hembras. En estadios juveniles, se pueden diferenciar ambos sexos por la presencia de mamas en las hembras o en el caso de los machos, por el descenso de los testículos a la zona inguinal, a partir del día 14, ante una ligera presión en la zona del abdomen.

Tomados los datos anteriores, se prosigue con la disección, en donde se realiza una incisión en la cavidad abdominal, se observa y registra en las hembras sí la gestación está presente o ausente, número de embriones *in situ* por cuerno uterino y cicatrices embrionarias, lactancia presente o no, y en el caso de los machos se corrobora la posición de los testículos para determinar adulto o juvenil.

En todos los especímenes, para determinar el contenido estomacal, se extrae el estómago y se almacena en alcohol al 70 %, evaluado éste en porcentaje visual por el

investigador; de esta manera se confirma los tipos de alimento que ingieren como (grano, vegetal, leche, carne, etc.) por cada sitio.

c) ***Factores que favorecen la Distribución y Abundancia:***

Según Rabinovich (1982), se pueden distinguir tres tipos de factores (de carácter biológico) que determinan la abundancia o distribución de las poblaciones animales: dispersión, comportamiento y relaciones intraespecíficas e interrelación con otros organismos ^[100].

Para evaluar la calidad del hábitat (área donde viven los roedores), se determina tanto para áreas exteriores como interiores. Para exteriores, se utiliza el método por cuadrantes ^[68, 69, 91, 107], el cual consiste en tomar o trazar pequeñas superficies, y evaluar la diversidad de malezas, de vegetación nativa y de diversos desechos (caracterización de basura) como madera, plásticos, cartones, metales, telas, materia orgánica y fletes de embarques, cuyo material proporciona especialmente a *Rattus norvegicus* un medio adecuado para proliferar.

También se deben registrar las condiciones ambientales temperatura, humedad, etc., donde están distribuidas las madrigueras o senderos importantes, así como indicios de presencia de rata, tipo de suelo, tipo de vegetación e identificar las especies vegetales y el número de ocurrencia, las coladeras sus condiciones y ubicación, drenajes, elementos naturales como bancos de piedra

En interiores, depende de la estructura y uso del inmueble, se registra tipo de uso del sitio, material de construcción, grietas en muros y pisos, ventanas rotas, conductos de aireación y una valoración del estado general del Inmueble y el exterior.

Etapa II: Programa de Manejo Integrado de Rata noruega (Fig. 7.7).

Una vez dimensionado el problema por medio de la inspección técnica, tenemos la certeza de la:

1. Especie infestante.
2. Grado de infestación (Fig. 7.5).
3. Las condiciones que favorecen su distribución y abundancia.

Los numerales anteriores y su combinación entre si, darán la pauta para que las decisiones de combate pertinentes en cada área infestada o no, se puedan implementar (Fig. 7.5).

Cada área del inmueble o construcción, sea interior o exterior, de acuerdo al diagnóstico, se le asignará una fase de tratamiento para combatir a la rata noruega, como sigue:

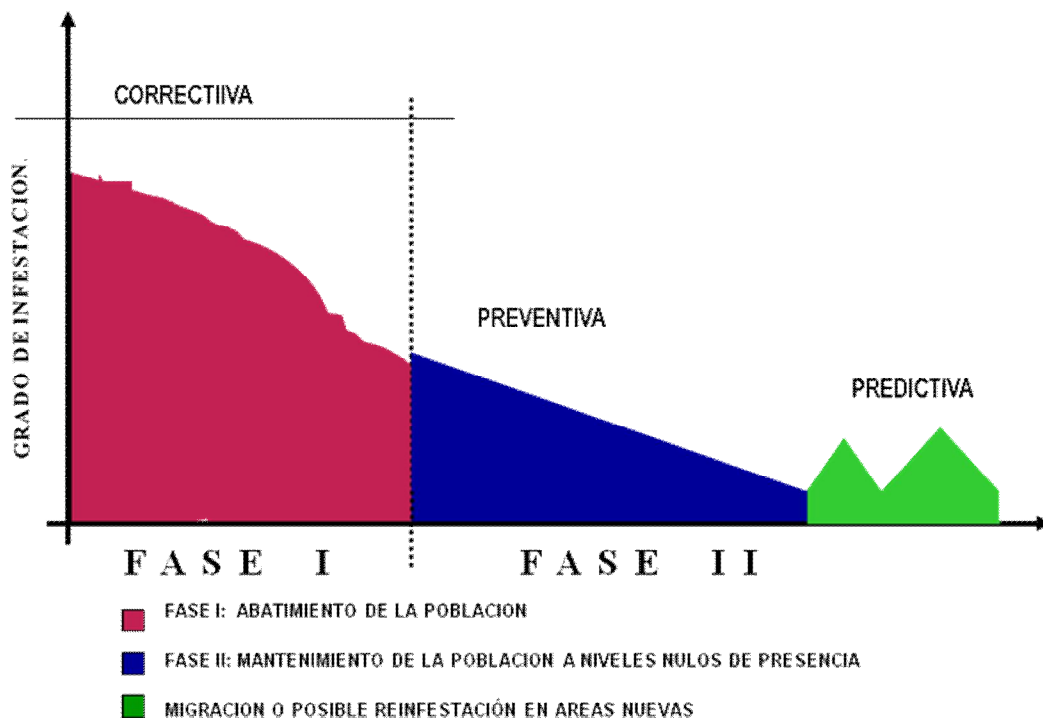
1.- **Fase I: Correctiva** (Abatimiento de la Población).

Área con presencia de rata noruega, se identifica gran cantidad de excretas y daños por los roedores, la infestación es alta o media, se necesita mantenimiento en esta zona del inmueble, así como acciones de saneamiento. Se colocan estaciones de monitoreo con trampas engomadas o cebaderos con anticoagulante. Es crucial, tener en cuenta la normatividad del lugar, que permita el uso de anticoagulantes. Por otro lado, considerar el combate de los ectoparásitos de la rata, como la pulga (*Xenopsylla cheopis*); se realizan aspersiones con insecticida biodegradable, que cuente con registro para aplicación urbana, en todas las áreas en donde se considere el programa de combate contra la rata noruega [76].

2.- **Fase II: Preventiva**

Área con presencia de rata noruega, se identifican excretas y posibles daños por los roedores, la infestación es baja, se necesita o no mantenimiento en esta zona del inmueble, se requieren acciones de saneamiento y colocación de estaciones de monitoreo con trampas engomadas o cebaderos con anticoagulante [76].

Fig. 7.5 [76]. Grado de infestación de *Rattus norvegicus* esperado en cada una de las Fases del Programa MIP.



3.- Fase III: Predictiva

Área sin presencia de rata noruega, ni excretas, ni daños por los roedores, infestación nula, se necesita o no mantenimiento en esta zona del inmueble, posibles acciones de saneamiento y colocación de estaciones de monitoreo con trampas engomadas o cebaderos con anticoagulante.

Durante todo el Programa de combate, se debe implementar la capacitación continua a las personas usuarias del servicio (Fig. 7.6), de como evitar los roedores dentro y fuera de las instalaciones, así como el monitoreo constante basado en la inspección técnica, durante todo el Programa de combate de la rata noruega, en donde las acciones pueden ser a corto, mediano y largo plazo [7, 30,75, 82, 89, 109].



Fig. 7.6. Asesoría, Capacitación y Educación Sanitaria para el Programa MIP (A, B y C) [76].

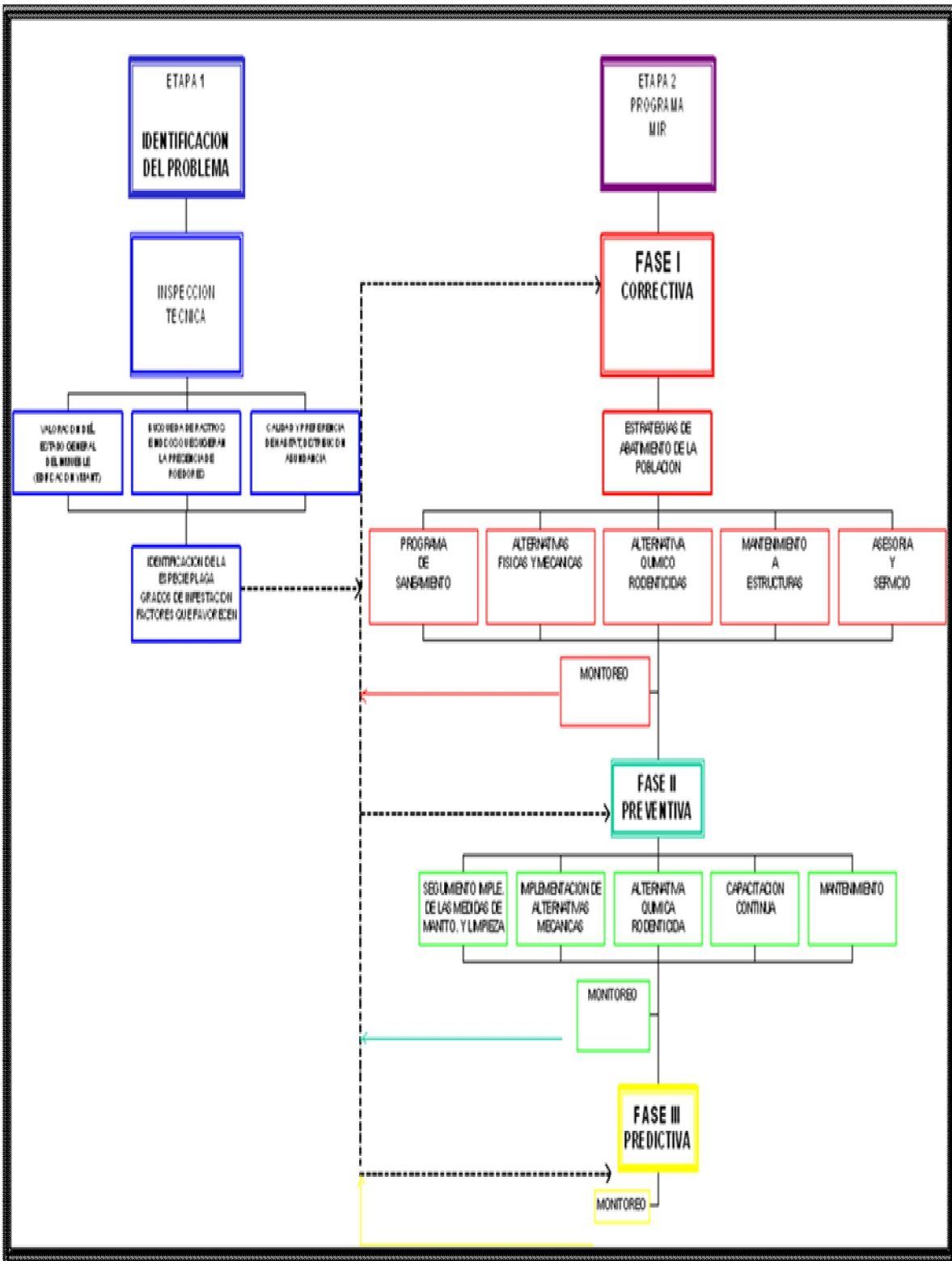


Fig. 7.7. Diagrama de flujo del Programa MIP [76].

CONCLUSIONES

La rata noruega (*Rattus norvegicus*), es altamente prolífica y adaptable. Ha sido un problema serio para el hombre a lo largo de su historia. Es causante de una gran cantidad de problemas; transmite muchas enfermedades que pueden afectar al hombre y sus animales domésticos; causa daños económicos y de deterioro de las construcciones humanas.

La diversidad de condiciones ecológicas, bajo las cuales se presentan estos problemas, así como las diferencias entre especies de roedores involucradas, el Manejo Integrado de Plagas, proporciona la pauta de solución y de enfrentamiento con el problema.

En cualquier inmueble o área infestada por roedores, el objetivo es eliminar los daños en el ámbito de pérdidas económicas por contaminación, de salud, de imagen, etc., por lo tanto, el número de roedores muertos no es el factor más importante, sino la población de roedores que aún está presente, favorecida por los factores que favorecen su distribución y abundancia y que no se modifican.

El tema de combate de roedores, se discute entre personas en general, biólogos, agrónomos, arquitectos, médicos, instancias gubernamentales, etc. Cada grupo tiene un punto de vista y una necesidad específica y la manera que desean combatirlos. Pero la realidad es que un control basado en la sola aplicación de rodenticidas, no dará los resultados esperados. Se requiere un punto de vista más amigable con el medio ambiente, y no me refiero al sobre abordado tema del uso de los plaguicidas y sus efectos adversos, sino refiriéndome a que el medio ambiente incluye los elementos bióticos y abióticos a tomar en cuenta y la relación entre éstos.

Muchos en la comunidad ambientalista, definen al MIP como el controlar (manejar) las plagas sin plaguicidas. Por otro lado, algunos profesionales del Manejo de Plagas ofrecen servicio de "MIP", aunque todo lo que en realidad hacen es combinar cebos con otros plaguicidas. Otros definieron el MIP como una combinación de plaguicidas (usualmente cebos) y exclusión de plagas. Sin embargo, considero incorrecto en el momento que se le nombra MIP, por sus métodos de control.

De alguna manera, la combinación de aspiradoras, sellado contra plagas, trampeos y cebos, puede ser una buena forma para controlar plagas en el ambiente urbano; pueden reducir significativamente tanto el tamaño de la población de roedores así como el riesgo de exposición a residuos de plaguicidas y puede tener un gran impacto en las construcciones, sin embargo, por sí misma no puede ser llamado MIP.

En resumen, hay cinco criterios que se pueden usar para determinar un umbral de acción: el criterio económico, de salud y de seguridad, estético, opinión pública y requisitos legales.

El concepto de MIP, propuesto por la autora del presente, es una metodología de pasos sistemáticos y de retroalimentación entre las dos etapas y tres fases del programa, cuya base

inicial es el diagnóstico que incluye: a) identificación de la especie infestante, b) grado de infestación y c) identificación de los factores que favorecen la distribución y abundancia de la rata noruega (*Rattus norvegicus*); y al utilizar herramientas y conceptos ecológicos, sin los cuales, las actividades de combate carecen de bases científicas y medibles; a diferencia de los innumerables autores sobre el mismo tema, en donde que autor tiene una versión diferente de MIP (Cuadro 1).

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	COMBATE TRADICIONAL
<ul style="list-style-type: none"> • Es una metodología de pasos sistemáticos y de retroalimentación entre las diferentes etapas y fases del programa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se quieren erradicar la especie.
<ul style="list-style-type: none"> • El combate, se basa en el conocimiento biológico de la especie y factores que favorecen su distribución y abundancia, tratándola como organismo blanco en el Programa de combate. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los esfuerzos son indiscriminados, y afecta a otros eslabones de la cadena.
<ul style="list-style-type: none"> • El Programa de Manejo Integrado de Roedores debe ser continuo y permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las acciones son estacionales o solamente correctivas, sin sostenimiento de los logros.
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede o no aplicar rodenticida de manera racional y solamente anticoagulantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza la aplicación únicamente de rodenticidas, a veces de manera indiscriminada.
<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios invierten en mantenimiento a su inmueble y en capacitación y asesoría profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizan herramientas científicas para su combate.

Cuadro1. Diferencias entre el combate MIP y el Tradicional [14, 26, 30, 31, 33, 75, 114]

La experiencia profesional propia, plantea que sí se utiliza un método integrado, con pasos sistemáticos, para la eliminación y combate de la rata noruega, en zonas urbanas, pecuarias e industriales, los beneficios en cuanto a los costos económicos son importantes, pero sobre todo, el impacto directo en el medio ambiente y en la salud de las poblaciones humanas beneficiadas.

APORTACIONES

A. Teórica

- Dar mayor importancia a los conocimientos biológicos y de comportamiento de la rata gris (*Rattus norvegicus*) involucrados en la relación hombre-roedor.
- Ampliar el conocimiento respecto a la contribución real y específica de una nueva filosofía en el combate de roedores.
- Abrir una nueva área de discusión teórica respecto a la relación hombre-roedor y de manera general, impulsar la investigación para crear bases firmes en el combate de roedores, apoyados en el Manejo Integrado de Plagas.

B. Práctica

- Aportar una metodología de campo para el estudio de la rata noruega.
- Aportar una aproximación de manejo de roedores comensales en un área urbana.
- Sugerir formación de técnicos en el combate de roedores comensales.

C. Campo de trabajo de un Biólogo:

- Contribuir a ampliar el campo de trabajo profesional del Biólogo.

D. Multidisciplinario:

- Contribuir a reafirmar la necesidad de trabajo multidisciplinario entre diferentes profesionales, para elaborar programas de atención integrales.

E. Investigación

- Enfatizar la investigación en el área de ecología urbana relacionada con presencia de rata noruega.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ **ACHA P.; SZYFRES B.** *"Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals"*. 1989. Segunda edición. OPS. Scientific Publication. N°. 503.
- ² **ÁLVAREZ-ROMERO, J.; MEDELLÍN, R.** *"Rattus norvegicus"*. 2005. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- ³ **ARZUMANIAN, G.; ESPINO R.** *"Métodos bacteriológicos de lucha contra los roedores dañinos"*. 1970. Serie Biológica. Academia de Ciencias de Cuba.
- ⁴ **BARNETT, S.** *"Principles of rodent control"*. 1948. United Nation Food Agr. Ord. Pub.
- ⁵ **BENTLEY, E.** *"A review of anticoagulant rodenticides in current use"*. 1972. Bulletin of The World Health Organization.
- ⁶ **BJORNSON, B; WRIGHT, C.** *"El control de ratas y ratones domésticos"*. 1968. O.P.S. Publicación Científica N° 89.
- ⁷ **BOGNI, L.; BENEDETTI, R.** *"Roedores: Medidas de prevención y Control"*. Junio, 2004. Carpeta Técnica, Medio Ambiente N° 5. EEA INTA Esquel.
- ⁸ **BONNEFOY, X.; KAMPEN, H.; SWEENEY, K. (eds).** *"National Pest Advisory"*. 2008. Está basado en el libro *"La significación para la salud pública de las plagas urbanas"*. Panel del Chartered Institute of Environmental Health. Publicado por la Oficina Regional para Europa de la OMS.
- ⁹ **BOOTH, N.; MCDONALD, L.** *"Farmacología y Terapéutica Veterinaria"*. 1987. Editorial Acribia S.A. Madrid, España. Pág. 17.
- ¹⁰ **BROOKS, J.; ROWE, F.** *"A review of commensal Rodents and their control"*. 1971. Organization Critical Reviews in Enviromental Control.
- ¹¹ **BROOKS, J.; ROWE, F.** *"Control de roedores domésticos"*. 1979. Organización Mundial de Salud. Publicación Científica N° 726. U.S.A.
- ¹² **BROWN, R.** *"Factores biológicos en la lucha contra roedores domésticos"*. 1971. Centro Regional de ayuda Técnica México. Buenos Aires. Pág. 40.
- ¹³ **BUCK, W.; OSWEILER, G.** *"Toxicología Veterinaria Clínica y Diagnóstica"*. 1982. Editorial Acribia S. A. Segunda Edición. Madrid, España. Pág. 309.
- ¹⁴ **BUCKLE, A.** *"Rodent Pest and their Control"*. 1994. CAB International. Wallingford, Uk.
- ¹⁵ **BYKOVSKII, V.; KANDYBYN, N.** *"Biological principles, development, and perspective of the use of bacteria and viruses"*. 1988. Rodent Pest Management. I. Prakash. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida. Págs.: 377-389.
- ¹⁶ **CAJADÉ, J.** *"Biología y control de roedores sinantrópicos y de Campo"*. 1989. Parte I. Editorial abierta. Pág. 207.
- ¹⁷ **CANBY, T.** *"The Rat. Lapdog of the Devil"*. 1977. National Geographic. Págs.: 60 -87.
- ¹⁸ **CARUBA, A.** *"Pest Control in Hospitals"*. 1986. Pest Control Technology. Págs.: 64-66.

- ¹⁹ **CERVANTES, F.; CASTRO-CAMPILLO, A.; RAMÍREZ PULIDO, J.** "*Mamíferos terrestres nativos de México*". 1994. Anales Ins. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Zool. Págs.: 177-190.
- ²⁰ **COMISIÓN INTERSECRETARIAL PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y USO DE PLAGUICIDAS, FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TÓXICAS.** "*Catálogo de plaguicidas*". 1987. Diario Oficial de la Federación.
- ²¹ **CORRIGAN, R.** "*Sanitation is pest control*". 1992. En: Food Plant Pest Management. Purdue Univ. Corres. Course. W. Lafayette. Practical Rodent Inspections I. Pest Control Technology- Vol. 18 (5) Págs.: 28-33.
- ²² **DARLINGTON, A.; BROWN, A.** "*Introducción a la Ecología*". 1980. Publicaciones Cultural, S. A. México.
- ²³ **DENNIS, D.; et. al.** "*Plague manual; epidemiology, distribution, surveillance and control*". 1999. World Health Organisation (WHO). Génova. Pág. 172.
- ²⁴ **DESLEY, W.** "*Rodenticides for control of Norway Rats, roof rats and house mice*". 1996. Poultry Fact Sheet. Págs.: 154-158.
- ²⁵ **DIPALMA J. R.** "*Human toxicity from rat poison*". 1981. Am. Fam. Physician.
- ²⁶ **DONALD, J.** "*Roedores como plagas de productos almacenados; control y manejo*". 1998. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación(FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe y la Red de Información sobre operaciones poscosecha.
- ²⁷ **DRUMMOND, D.; TAYLOR, K.** "*Practical rodent control*". 1970. Cap. 25, Part III, Food Storage Manual. Tropical Stored Products Centre, Ministry of Overseas Development. Slough, England.
- ²⁸ **DUBOCK, A.** "*Rodent Control in crop stores*". 1978. Outlook on Agriculture.
- ²⁹ **DUBOCK, A.; KAUKAINEN, D.** "*Brodifacouma (Rodenticida Talon WF). Un concepto novedoso*". 1978. Actas de la 8a. Conferencia sobre plagas vertebradas Sacramento, Ca, USA.
- ³⁰ **FRANTZ, S.; DAVIS, D.** "*Bionomics and integrated pest management of commensal rodents*". 1991. En: Ecology and of Food Industry Pests. Ed Gorham. Assoc. Offic. Anal. Chem. Arlington Va. Págs.: 243 -313.
- ³¹ **FRUTOS, J.** "*Biología y control de plagas urbanas*". 1994. Interamericana-McGraw Hill, Madrid.
- ³² **GARNER, A.** "*Toxicología Veterinaria*". 1979. Editorial Acribia. Tercera Edición. Madrid, España. Págs.: 268 -276.
- ³³ **GÓMEZ, I.; et. al.** "*Enviromental factors associated with rodent infestations in Argentine poultry farms*". 2001. British Poultry Science. Págs.: 300-307.
- ³⁴ **GOORBEMAN, G.** "*Ultrasonic, theory and aplicaciones*". 1974. Universities Press London.
- ³⁵ **GREAVES, J.** "*Rodent control in agriculture*". 1982. FAO Plant Production and Protection Paper N° 40. Food and Agric. Organ. of the United Nations. Rome. Pág. 88.

- 36 **GREAVES, J.; QUY, R.; SHEPHERD, D.** "Field trials of second – generation anticoagulants against difenacoum resistant norway rat populations". 1982. J. Hyg. Págs.: 295-301.
- 37 **HARRISON, J.; AUDY, J.** "Hosts of the mice vector of scrub typhus. II An analysis of the list of recorded Hosts". 1951. Ann Trop. Med. 45 (3 7 4): 186 - 194.
- 38 **HAYES, W.** "Clinical Handbook on Economic Poison". 1963. U.S. PHS Publ. N° 476. Revised 1963. Gout. Print. OH. Washington D.C.
- 39 **HIRSCHHORN, H.** "All About rats". 1974. T.E.H. Publications, Inc.
- 40 **HOPF, H.; MORLEY, S.; HUMPHRIES, J.** (eds.). "Rodent damage to growing crops and to farm and village storage in tropical and subtropical regions". 1976. Centre for Overseas Pest Research and Tropical Products Institute. Ministry of Overseas Development, London.
- 41 **HORN, D.** "Ecological Approach to Pest Management". 1988. The Gilfort Press. New York.
- 42 http://es.wikipedia.org/wiki/Rattus_norvegicus.
- 43 http://gobelahi.blogspot.com/2010_2/comiendo-ratas.html.
- 44 <http://spanishfauna.blogspot.com/2011/01/rattus-rattus-rata-negra-mamífero.html>.
- 45 <http://www.epa.gov/pesticides/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch17.2010.pdf.28>.
- 46 <http://www.biopix.org/J.C.S.>
- 47 http://www.es.wikipedia.org/wiki/Synthliboramphus_antiquus.
- 48 <http://www.madridsalud.es/salud-publica/plagas/rm/rata2.jpg>.
- 49 <http://pestweb.com/pestcontrol/Rodents>.
- 50 http://www.taringa.net/post/videos-924217/karni-mata-templo-de-ratas-en-la-india-0_o.html.
- 51 <http://ca.uky.edu/entomology/cntfacts/ef6//esp.asp>.
- 52 <http://ecologiablog-walle2303/rata-comiendo.jpg>.
- 53 <http://www.electroindustrial.com/electrónica/ahuyentadores-ratas-mosquitos.html>.
- 54 <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Rattus>.
- 55 <http://www.barbastella.org/mastozoologia/rattus-norvegicus.htm>.
- 56 <http://www.fao.org/daep/x5052S/Roedores-como-plaga-de-productos-almacenados>.
- 57 <http://www.minifauna.com>.
- 58 <http://www.moglik.com/foro/animales-plantas/ratas>.
- 59 <http://www.monografias.com/trabajos73/roedores-domesticos-control2.shtml>.
- 60 **HUMPHREYS, D.** "Toxicología Veterinaria". 1990. Editorial Interamericana de España. Tercera Edición. Madrid, España. Pág. 178.
- 61 **HURTON, P.** "Ratas y Ratones". 1991. Venezuela Avícola. Págs.: 18-20.

- 62 **JACKSON, W.** "*Rats - friends or foes*". 1980. Pest Control. Págs.: 14-16, 20.
- 63 **JOHNSON, W.; BJORNSON. B.** "*Rodent eradication and poisoning programs*". 1964. USDA HEW, PHS. Atlanta. Pág. 75.
- 64 **KATONA, B.; WATSON, S.** "*Superwarfarin poisoning*". 1989. J. Emerg Med. Págs: 627-631.
- 65 **KATZUNG, B.** "*Farmacología Básica Veterinaria*". 1994. Editorial El Manual Moderno. Quinta Edición. Distrito Federal, México.
- 66 **KAUKEINEN, D.** "*A guide to urban Rodent Control Featuring the use of Talon-G rodenticide*". 1980.
- 67 **KLAASEN, C.** "*Toxicology. The Basic Science of Poisons*". 1996. International. Editorial McGraw Hill. Fifth Edition. U.S.A. Págs.: 680 – 682.
- 68 **KREBS, C.** "*Ecological methodology*". 1989. Univ. British Columbia. 654 pp. Capítulo 3: 70-104 y Capítulo 5: 158-187.
- 69 **KREBS, C.** "*ECOLOGIA: Estudio de la Distribución y la Abundancia*". 1985. Segunda Edición. Ed. Harla.
- 70 **LIVI, B.; BUJ A.** "*Los riesgos epidemiológicos actuales desde una perspectiva geográfica*". 1 de mayo de 1999. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona [ISSN 1138-9788]. N° 39.
- 71 **LORD, R.** "*Estrategias ecológicas para la prevención y el control de problemas de salud*". 1983. Bol. Of Sanit. Panam. 94(4).
- 72 **LUND, M.** "*Resistance to the second generation anticoagulant rodenticides*". 1984. En Proceeding Eleventh Vertebrate Pest Conference. D.O. Clark, Ed. Univ. Calif. Davis.
- 73 **LUND, M.** "*Anticoagulant rodenticides*". 1988. En Rodent Pest Management. Ed. Prakash. CRC Press.
- 74 **MACK, R.** "*Not all rats have four legs: Superwarfarin poisoning*". 1994. N C Med J; 55:554-6.
- 75 **MALLIS, A.** "*Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History and Control of Household Pest*". 1997. Robert M. Corrigan., Ph D. Rats and Mice. Cap. 1. Pág. 11-105 Editorial Director. Eighth edition.
- 76 **MANTENIMIENTO, ASESORÍA Y SERVICIO TÉCNICO INTEGRAL SA DE C.V.** MASTIL Control de Plagas. Director General: Norma Aguilar Pérez. México D.F.
- 77 **MCNEILL, W.** "*Plagas y pueblos*". 1984. Madrid: Siglo XXI.
- 78 **MEEHAN, A.** "*Rats and mice. Their biology and Control*". 1984. The Rentokil Library, Great Britain.
- 79 **MURPHY, M.** "*Anticoagulant rodenticides*". 2007. En: Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles (Gupta RC, ed.) Academic Press, New York.
- 80 **NEGRÍN, O.; et. al.** "*Uso de la Salmonella enteritidis, para el control de roedores en caña de azúcar*". 1989. Cien. Tec. Agric. Protección de Plantas. Vol. 12 N° 3. Págs.: 89-96.

- 81 **NIEVES, S.** *"Biología general del reactivo biológico"*. (s.f.). Unidad de Producción Animal Instituto Santiago Ramón y Cajal, CSIC, Madrid.
- 82 **NÚÑEZ, S.; CISTERNA, L.** *"Roedores domésticos. Caracterización morfológica conductual y sanitaria"*. 1991. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol. 13(1).
- 83 **NÚÑEZ, F.** *"Curso corto de Saneamiento Básico"*. 1988. Escuela de Post Grado. Depto. Medicina Preventiva Animal, Fac. de Cs. Vet. y Pec. Universidad de Chile.
- 84 **NÚÑEZ, F.; RAMÍREZ, O.** *"Roedores domésticos. Prevención y control de infestaciones"*. 1992. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol.14, N° 1.
- 85 **ODUM, E.** *"Ecología. El vínculo entre las Ciencias Naturales y Sociales"*. 1980. C.E.C.S.A. Págs.: 151-181.
- 86 **OLIVA, V.** *"Estrategia de control de Rattus rattus mediante el uso sucesivo de dos cebos y un rodenticida de acción rápida (Escila Roja)"*. 1989. Tesis de grado Fac. Cs. Vet. y Ped. Universidad de Chile.
- 87 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Vector Control International Health"*. 1997. Génova, Italia. Págs.: 41-55.
- 88 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Biología y Control de Roedores Domésticos"*. 1972. Génova, Italia. Págs.: 46 - 69.
- 89 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Ecología y lucha contra los Roedores de importancia Sanitaria"*. 1974. Serie de Informes Técnicos No. 553. Ginebra Suiza. Págs.:14 - 22.
- 90 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"The World Health Report 1998. Live in the 21st century. A vision for all"*. 1998. Ginebra, World Health Organization. Pág.: 241.
- 91 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Ecología y lucha contra los roedores de importancia sanitaria"*. 1974. Serie de Inf. Téc. N° 553. Ginebra, Suiza.
- 92 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Informe sobre la salud en el mundo 2008. La atención primaria de salud. Más necesaria que nunca"*. 2008. Ginebra, Suiza.
- 93 **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"Extractos de La significación para la salud pública de las plagas urbanas"*. 2003. Oficina Regional para Europa de la OMS.
- 94 **ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.** *"El Control de ratas y ratones"*. 1965. Pub. Científica No. 89. 2a. Impresión.
- 95 **ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *"El Control de Ratas y Ratones Domésticos"*. 1964. Publicación Científica N° 329, Washington. D. C. E. V. A. Págs.: 92 - 96.
- 96 **PIEDROLA, G.; AMARO, L.** *"Desinfección y desratización"*. 1988. Medicina Preventiva y Salud Pública. Ed. Salvat. 8ª. Págs.: 236 – 249.
- 97 **POLOP, J., et al.** *"Manual de control de roedores en municipios"*. 2003. Serie Enfermedades transmisibles. Publicación Monográfica 4. Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. Grupo de Investigación en Ecología de Poblaciones (GIEP).

- ⁹⁸ **PRATT, H.; BROWN, R.** *"Biological factors in domestic rodent control"*. 1977. HEW Publ. N°. (CDC) 77 - 8144. U. S. Dept. Health, Educ. and Welfare. Publ. Health Ser., Center for Disease Control, Atlanta.
- ⁹⁹ **PROJOROV, M.** *"Método microbiológico de lucha contra los roedores dañinos"*. 1962. Ed. Literatura Agric. Revistas y Carteles, Leningrado Moscú.
- ¹⁰⁰ **RABINOVICH, J.** *"Introducción a la ecología de poblaciones animales"*. 1982. CECSA. Capítulo 3: 57-68.
- ¹⁰¹ **REDFERN, R.; GILL, J.** *"Laboratory evaluation of bromadiolone as a rodenticide for use against warfarin-resistant a non-resistant rats and mice"*. 1980. Tolworth Laboratory. Agricultural Science Service, Ministry of Agriculture. Fisheries and Food. Hook Rise South. Tolworth. Surbiton. Surrey KT6 /NF UK.
- ¹⁰² **REDFORD, K.; EISENBERG, J.** *"Mammals of the Neotropics"*. 1992. Vol. 2: The Southern Cone. The University of Chicago Press. Chicago, IL., EUA.
- ¹⁰³ **REPETTO, M.** *"Toxicología Avanzada"*. 1995. Díaz de Santos Ediciones. Primera Edición. Madrid-España. 562 pp.
- ¹⁰⁴ **REVISTA ESPAÑOLA DE SALUD PÚBLICA.** *"El control de los roedores: revisión de los rodenticidas registrados en el ámbito de la sanidad ambiental en España"*. Enero-febrero 2004. Colaboración especial. Versión impresa ISSN 1135-5727. Rev. Esp. Salud Publica v.78. No.1. Madrid.
- ¹⁰⁵ **ROGER, J.** *"Controlling a Population of Norway Rats Resistant to Anticoagulant Rodenticides"*. 1995. Pesticide Science. 45 (4):247-256.
- ¹⁰⁶ **ROWE, F.; TAYLOR, K.** *"Rodent biology"*. 1970. Cap. 3, en Part 1, Food Storage Manual. Tropical Stored Products Centre, Ministry of Overseas Development, Slough, England.
- ¹⁰⁷ **RUMI, A.** *"Métodos de estimación de densidad. Breve reseña"*. (s. f.). Cátedra de Ecología de Poblaciones.
- ¹⁰⁸ **SCOTT, H.** *"Design and Construction. Building Out Pest"*. 1991. En: Ecology and Management of Food Industry Pest. Ed. Gorham. Assoc. Offic. Anal. Chem. Arlington, Va. Págs. 331-343.
- ¹⁰⁹ **SCOTT, H.** *"Environmental Biology Rodent control"*. 1979. Minnesota School of Public Health.
- ¹¹⁰ **SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS.** *"Campaña Nacional Contra Roedores, Rata de Campo"*. 1977. Manual de Operación. Dirección General de Sanidad Vegetal. México.
- ¹¹¹ **SIMPSON, G.** *"The principles of classification of mammals"*. 1945. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 85, N° 1- XVI.
- ¹¹² **STORER, T.** *"Controlling rats and mice"*. 1952. California, Agricultural Extension Service Circular 410. Davis, Calif. Pág. 36.
- ¹¹³ **SUTTON, D.** *"Fundamentos de ECOLOGIA"*. 2000. Ed. Limusa, 2000. 22a. reimpresión. Págs.: 157 – 220.

- ¹¹⁴ **TABOADA MARTÍNEZ, M.** *"Manejo Integrado de Plagas Urbanas e Industriales"*. 1999. Doc. Téc. UAG.
- ¹¹⁵ **TIMM, R.** *"Norways rats. Prevention and control of wildlife damage"*. (1987). Nebraska, Cooperative Extension Service, University of Nebraska. Págs.: 95 -114.
- ¹¹⁶ **TIMM, R.** *"Rodent-proof construction. Prevention and control of wildlife damage"*. 1987. Nebraska Cooperative Extension Service. University of Nebraska. Págs.: 125-133.
- ¹¹⁷ **VALENCIA GUTIÉRREZ, D.; ORTIZ DE FINKE, E.** *"Guía para el control de ratas y ratones"*. 1981. Boletín Didáctico N° 10, Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá.
- ¹¹⁸ **VALENCIA, D.; ELÍAS, D.** *"Control de ratas y ratones domésticos"*. 1975. ICA Informe. Hoja Divulgatoria N° 54. Bogotá, Colombia.
- ¹¹⁹ **VELASCO, M.** *"Farmacología."*. 1993. Editorial Interamericana McGraw-Hill. 16a. Edición. Madrid, España. Págs.: 703 -704.
- ¹²⁰ **VERA, E.** *"Control de vectores de importancia para la producción pecuaria"*. 1981. Bol. Reseñas Veterinaria N°. 9 CIDA. La Habana Cuba. Pág. 59.
- ¹²¹ **WALLACE, M.; MACSWINNEY, F.** *"Control de Roedores Domésticos"*. 1976. Doc. W.H.O/V.P.C/79.276/ O.M.S.
- ¹²² **WENDELL, W.; DOUTT R.** *"Pest Control. Biological, Physical, and selected chemical methods"*. 1967. United Kingdon Edition.
- ¹²³ **WILSON, D.; REEDER, D.** *"Mammalian species of the world: a taxonomic and geographic reference "*. 1993. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. EUA.
- ¹²⁴ **YOUNG, P.** (1944). *"Studies of Food Preferences Appetite and Dietary Habit"*. J. Comp. Psychol.