



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ciencias

Cambios Poblacionales de Reithrodontomys megalotis
y Microtus mexicanus, como un Posible Medio
para Detectar Contaminación

T E S I S

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGIA)

P r e s e n t a :

María del Carmen Corona Vargas

México, D. F.

1984

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

CONTENIDO

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	13
METODOS Y TECNICAS	15
RESULTADOS	21
DISCUSION	33
CONCLUSIONES	42
TABLAS Y FIGURAS	44
BIBLIOGRAFIA	65

RESUMEN

Se analizaron los cambios poblacionales de dos especies de roedores silvestres: Reithrodontomys megalotis y Microtus mexicanus en dos áreas naturales cercanas a la Ciudad de Toluca, Estado de México, una de estas áreas fue tratada con "Endrin" en el verano de 1981, cuando se presentó la época de reproducción anual de ambas especies.

Durante nueve meses se realizaron trapeos de animales vivos en ambas áreas. Se observó una ausencia de roedores en el área experimental en los dos meses siguientes a la contaminación, causada por la muerte o emigración de los individuos.

En los meses de otoño, se registraron nuevas poblaciones en dicha área de las dos especies estudiadas, las cuales manifestaron un alto potencial reproductivo, característico de individuos colonizadores. La recuperación de esas especies fue muy rápida y para finales de otoño alcanzaron una densidad muy cercana a la de las poblaciones no tratadas (testigo).

INTRODUCCION

Entre las necesidades actuales de la población humana, cada vez más creciente, la alimentación ocupa un lugar primordial, promueve el uso de mejor tecnología, así como el aprovechamiento de nuevas áreas para la agricultura. Esto trae como consecuencia una transformación del ambiente que produce cambios en las poblaciones animales y vegetales, las que pueden disminuir (llegando incluso a la desaparición), o aumentar desmesuradamente, favorecidas por la disponibilidad de recursos (constituyendo plagas); es así como nos enfrentamos a nuevos problemas por la pérdida de alimentos humanos y forrajes animales causados por las diversas plagas.

Además, existen problemas de salud pública, ya que ciertos organismos intervienen o en la transmisión y dispersión de enfermedades o como reservorios de organismos patógenos causantes de epidemias y muertes entre poblaciones humanas y animales.

Son estos dos principales problemas los que determinan la búsqueda de productos químicos plaguicidas como una posible solución. El uso intensivo de éstos se inició después de la Segunda Guerra Mundial, considerándose en ese tiempo, de mayor importancia los productos de amplio espectro y gran resistencia para aumentar su efectividad.

Actualmente, aunque ya se ha iniciado la lucha contra los vectores de enfermedades y plagas agrícolas con medios genéticos, ecológicos y de otra índole, es aún indispensable el uso de plaguicidas químicos, que son la base de la mayor parte de los programas sanitarios del combate antivectorial (OMS, 1978; OMS, 1979). La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha reconocido que en la lucha contra las enfermedades transmisibles por vectores y en el logro de un aumento en la producción de alimentos, obligan a utilizar cada vez más plaguicidas, lo cual puede plantear problemas ecológicos y de seguridad.

Estos problemas son causados porque la tecnología de los plaguicidas se desarrolla más rápidamente que las estructuras sociales y legislativas que adecúen su manejo, produciendo factores ambientales nocivos (OMS, 1979). No debe olvidarse que este tipo de contaminantes pueden afectar a todo un sistema a través de su efecto en el aire, agua, suelo o comunidad vegetal o animal y a través de la cadena trófica llegar al receptor final: el hombre.

Informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS, WHO) y de la Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO) de 1965, señalan que en la actualidad todo el alimento de la población mundial puede contener plaguicidas que se aplican al cultivo durante su crecimiento y/o almacenamiento y transporte.

En tanto que algunos productos utilizados para este propósito no contaminan la fase final del cultivo, otros que son igualmente utilizados para la cosecha o prácticas de almacenamiento dejan residuos, que están presentes en los alimentos durante su consumo. La protección y ayuda que dan al consumidor las autoridades responsables de la salud, nutrición y bienestar de la sociedad contra los riesgos que pueden resultar de la presencia de residuos en los alimentos, ha sido una inquietud y motivo de búsqueda del grupo conjunto FAO-OMS.

Se admite, que además del interés de este grupo FAO-OMS, es importante que los gobiernos de los diferentes países establezcan normas adecuadas de inspección de calidad a los productos plaguicidas importados o fabricados y vigilar que se utilicen adecuadamente (OMS, 1979). Así mismo debe existir un organismo que desempeñe la función de asesor en lo relacionado con el uso de plaguicidas, ya que el aumento de éstos en la agricultura, incluso en las zonas más remotas, ha tenido como consecuencias un aumento en los casos de intoxicación local para las diferentes poblaciones, lo que se torna en un peligro en general (Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial, 1977).

A fin de que se avance en las recomendaciones anteriores, el grupo FAO-OMS determinó, a través de datos proporcionados por experimentación o información de otros países, los siguientes conceptos que estipulan las cantidades

mínimas aceptables de residuos de plaguicidas en alimentos que no causen daño al hombre.

Residuo.- Se refiere a un plaguicida químico, sus derivados y adyuvantes que se encuentran en o sobre plantas y animales comestibles, los cuales son expresados en partes por millón (ppm) con base en el peso fresco de la muestra. Posteriormente (OMS, 1976), se amplió la definición de "Residuos de Plaguicidas" para incluir residuos en piensos.

Ingestión Diaria Admisible (IDA).- Dosis diaria del producto químico el cual, durante el tiempo total de existencia del ser humano, parece no tener un riesgo apreciable con base en toda la información conocida. Se expresa en miligramos del producto que se encuentra en el alimento, por kilogramo del peso corporal por día (mg/kg/día)(FAO/OMS, 1965).

En 1966, la reunión conjunta FAO-OMS (FAO/OMS, 1973), adoptó el concepto de IDA temporal para utilizarse durante un tiempo en el cual se desarrollen estudios que puedan establecer una IDA definitiva. Posteriormente (OMS, 1976), se pidió que la definición de IDA temporal especifique su periodo de validez. Solamente la IDA, está basada completamente sobre evidencias de toxicidad.

Nivel Permisible de Ingestión.- Concentración autorizada de un residuo en sobre un alimento de consumo (sin procesar), calculado por la ingestión diaria admisible (IDA), el factor alimento y el peso promedio del consumidor. El nivel

permisible se expresa en partes por millón por peso fresco del alimento.

En la reunión conjunta de 1976, se discutió la necesidad de pruebas mutagénicas en la evaluación de un plaguicida al estimar su Ingestión Diaria Admisible (IDA) para el hombre y recomendó que: "Debe prestarse más atención e interés a los resultados de pruebas mutagénicas en mamíferos, que a los obtenidos en sistemas microbianos y otros sistemas no mastozoológicos o sistemas celulares aislados".

Así mismo se atiende principalmente a aquellos experimentos que en las condiciones más naturales posibles proporcionen datos más cercanos a lo que ocurriría en una población humana heterogénea.

Si se considera que los plaguicidas utilizados en varios cultivos afectan también las poblaciones animales consumidoras, que viven en sus alrededores como aves y roedores, se podrían utilizar dichos animales contaminados para conocer, en una forma más natural, el impacto de esos productos químicos sobre las poblaciones.

El utilizar a los animales silvestres como posibles indicadores de contaminación es factible por ser ellos los que se encuentran más expuestos que el hombre a esos agentes, de tal forma que pueden servir como un "primer sistema de alarma".

Generalmente la dinámica poblacional de los mamíferos refleja cambios sutiles del ambiente que son más rápidamente detectables que las modificaciones morfológicas y patológicas, incrementando así la sensibilidad del sistema. De forma que puede ser posible estudiar los cambios poblacionales de los roedores - que son uno de los grupos más abundantes de mamíferos - para detectar contaminación ambiental por plaguicidas.

Es por ello que el propósito principal de este trabajo es conocer algunos cambios en la dinámica poblacional y en el potencial de recuperación en poblaciones de roedores bajo los efectos de un plaguicida, tomando en cuenta la posibilidad de que sean utilizados en la detección y como indicadores de contaminación química.

El compuesto usado es el "Endrin", considerado entre los organoclorados como extremadamente peligroso. Ha tenido gran restricción por parte de la OMS y la FAO; se utiliza en algunos cultivos para el combate de insectos, así como para plagas de roedores, causando frecuentemente la muerte de animales domésticos.

"Endrin" es el nombre común aprobado por International Standards Organization (excepto en India y Africa donde se usa el nombre de "Mendrin"), para el 1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7,-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo-endo-5,8-dimetano naftaleno. Su peso molecular es de 380.9, es un sólido

cristalino con punto de fusión de 200°C. Soluble en acetona, benceno, tetracloruro de carbono, hexano, xilol; prácticamente insoluble en agua. Es estable en la mayoría de los álcalis, pero se rearregla a delta-ceto-endrín en presencia de ácidos fuertes. El "Endrín" técnico es de color crema y se encuentra en tres presentaciones: líquido, como cristales, o en polvo; generalmente tiene una pureza química del 95% (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1973).

Este producto fue primeramente utilizado en 1950 (Whetston, 1964) y comercialmente producido en los Estados Unidos de América a partir de 1953 (primer informe).

Los usos del "Endrín" son: como insecticida, avicida y rodenticida (siendo de mayor importancia como insecticida). Se ha utilizado en varios cultivos agrícolas como el algodón, maíz, trigo, cebada, arroz, hortalizas, frutales, en el tratamiento de semillas almacenadas y en bosques.

A partir de 1973, se ha considerado como un contaminante (US Environmental Protection Agency, 1973). Estudios realizados en los Estados Unidos de América, revelan su presencia en el aire en una de cada nueve localidades con un nivel máximo de 58,5 ng/m³ (Stanley et al., 1971)

Aunque los residuos de "Endrín" en el suelo son poco frecuentes, su tiempo de desaparición medio (TD₅₀) es de 2.2 años y su TD₉₅ es de 7 años (Brown, 1973). La concentración en

suelos agrícolas ha sido determinado en variaciones de 0.01 - 0.5 ppm (International Agency for Reserch on Cancer, 1974).

Este producto se almacena en las grasas de los animales; pero sus concentraciones son más bajas en comparación con otros compuestos de estructura química similar y es metabolizado rápidamente (Vettorazzi, 1979). Se ha detectado principalmente en productos lácteos, carne, pescado y aves de corral.

En vegetales ha sido encontrado mayormente en papas (tuberculo), vegetales frondosos, legumbres, frutales, granos y aceites, principalmente en aceite de semilla de algodón.

De acuerdo a la toxicidad expresada en DL_{50} (dosis letal para el 50% de los animales de prueba), es considerado como uno de los productos de mayor riesgo dentro de una variación de 7.5 - 17.5 mg/kg, por esta razón se recomienda no utilizarlo como insecticida general (Firman, 1976).

La ingestión diaria de "Endrin" para el hombre se ha limitado a 0.0002 mg/kg corporal/dfa (Tabla I).

OBJETIVOS

1. Estimar los cambios mensuales del tamaño de la población de roedores por la técnica de captura - recaptura en un área contaminada con "Endrin" (experimental) y una bajo condiciones normales (testigo).

2. Conocer y diferenciar los cambios reproductivos estacionales tanto en hembras como en machos para ambas áreas evaluando:
 - a) Período de reproducción
 - b) Proporción de sexos

3. Evaluar la efectividad de remplazamiento de las poblaciones determinando estacionalmente:
 - a) Prevalencia de preñez
 - b) Incidencia de preñez
 - c) Estructura por edades
 - d) Supervivencia

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Se eligió una zona sin antecedentes de tratamiento con algún plaguicida: insecticida, rodenticida o herbicida.

A) Localización

El área se encuentra dentro del Municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México, a 17 km al oeste de la Ciudad de Toluca; en las coordenadas $19^{\circ} 17' 45''$ de Latitud Norte y los $99^{\circ} 47' 30''$ Longitud Oeste, a una altitud de 2800 m.

Los poblados cercanos son: Cañada de Guadarrama, a 2.5 km al NE, San Francisco Tlalcalcalpan, a 4.6 km al SE y Santa Marfa del Monte a 4.4 km al oeste. Al área se llega por una brecha que parte del km 5.5 de la carretera San Miguel Zinacantepec - Valle de Bravo (Fig 1).

El terreno es muy accidentado debido a que está situado dentro de una zona de lomeríos con grandes pendientes. El área de estudio se ubica sobre una pendiente de 45° - 50° perteneciente a la Barranca del Arroyo de Guadarrama. Este arroyo es de tipo pluvial por lo que se encuentra seco la mayor parte del año.

Las partes altas de esta zona son planas con pendientes muy pequeñas, tienen uso agrícola y sus suelos son de tipo mólico a húmico (CETENAL, 1976). La pendiente en donde se localiza el área de estudio es una zona de reforestación y

en su mayor parte los suelos son de tipo Fozem hálptico (CETENAL, 1976) (Fig 2).

B) Clima

El clima de la zona corresponde a los $C_{(w_2)(w)}^{bi}$, templado subhúmedo, con temperatura media de 14.3°C ; régimen de lluvias de verano con una precipitación promedio de 851.3 mm, el verano es fresco con temperatura media del mes más caliente de 15.7°C , variación de temperatura isotermal (García, 1973).

C) Vegetación

El área de estudio se encuentra dentro de la zona de reforestación, con un tipo de vegetación secundaria de bosque de pino de la especie Pinus leiophylla así como otras especies de árboles entre los que se encuentran: Crataegus mexicana y Arbustus glandulosa.

Gran parte de la vegetación es matorral inerme y espinoso como: Symphoricarpus microphyllus, Rosa montezumae, Agave sp., Plantago major, Sisyrinchium angustifolium, Castilleja tolucensis, Castilleja tenuiflora, Oxalis alpina, Oxalis corniculata, Sedum minimum, Spergula arvensis, Bouvardia ternifolia, Pinaropappus roseus, Ipomoea minutiflora, Verbena ciliata, Stylingia zelayensis, Lasiarrhenum af. strigosum entre los más abundantes y de los pastos de la especie Muhlenbergia robusta. En su mayoría estas hierbas son anuales y florecen durante el verano.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se consideraron dos áreas semejantes de 70 X 70 m, separadas entre sí por una hectarea, designándose una como testigo y la otra como experimental. Ambas se dividieron en cuadros de 7 X 7 m para formar un enrejado, en el vértice de cada cuadrante se colocó una trampa para animales vivos de lámina galvanizada tipo "sherman". Los cebos utilizados fueron variados durante todo el periodo de colectas; los que se emplearon son: sebo de res con semillas diversas, avena con vainilla, manzana y zanahoria picadas.

Las colectas se realizaron una vez por semana durante la tarde y noche de un día, durante un periodo de nueve meses, desde el 7 de mayo de 1981, hasta el 29 de enero de 1982.

Los animales capturados se sexaron, tomándose las medidas de longitud, así como el número y estación de captura. Los individuos fueron marcados con números progresivos dados por ectomización de falanges conforme a la combinación de Orr (1978); posteriormente se liberaron en el mismo lugar de su captura.

El área elegida como experimental fue tratada con el "Endrin" durante los días 30 y 31 de julio en una proporción de 825 g del compuesto en 4900 m² (0.16 g/m²), cuatro veces más que una dosis correcta para el control de insectos en un cultivo. La aplicación se realizó por aspersión con bombas de

aire que contenían la solución acuosa de "Endrín", en la forma más homogénea posible, procurando no llegar a alturas mayores de un metro; se tomaron las precauciones necesarias para las personas que realizaron la aplicación.

Se eligió esta fecha de aplicación porque las poblaciones de roedores se encontraban al inicio de un periodo de reproducción. Las condiciones climáticas durante ese mes y en los dos siguientes fueron las adecuadas con una precipitación mensual no mayor de 152 mm, temperatura media mensual menor de 14°C y con vientos dominantes del SE de velocidades máximas de 4m/seg.

Los días en que se llevó a cabo la aplicación, la precipitación fué de 5.7 y 0.4 mm (datos de la estación climática de San Fco. Tlalcilalcalpan), cielo medio nublado y nublado, lo que asegura la presencia del producto en un mínimo de 20 días.

Los datos obtenidos fueron procesados de la forma siguiente:

- Densidad de la Población

Este parámetro fue calculado mensualmente por la técnica de Schumacher y Eshmeyer (1943) (en Schaefer, 1951):

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k T_i^2 n_i}{\sum_{i=1}^k T_i t_i}$$

Donde:

T_i = número total de individuos marcados hasta el tiempo i (acumulados)

n_i = número de roedores capturados en el tiempo i

t_i = número de individuos recapturados ya marcados en el tiempo i

i y k = inicio y fin del periodo de captura

Su desviación estándar:

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{N^3 s^2}{\sum_{i=1}^k T_i t_i}}$$

Donde:

$$s^2 = \frac{1}{k-1} \left[\sum_{i=1}^k \frac{t_i^2}{n_i} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k T_i t_i \right]$$

- Periodo de Reproducción

Se estimó por el porcentaje de hembras y machos activos reproductivamente.

El estado reproductor de los machos se tomó con base en el tamaño de los testículos; éstos fueron clasificados como activos cuando mostraron los testículos escrotados (Davis and Hall, 1948; Jameson, 1953; Méndez-Lombardo, 1974).

Las hembras se consideraron activas cuando presentaron preñez obvia, cuando fueron lactantes o túrgidas. Estos parámetros se evaluaron por edad y por estación del año.

- Proporción de Sexos

Se valoró estacionalmente para cada una de las especies en ambas áreas con el fin de apreciar daño del contaminante en un sexo en especial o alguna estrategia ecológica de las poblaciones.

- Prevalencia de Preñez

Este estimador (P), es el porcentaje de preñez anual o estacional de una especie. En este caso se consideró para cada estación del año y para un periodo de nueve meses que es la duración del tiempo de colectas.

La preñez se determinó por palpación de embriones y por la abertura de la sínfisis púbica (Hall and Newton, 1946).

- Incidencia de Preñez

Se refiere al número de camadas producidas por hembra en un año o estación reproductora, aquí como en el caso anterior, se estimó para el periodo de colectas y por estación del año (Hilton, 1956).

$$I = P \frac{t}{p}$$

Donde:

I = incidencia de preñez

P = prevalencia de preñez

t = tiempo en días (nueve meses - 270 días)

p = días visibles de la preñez (18)

- Estructura por Edades

Se consideran tres etapas de desarrollo tanto somático como fisiológico para establecer la estructura por edades que es analizada mensualmente por especie. Con base en las características de longitud y estado reproductor se hizo un análisis de regresión y se proponen las siguientes medidas para Reithrodontomys megalotis para las tres etapas:

	HEMBRAS	MACHOS
juveniles	110 - 140 mm	128 - 143 mm
subadultos	141 - 149 mm	144 - 156 mm
adultos	150 - mm	154 - mm

Para Microtus mexicanus, se consideraron las etapas ya establecidas de acuerdo a las siguientes longitudes (Corona, 1980):

	HEMBRAS	MACHOS
juveniles	90 - 118 mm	90 - 118 mm
subadultos	119 - 132 mm	119 - 125 mm
adultos	133 - mm	126 - mm

- Supervivencia

Este estimador se presenta para dos tiempos:

- antes del periodo reproductor en ambas áreas y que es previo a la contaminación con "Endrin" para el área experimental (meses de mayo y junio)
- para el crecimiento poblacional de verano hasta invierno (meses de julio a diciembre)

Se expresa como la probabilidad de aparición (recapturas). Esto está definido como el número de individuos en las trampas después de haber sido marcados (Christian, 1956).

Para los resultados expresados por estación del año se han considerado los siguientes meses:

Primavera: mayo y junio
Verano: julio, agosto y septiembre
Otoño: octubre, noviembre y diciembre
Invierno: enero.

RESULTADOS

Se capturaron tres especies de roedores, que en orden de abundancia son: Reithrodontomys megalotis, Microtus mexicanus y Peromyscus maniculatus. Se analizaron los datos de 180 individuos con un porcentaje de recapturas de 55.64% para R. megalotis y 46.15% para M. mexicanus.

- Densidad de Población

Reithrodontomys megalotis

La población de R. megalotis (Fig 4), disminuyó durante las estaciones de primavera y verano en ambas áreas de estudio, este decremento fue más pronunciado en el área experimental, llegando incluso a no registrar capturas durante los meses de agosto y septiembre, que fueron los dos meses posteriores a la contaminación con el "Endrin". Se debe hacer notar que la población testigo durante el mes de julio fue menos densa que la experimental, lo que enfatiza el descenso poblacional posterior a la aplicación del plaguicida.

Durante el otoño se observó un incremento de la población en las dos áreas, alcanzando su máximo en el mes de diciembre e inició nuevamente una declinación en el invierno. Es importante observar que aunque la disminución de verano fue más pronunciada en la población contaminada, durante el máximo poblacional de diciembre, las dos poblaciones se encontraron

dentro del mismo rango de densidad (Fig 4), ya sea que a través de la reproducción, inmigración o ambas, la población contaminada aumentó tan rápido como la población testigo, logrando su recuperación en pocos meses.

Microtus mexicanus

Para M. mexicanus, solo fue posible determinar el índice poblacional en el área testigo. Para poder comparar estas poblaciones, se graficó el número de individuos por mes (Fig 5). Se observó un descenso durante la primavera y verano, hasta llegar al mínimo en septiembre. Posteriormente las dos poblaciones se recuperaron y permanecieron fluctuantes, sin haber más diferencias entre ambas que la cantidad de individuos.

Al igual que en la especie anterior, no se capturaron ratones durante los meses de agosto y septiembre en el área contaminada (Fig 5).

Por otra parte y además de los resultados anteriores, se consideró el cómputo de los datos combinados de las tres especies en cada una de las áreas, para obtener un esquema de los cambios poblacionales de esta comunidad de roedores (Fig 6), en las que se encontraron los siguientes resultados:

En el área testigo se observó una población fluctuante que disminuyó durante la primavera y el verano, el mínimo poblacional fue en septiembre, a partir del cual se inició un incremento durante el otoño y logró el máximo

poblacional en el mes de diciembre, posteriormente hubo un descenso en invierno.

Para la población del área contaminada, se notó un ligero aumento desde mayo hasta julio (mientras que la población testigo fue menos densa para este último mes), pero después de julio hubo una disminución drástica de la población posterior al tratamiento con "Endrin" y no se registró ninguna captura durante agosto y septiembre a diferencia de la población testigo. Durante el otoño, en esta población contaminada se presentó un incremento que alcanzó su máximo en el mes de diciembre, muy cercano al punto máximo de la población testigo y al igual que ésta, presentó un decremento en invierno (Fig 6).

- Periodos de Reproducción

Reithrodontomys megalotis

Con base en los datos de la población testigo, se pueden definir para esta especie dos periodos de reproducción, el mayor en verano y otro en invierno, ya que la mayor actividad reproductora de machos y hembras se detectó en estas estaciones (Tablas II y III).

Los machos presentaron actividad reproductora desde la primavera y alcanzaron el máximo en verano (83%), mientras los meses de otoño e invierno fueron de actividad mínima (3% y 8% respectivamente). Las hembras presentaron un aumento en la

actividad reproductora de la primavera al verano, con un 50% de hembras túrgidas (o receptivas) y un 67% de hembras preñadas así como lactantes en esta última estación; la actividad en invierno fue menor con un 50% de hembras lactantes y un 33% de preñadas.

En el área experimental, los machos de esta misma especie registraron una actividad reproductora ligeramente mayor incrementada de primavera a verano (70% - 100%), donde alcanzó el máximo al igual que la población testigo; esta actividad fue nula al final del verano y en otoño, inmediatamente después de la aplicación del "Endrín", e inició su recuperación en invierno (8%). Las hembras solo presentaron mayor actividad reproductora en verano, y aunque solo el 50% de las hembras fueron túrgidas, las hembras preñadas y lactantes solo llegaron al 25%, afectado probablemente por la aplicación del "Endrín" que se hizo en ese tiempo; esa actividad se mantuvo así durante el otoño e invierno, a diferencia de la población testigo.

Microtus mexicanus

En lo que respecta a esta especie, presentó una actividad reproductora mayor que la especie anterior (Tablas IV y V), su periodo reproductor se estableció durante el verano, el cual disminuyó paulatinamente hasta el invierno. La totalidad de las hembras estuvieron túrgidas en la primavera y durante el verano, época en la cual, también se registró el mayor porcentaje de preñez y lactancia 75% y 87% respectivamente. En

los machos la actividad reproductora se incrementó de primavera a invierno.

Para el área contaminada, la totalidad de las hembras estuvieron túrgidas durante la primavera, verano y otoño (no hay datos para el invierno), pero el porcentaje de hembras preñadas y lactantes (67% para ambas) durante el verano - después de haber contaminado el área con "Endrin"- fue menor en relación al área testigo. De igual forma, la actividad de los machos fue menor, se registró su máxima actividad hasta el otoño; por lo tanto, el periodo reproductor para esta población se pudo definir después del verano, atrasado tres meses en relación a la población testigo.

- Proporción de Sexos

Respecto a este estimador, se observaron algunas diferencias entre especies, pero ninguna notable para las mismas especies entre las dos áreas.

En Reithodontomys megalotis hubo una menor proporción de hembras en relación a los machos en ambas áreas (Tabla VI); mientras que en Microtus mexicanus, la proporción de hembras siempre fue mayor que la de los machos en el área testigo; para el área tratada con el plaguicida, solo hubo datos de los dos sexos en verano y otoño (Tabla VII).

No se pudieron establecer diferencias en relación a la contaminación ya que los datos fueron pocos y la proporción

de sexos en ambas áreas antes y después de la aplicación del "Endrin", no fueron significativas $\alpha = 0.25$ para R. megalotis y $\alpha = 0.25$ para M. mexicanus.

- Prevalencia e Incidencia de Preñez

Reithrodontomys megalotis

El porcentaje de preñez de esta especie, evaluado para el periodo total de colectas, fue del 18%, tanto en la población testigo como en la experimental. Sin embargo, del análisis del porcentaje de reproducción por estación del año, se observó un aumento del 12% - 67% de preñez de primavera a verano en el área testigo, mientras que en la contaminada, para este mismo tiempo, solo se registró un incremento de 6.25% a 25%, lo que indica que no se alcanzó la máxima actividad reproductora, posiblemente por efectos directos o indirectos de la aplicación del "Endrin".

Posteriormente la población testigo presentó un decremento de hembras preñadas para el otoño (5%), y un ligero aumento en invierno; por su parte, la población contaminada mantuvo un porcentaje de 25% de preñez en verano y otoño, disminuyendo muy poco en invierno, lo que sugiere un alargamiento en la época de reproducción (Tabla VIII).

En esta especie, el tamaño promedio de camada (en un periodo de nueve meses) fue de 2.7 camadas por hembra adulta activa, tanto en la población contaminada como en la testigo;

para ésta última, en las estaciones de primavera y verano hubo un mayor número de camadas que en el otoño e invierno; por el contrario, en compensación para la mortalidad, en la población tratada, el aumento del número de camadas fue en el otoño e invierno, el cual se definió como el periodo de recuperación (Tabla X).

Microtus mexicanus

Para estas poblaciones, el porcentaje de preñez durante todas las colectas fue del 53% en condiciones naturales y del 80% para la población del área contaminada; el porcentaje de preñez en la población testigo se incrementó de primavera a verano del 20% al 75%, mientras que en la población tratada permaneció igual; en el otoño hubo una disminución de hembras preñadas en la población testigo; por su parte, la población del área contaminada tuvo un aumento del 67% al 100%, lo que significa que también hubo un alargamiento de la época de reproducción (Tabla IX), compensando con reproducción, la pérdida ocasionada por el tratamiento con el tóxico.

En el periodo de nueve meses, cada hembra adulta activa tuvo en promedio 8 camadas en condiciones normales y 12 camadas para las hembras de la población contaminada. En la testigo el mayor número de camadas se presentó en verano, mientras que en la población tratada fue durante el otoño (Tabla XI).

Tanto en R. megalotis como en M. mexicanus, se registró un aumento en la reproducción en el área tratada con el plaguicida, lo que no ocurrió en el área testigo.

- Estructura Poblacional por Edades

Reithrodontomys megalotis

La población testigo de esta especie tuvo representadas las tres edades (juveniles, subadultos y adultos), durante la primavera e inicios del verano, siempre con una mayor proporción de adultos, los cuales llegan a formar el 100% de la población en agosto, precisamente a mediados de la época de reproducción. Posteriormente el porcentaje de juveniles se incrementó, continuado por el de subadultos, lo que confirma la época de reproducción del verano. Estas dos edades fueron las que se mantuvieron en mayores proporciones hasta el final del estudio lo que indica que la población continuó su reproducción (Fig 7).

La población de R. megalotis que fue tratada con el plaguicida en los últimos días de julio, presentó durante la primavera individuos de las tres edades con una mayor proporción de adultos los cuales llegaron a ser los únicos (100%) para el mes de julio, al inicio de la época de reproducción. No hubo registros de animales durante los meses de agosto y septiembre, pero al inicio del otoño reapareció una población con representantes de las tres edades entre los cuales más de la

mitad fueron individuos inmaduros, lo que indica que se encontraban en reproducción, para el mes de enero los adultos fueron más del 50% de la población, esto podría indicar una rápida madurez a diferencia de la población testigo (Fig 7).

Microtus mexicanus

En condiciones normales, la población de M. mexicanus estuvo representada en su mayoría por individuos adultos con representantes juveniles y subadultos solo en junio. Durante el verano la población total fue adulta y para el otoño solo se presentó una pequeña proporción de subadultos. Aunque se haya definido un periodo de reproducción en el verano, no se observaron individuos inmaduros (Fig 8).

En el área contaminada, esta misma especie tuvo individuos de las tres edades al inicio del verano, justo antes del tratamiento; y durante los dos meses que siguieron: agosto y septiembre, no se capturó ningún individuo. Para el otoño e invierno, al igual que en la otra especie, reaparece una población formada únicamente por adultos, y aunque se registró actividad reproductiva no se observaron edades inmaduras (Fig 8).

- Sobrevivencia

Reithrodontomys megalotis

Los resultados sobre la sobrevivencia se presentan en dos tiempos: primavera y verano - otoño.

De la población trampeable de R. megalotis en el área testigo, se observó durante la primavera un periodo máximo de sobrevivencia de 14 semanas y una sobrevivencia promedio de 6 semanas posteriores a la primera captura (sin importar la edad). Se registró para esta población un total de 16 semanas de oportunidades para ser capturados, lo que indica que permanecieron presentes en el área hasta finales de agosto (Fig 9).

La población trampeable de esta misma especie en el área tratada con el plaguicida, presentó también para la primavera un periodo máximo de sobrevivencia de 10 semanas con un promedio de 5 semanas después de la primera captura. En esta población solo se registraron 11 semanas de oportunidades para ser capturados, lo que indica que únicamente llegaron a estar presentes hasta el 24 de julio, precisamente una semana antes de la contaminación con el "Endrin" (el día de la aplicación ya no se capturó ningún individuo). (Fig 9).

Para el verano - otoño, en el área testigo hubo un máximo de sobrevivencia de 11 semanas y un promedio de 4 semanas después de la primera captura; mientras que en la población experimental, la máxima sobrevivencia se presentó de 13 semanas y un promedio de 5 después de la primera captura. Para esta última población se registró una probabilidad ligeramente mayor que la testigo, posiblemente porque se trataba de una nueva población (Fig 9).

Microtus mexicanus

Para estas poblaciones se contó con muy pocos datos. Para la población trampeable del área testigo, durante la primavera, se presentó un periodo máximo de sobrevivencia de 12 semanas, con un promedio de 7 semanas posteriores a la primera captura. Para este mismo periodo, la población trampeable del área experimental mostró un periodo máximo de sobrevivencia de 2 semanas, pero estos datos no se consideraron válidos por haberse obtenidos únicamente de dos ejemplares (Fig 10).

Durante el verano-otoño, en el área testigo hubo un máximo de sobrevivencia de 10 semanas y un promedio de 4 semanas después de la primera captura, mientras que en la población experimental el máximo de sobrevivencia fue solo de 5 semanas con un promedio de vida de una semana (Fig 10).

Ya que pudo definirse para las poblaciones de Reithrodontomys megalotis y Microtus mexicanus, en condiciones normales, el periodo de reproducción durante el verano, con un tiempo de sobrevivencia máxima de 14 y 12 semanas respectivamente de las poblaciones presentes durante la primavera, esto indica un solapamiento visible de generaciones.

Contrastados estos resultados con lo que ocurrió en el área experimental donde las poblaciones, tanto de Reithrodontomys megalotis como de Microtus mexicanus fueron

interrumpidas precisamente durante su periodo de reproducción de verano; esta ausencia o baja de densidad de roedores dentro del área, provocó la inmigración de individuos altamente reproductivos durante el otoño (fuera de su periodo normal), causando el efecto de alargamiento de la época de reproducción.

Esto muestra la gran capacidad de recuperación en ambas especies, principalmente de Microtus mexicanus que produjo más camadas por hembra y maduró con mayor celeridad, aunque la sobrevivencia de otoño es menor con relación a la de Reithrodontomys megalotis.

DISCUSION

La cantidad de "Endrin" aplicada fue de 0.16 g/m^2 , cuatro veces más que una aplicación rutinaria de tratamiento a un cultivo. Robel y colaboradores (1972), informan de la aplicación de "Endrin" a un cultivo de maíz y sorgo con un mínimo de 0.03 g/m^2 y un máximo de 0.04 g/m^2 , lo que implica que en este experimento hay una verdadera alteración ambiental capaz de producir cambios en los individuos que lo habitan, lo cual se puede apreciar mejor a nivel de poblaciones que amplifican ese daño individual, manifestándose como la respuesta de todo un sistema.

Entre las poblaciones testigo y experimental de R. megalotis, las únicas diferencias en densidad poblacional se presentan en julio donde la población experimental es mayor que la testigo y durante agosto y septiembre que corresponde a los dos meses siguientes a la contaminación, en los cuales no hay registro de individuos en el área tratada con el plaguicida.

Es en estos meses de verano cuando se presenta la época reproductora como se observa en la población testigo, la que cuenta con más del 50% de hembras preñadas y lactantes; la sobrevivencia de estos individuos es alta, mientras que en el área tratada la sobrevivencia es baja y los individuos solo permanecen hasta finales de julio.

Posteriores a los meses de agosto y septiembre, las

dos poblaciones inician un incremento durante el cual, la población del área contaminada presenta un periodo reproductor y sobrevivencia mayores que las de la población testigo.

Las poblaciones de Microtus mexicanus, presentan algunas fluctuaciones no significativas, excepto en los meses de agosto y septiembre, precisamente después de la contaminación con el "Endrín", cuando en el área tratada no se captura ningún individuo, como sucedió en la especie anterior. En el área testigo son estos meses de verano los que mayor porcentaje de hembras preñadas, lactantes y receptivas tienen, así como de machos activos; en cambio, en la otra población disminuye la proporción de hembras y machos reproductivos.

Ya que el "Endrín" se aplicó en el área experimental a finales de julio y la ausencia de roedores de ambas especies se presenta en los meses de agosto y septiembre, se ha considerado esta reacción como un efecto, ya sea directo o indirecto del plaguicida, a partir de lo cual se plantean tres hipótesis: migración, disminución de actividad o mortalidad.

Pudo ser emigración lo que causó la ausencia de roedores en el área, como lo sugiere Howard (1960), ya que los individuos se encontraban bajo una presión, en este caso la contaminación, "... afrontando la alternativa de morir o emigrar". Aunque las oportunidades para ello son muy bajas ya que para estos meses las poblaciones de las dos especies se encuentran formadas en su mayoría por individuos adultos cuyos

ambitos hogareños están bien establecidos, quedando únicamente la posibilidad de dispersión (emigración) a las formas juveniles e inmaduras como lo establece el mismo Howard (1960), Lidicker (1962) y Sullivan (1977).

Otro factor con mayor posibilidad es que la actividad de los roedores disminuye en esta área como un efecto secundario del plaguicida, reduciendo la posibilidad de que los individuos entren en las trampas.

Una tercera posibilidad es que esta ausencia de capturas durante los meses de agosto y septiembre, puede deberse también a la mortalidad por efectos del plaguicida, especialmente para las hembras preñadas, ya que ellas y las formas juveniles son más susceptibles de almacenar grandes cantidades de insecticidas organoclorados en sus tejidos (Hayes, 1965). Además la DL_{50} oral de "Endrin" en ratas es mucho más baja en hembras (7.5 mg/kg) que para machos (18 mg/kg) (WHO, 1975), o sea que las hembras son más susceptibles.

Chernoff y colaboradores (1979), informan que el "Endrin" induce toxicidad fetal ya que atraviesa la placenta, así como la muerte de hembras grávidas, si el tóxico es ingerido entre los 5 - 14 días de gestación (dosis 3.5 mg/kg/día). Good y Ware (1969, en Chernoff, et al. 1979), encuentran que el "Endrin" por vía digestiva y en concentraciones de 5 ppm (5 mg/kg) reduce el tamaño de la camada y causa en ocasiones la muerte de las hembras.

Krause (1977), encuentra que el tratamiento con DDT en ratas y ratones juveniles, provocan daño en la espermatogénesis, así como la disminución de testosterona en el suero y en los testículos, causados posiblemente por alteraciones directas a las células de Leydig.

De forma que el efecto de los organoclorados en la reproducción y mortalidad de los mamíferos, puede ser una de las posibles causas de la disminución de la actividad reproductiva durante el verano para las poblaciones tratadas, produciendo también la reducción o mortalidad de las mismas.

Es importante hacer notar que durante este periodo, no se observaron animales muertos en el campo, posiblemente porque la mortalidad no es muy alta ya que se trata de una población reducida, o tal vez debido a las condiciones de trabajo, ya que se emplea un área abierta sin restricción de la entrada de depredadores que fácilmente se aprovechan de los individuos moribundos o muertos. Hubo varias evidencias de zorras (Urocyon cinereoargenteus), en las dos áreas, tanto en forma de huellas en el barro y tierra como por sus heces fecales (Lord, comunicación personal); se observaron perros domésticos, aves de presa como el halcón (Falco sparverius) y se recogieron egagrópsilas de lechuza. También se capturó una comadreja (Mustela frenata).

Sin embargo, es evidente que las poblaciones se reducen notablemente, de tal forma que después de dos meses el

área queda disponible, por la ausencia de los que la habitaban como por la reducción de la contaminación, permitiendo así la posibilidad de que puedan llegar las mismas especies, como lo demuestra su reaparición. Es importante observar que después del período agosto - septiembre (cuando no hay capturas), los ratones capturados en el área tratada, no presentaron ninguna marca que indique que han sido registrados anteriormente ni en esta área ni en la testigo, lo que significa que no hubo emigración de una a otra, de manera que todos los individuos tanto juveniles, subadultos y adultos del área tratada son "nuevos", mientras que en el área testigo hay registro de animales marcados desde la primavera.

Ya que después de esta ausencia de animales en el área tratada, las dos especies presentan incrementos en la actividad reproductora durante el otoño e invierno, se puede decir que se trata de una estrategia de colonización y/o recuperación, aunque se realiza por diferentes métodos dependiendo de la especie.

La respuesta de las nuevas hembras de R. megalotis es mantener, durante el otoño e invierno, el mismo potencial reproductor que presenta la población de inicios del verano y alcanza un porcentaje total de preñez semejante al de la población testigo, con lo que logra una densidad poblacional muy cercana a la población no tratada, a pesar de que los machos de esta última, no presentaron un aumento evidente en su

actividad reproductora.

También se observa un alto porcentaje de subadultos y juveniles, lo cual no indica precisamente que todos sean nativos de esta área, sino que posiblemente, algunos de ellos son inmigrantes que maduran rápidamente como una estrategia de colonización (Ravinovich, 1980).

Por su parte, M. mexicanus se mantiene en la misma frecuencia de hembras receptoras desde primavera hasta otoño; los porcentajes de preñadas y lactantes disminuyen durante el verano, pero se recuperan y aumentan para el otoño, al igual que los machos activos.

En esta especie la población que reaparece es únicamente de adultos, posiblemente como una respuesta de madurez acelerada de las formas juveniles y subadultas inmigrantes y nativas en un periodo de recuperación, como ha sido señalado por varios autores para este género (Clarke, 1955; Krebs 1966; Keller y Krebs 1970; Corona, 1980), mencionando que la madurez de las hembras es más rápida en las fases de incremento poblacional.

Para otras poblaciones de roedore se han descrito cambios en la natalidad y en la reproducción por efectos del uso continuo de insecticidas "carbámicos" (Krylova et al. 1975), los que causan una reducción de sus poblaciones capaz de ocasionar alteraciones entre poblaciones de depredadores y

otros desequilibrios del ecosistema. Robel y colaboradores (1972), no observan cambios en las poblaciones de roedores dentro de un cultivo tratado con "Endrin", sin embargo es oportuno mencionar que el nivel de aplicación es dentro de lo recomendado.

En este estudio, los resultados obtenidos solo muestran una ligera variación entre las poblaciones testigo y experimental que no es específica por efectos del plaguicida, sino que la disminución en la densidad de las poblaciones o su desaparición por muerte o emigración, son un fenómeno común de las poblaciones animales ante cualquier alteración drástica a su medio ambiente como puede ser un incendio, sequía, falta de alimento, enfermedad u otra catástrofe. Por lo tanto se considera que solo se ha cumplido parte del objetivo que es conocer la capacidad de recuperación de la población de los roedores.

Son los roedores los que tienen una mayor fecundidad y sus poblaciones son muy exitosas, con gran capacidad de recuperación como se observó en este trabajo. Por otra parte, se conocen poblaciones de roedores que como una respuesta adaptativa se han hecho resistentes a los plaguicidas químicos como el "Endrin". Webb y Horsfall (1967), encuentran que tanto hembras como machos de Pitymys pinetorum de un huerto tratado con "Endrin" desde 1956 hasta 1967, fueron de 11 a 13 veces más resistentes a este insecticida que los individuos capturados

en un huerto al que se aplicó "Endrin" únicamente en 1956. Así también observan que esta resistencia es un mecanismo que induce enzimas desintoxicantes, ya que la tolerancia disminuye cuando se suspende su aplicación en 1968 (Webb et al. 1973). Se indica a la vez que estos ratones tolerantes al "Endrin" son más susceptibles a los insecticidas organofosforados que los que no lo son.

Cordes y Hayne (1976), informan de la tolerancia al DDT de Peromyscus leucopus con dosis cercanas a 3370 ppm, mientras que Mus musculus de laboratorio solo llega a variaciones de dosis letales de 200 - 336 ppm de DDT.

Blus (1978) informa de la resistencia de la musaraña Blarina brevicauda al DDT y el "Endrin" hasta niveles de 200 ppm, especialmente para las hembras.

Sin embargo hay muchas poblaciones animales que son muy susceptibles a la contaminación química por plaguicidas causando incluso la muerte de los individuos y cambios en sus poblaciones, como es el caso de la muerte de quirópteros (Gleuso et al. 1976, Clark et al. 1978a 1978b), los cambios en la reproducción y reducción de poblaciones de aves (Ratcliffe 1967; Peakall, 1970; Pocker et al. 1971; Fergin, 1977; Haegeler, y Hudson 1977; Kalaja y Hinton 1977; Mc Cluskey et al. 1977; Schreiber 1977; Newton y Bogan 1978), variaciones en el desarrollo de reptiles y anfibios (Buniter y Mitchell, 1978; Fleet y Plapp, 1978), así como la muerte de peces (Rowe et al. 1971; Hermanutz, 1978).

Ya que la sensibilidad y resistencia a los plaguicidas cambia de un grupo a otro e incluso entre especies del mismo grupo, es necesario considerar estas características si se desea tomar a los animales silvestres para detectar contaminación ambiental a largo plazo, ya que una especie "centinela" debe ser muy sensible a los agentes químicos y presentar una respuesta que pueda ser detectada a tiempo.

Así mismo tener presente en la elección de la especie a estudiar, que estos organismos forman parte de todo un sistema que puede ser afectado sin que presente variaciones observables o que causen todo un desequilibrio, por lo que se debe considerar su importancia y el grado de influencia sobre otros estratos ecológicos.

CONCLUSIONES

Tanto Reithrodontomys megalotis como Microtus mexicanus en condiciones naturales, presentaron la época de reproducción durante el verano. El "Endrín" fue aplicado en una de las áreas precisamente durante el verano, provocando cambios en las poblaciones de las dos especies de roedores.

La ausencia de ratones en el área experimental, durante el verano, es un efecto de la contaminación química, ya sea por acción directa o indirecta. Pero siempre será necesario el estudio más detallado de los individuos de la población contaminada, para definir con claridad cuales fueron las causas fisiológicas de las disrupciones.

La capacidad de recuperación de las especies de roedores estudiada bajo estas condiciones ambientales, es muy efectiva ya que las poblaciones del área tratada llegan a ser tan grandes como las testigo en solo dos meses.

El aumento en la actividad reproductora durante el otoño e invierno, solo se presentó en las poblaciones del área tratada, lo que indica que se trata de individuos colonizadores o en recuperación.

Las poblaciones aquí estudiadas presentaron distintos métodos de colonización y recuperación, aunque no se definen con detalle.

Ya que en estas especies de roedores, la recuperación de sus poblaciones es rápida, los estudios comparativos de la dinámica poblacional para que puedan servir y ser utilizados con mayor seguridad como indicadores de contaminación, deberán detallar estudios de tamaño de camada, sobrevivencia embrionaria y postnatal, así como alcance de la madurez reproductiva y fecundidad.

TABLA I

NIVELES RECOMENDABLES DE "ENDRIN" PARA DIFERENTES PRODUCTOS COMESTIBLES ASI COMO LO RELATIVO A LA INGESTION DIARIA ADMISIBLE (IDA) PARA EL HOMBRE.

PRODUCTO	IDA MAXIMA (mg/kg peso corporal/día)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES (mg/kg)
Semilla de algodón	0.0002	
Aceite de semilla de algodón (crudo)		0.1
Maíz dulce		0.02
Manzana, cebada, arroz (sin cáscara)		0.02
Sorgo, trigo		
Aceite de semillas de algodón comestible		
Leche y productos lácteos		0.02
Grasa de aves de corral		1
Huevos		1
* Grasa de carne	0.0002	0.01

FAO/OMS 1973

* FAO/OMS 1976

TABLA II

VARIACIONES ESTACIONALES DE LAS TRES FASES DE ACTIVIDAD
 REPRODUCTORA (%) DE LAS HEMBRAS DE Reithrodontomys megalotis

	ESTACION DEL AÑO	N	TESTIGO			EXPRIMENTAL			
			T	% P	L	N	T	% P	L
A P L I D E C I O N E N D R I N	Primavera	9	22	12	11	16	12	6.25	6
	Verano	6	50	67	67	4	50	25	25
	Otoño	21	5	5	5	20	20	25	20
	Invierno	3	50	33	50	5	20	20	20

N Tamaño de la muestra
 T tórgidas; P preñadas; L lactantes

TABLA III

VARIACIONES ESTACIONALES DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTORA (%)
 DE LOS MACHOS DE Reithrodontomys megalotis

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
 E
N
D
E
R
I
N

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	N	%	N	%
Primavera	17	47	17	70
Verano	6	83	9	100
Otoño	35	3	33	0
Invierno	13	8	13	8

N Tamaño de la muestra

TABLA IV
 VARIACIONES ESTACIONALES DE LAS TRES FASES DE ACTIVIDAD
 REPRODUCTORA (%) DE LAS MIEMBROS DE Microtus mexicanus

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
 E
N
D
R
I
N

ESTACION DEL AÑO	N	TESTIGO			N	EXPERIMENTAL		
		T	% P	L		T	% P	L
Primavera	5	100	20	60	3	100	67	100
Verano	8	87	75	87	3	100	67	67
Otoño	20	75	55	55	4	100	100	100
Invierno	5	60	40	60	1	-	-	-

N Tamaño de la muestra
 T turgida; P preñada; L lactante

TABLA V

VARIACIONES ESTACIONALES DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTORA (%)
 DE LOS MACHOS DE Microtus mexicanus

ESTACION DEL AÑO	N	TESTIGO %	EXPERIMENTAL N	%
Primavera	4	50	-	-
Verano	7	86	4	50
Otoño	9	67	4	100
Invierno	5	100	1	-

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
 E
N
D
R
I
N

N Tamaño de la muestra

TABLA VI

PROPORCION DE SEXUS PARA Reithrodontomys megalotis

APLICACION
 ENDERLIN

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO		EXPERIMENTAL		α
	No. σ/\varnothing	Prop. $\sigma : \varnothing$	No. σ/\varnothing	Prop. $\sigma : \varnothing$	
Primavera	17/9	1 : 0.53	17/16	1 : 0.94	0.50
Verano	6/6	1 : 1	9/4	1 : 0.44	0.50
Otoño	35/20	1 : 0.57	33/20	1 : 0.60	0.001
Invierno	13/2	1 : 0.15	13/5	1 : 0.38	0.25
TOTAL	71/37	1 : 0.52	72/45	1 : 0.62	0.25

TABLA VII

PROPORCION DE SEXOS PARA Microtus mexicanus

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO		EXPERIMENTAL		α
	No. $\sigma/\text{♀}$	Prop. $\sigma : \text{♀}$	No. $\sigma/\text{♀}$	Prop. $\sigma : \text{♀}$	
Primavera	4/5	1 : 1.25	-/3	-	
Verano	7/8	1 : 1.14	4/3	1 : 0.75	0.25
Otoño	9/20	1 : 2.22	4/4	1 : 1	0.25
Invierno	5/5	1 : 1	1/1	-	
TOTAL	25/38	1 : 1.52	10/11	1 : 1.1	0.25

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
E
N
D
R
I
N

TABLA VIII

CAMBIOS ESTACIONALES DE LA PREVALENCIA DE PREÑEZ(%)
 PARA Reithrodontomys megalotis

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	N	%	N	%
Primavera	9	12	16	6.25
Verano	6	67	4	25
Otoño	21	5	20	25
Invierno	3	33	5	20
ANUAL	39	18	45	18

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
 E
N
D
R
I
N

N Tamaño de la muestra

TABLA IX

CAMBIOS ESTACIONALES DE LA PREVALENCIA DE PREÑEZ (%)

PARA Microtus mexicanus

A
P
L
I
D
E
N
D
E
R
I
C
E
R
I
O
N

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	N	%	N	%
Primavera	5	20	3	67
Verano	8	75	3	67
Otoño	20	55	4	100
Invierno	5	40	1	-
ANUAL	38	53	11	80

N Tamaño de la muestra

TABLA X

VARIACION ESTACIONAL DE LAS CAMADAS PROMEDIO POR HEMBRA DE

Reithrodontomys megalotis

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N

E
N
D
E
R
N

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO	EXPERIMENTAL
Primavera	0.40	0.20
Verano	3.35	1.25
Otoño	0.25	1.25
Invierno	0.55	0.33
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
ANUAL	2.70	2.70

TABLA XI

VARIACION ESTACIONAL DE LAS CAJADAS PROMEDIO POR HEMBRA DE
Microtus mexicanus

A
P
L
I
C
A
C
I
O
N
 E
N
D
E
R
I
N

ESTACION DEL AÑO	TESTIGO	EXPERIMENTAL
Primavera	0.66	2.23
Verano	3.75	3.35
Otoño	2.75	5.00
Invierno	0.66	-
ANUAL	7.95	12.00

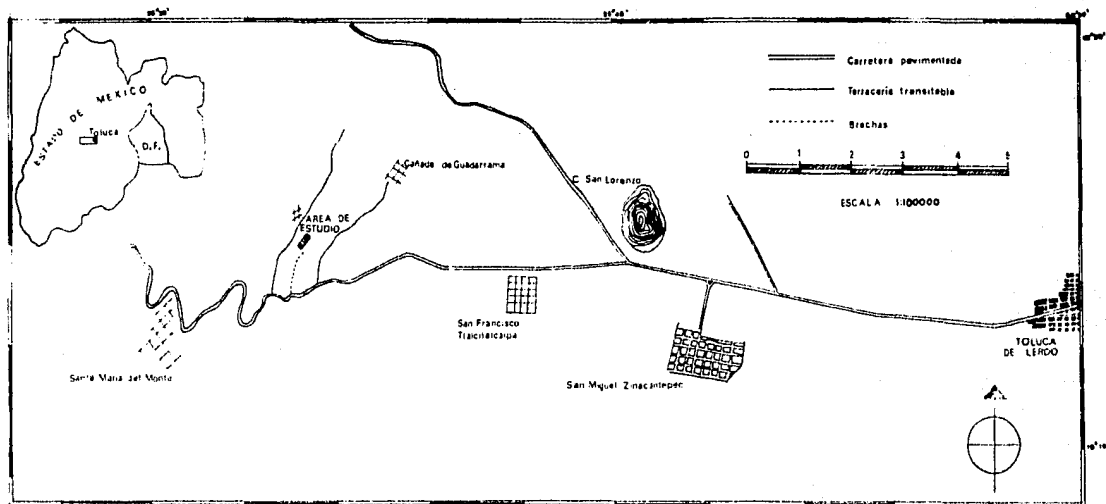


FIG.1 Mapa de localización del área de estudio

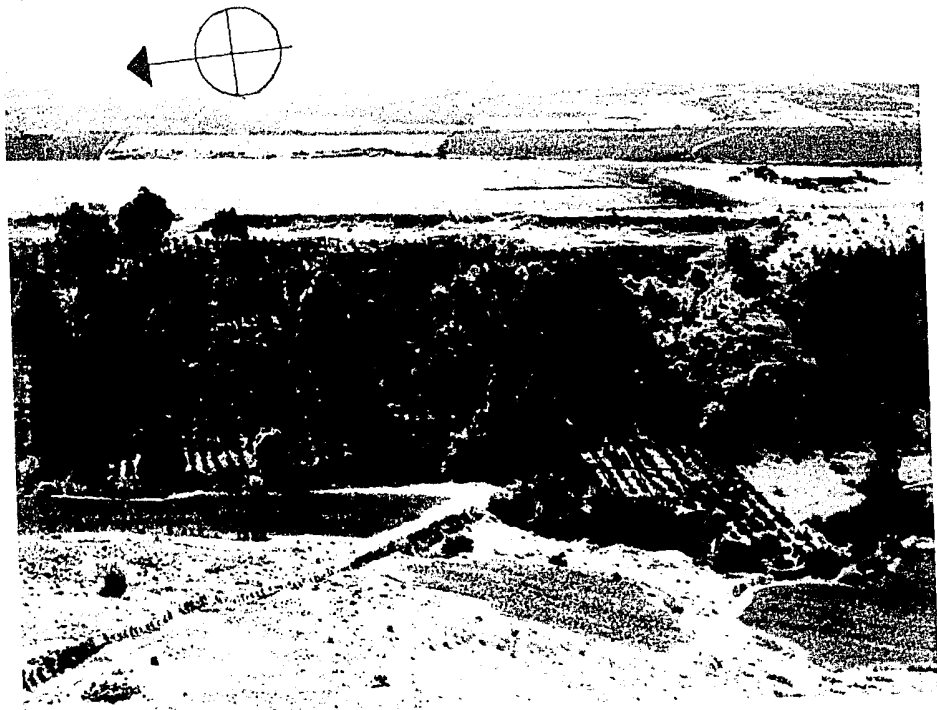


FIG.2 Estaciones de colecta y características de la vegetación del área testigo



FIG.3 Estaciones de colecta y características de la vegetación del área experimental

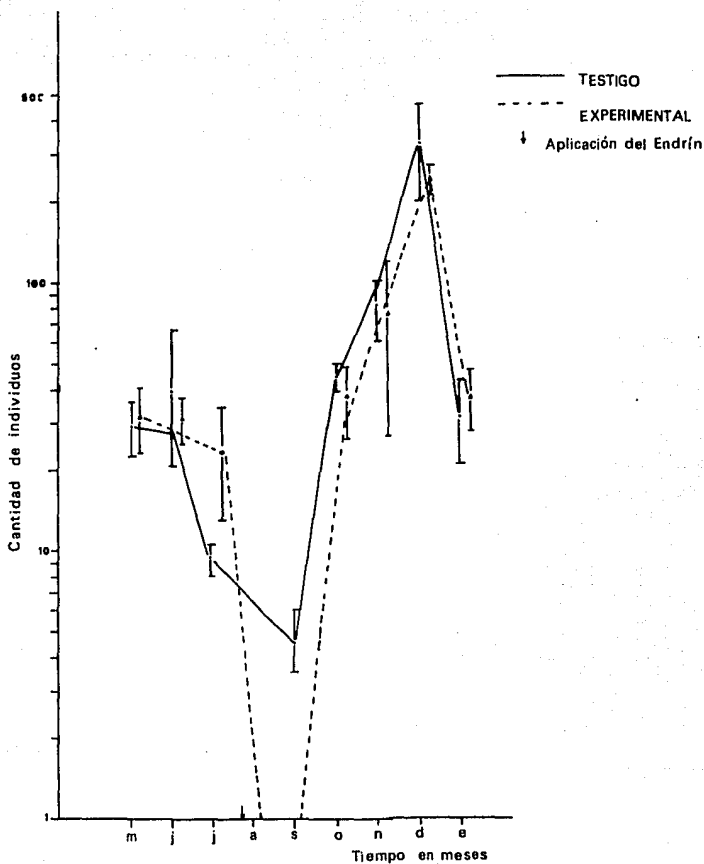


FIG. 4 Cambios poblacionales y desviación estándar de Reithrodontomys megalotis en un área natural (testigo) y una contaminada (experimental).

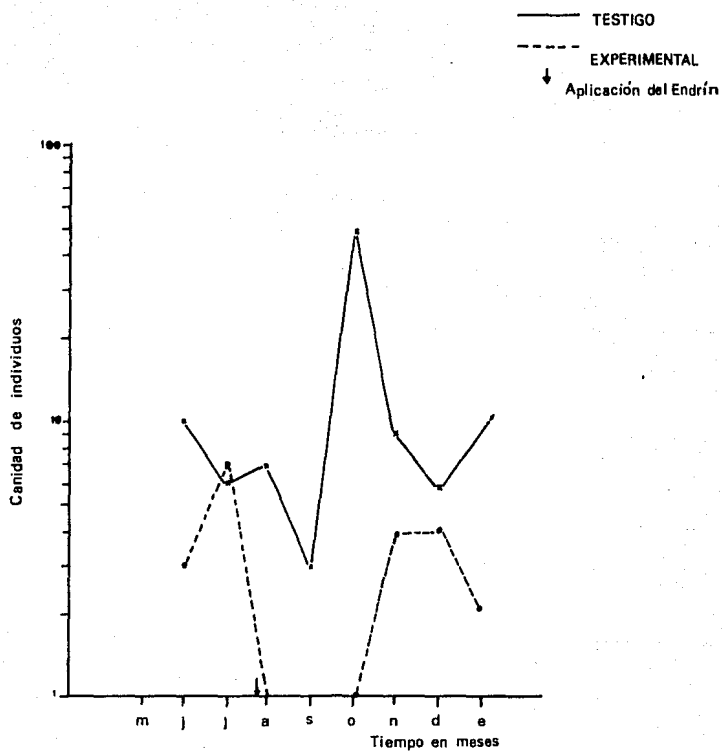


FIG.5 Variaciones de la cantidad de roedores de Microtus mexicanus en un área natural (testigo) v una contaminada (experimental).

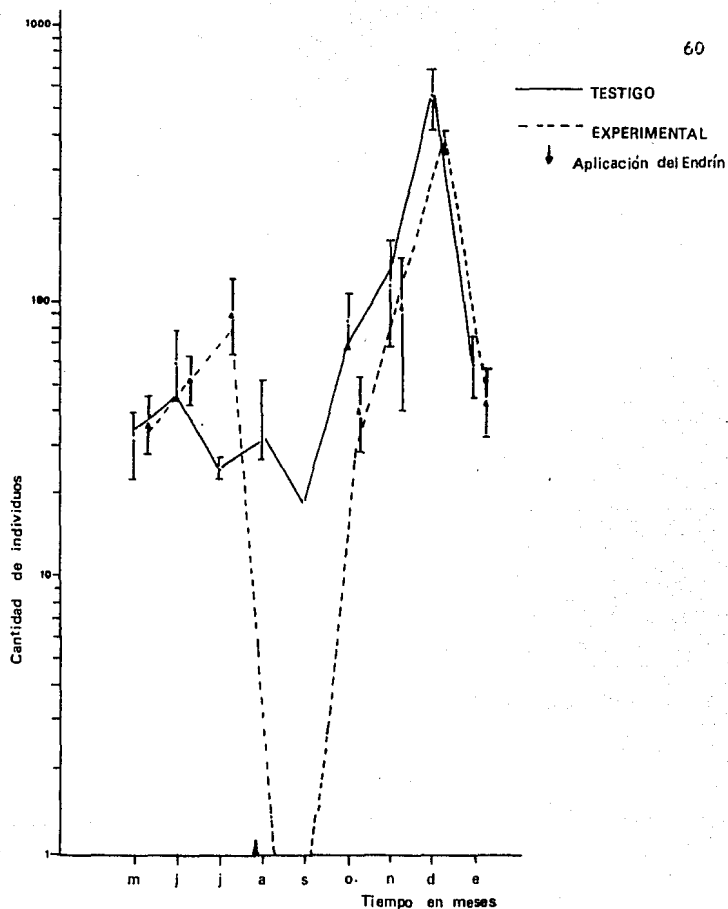


FIG. 6 Cambios poblacionales y desviación estandar de la comunidad de roedores (R. megalotis, M. mexicanus y P. maniculatus) en un área natural (testigo) y una contaminada (experimental)

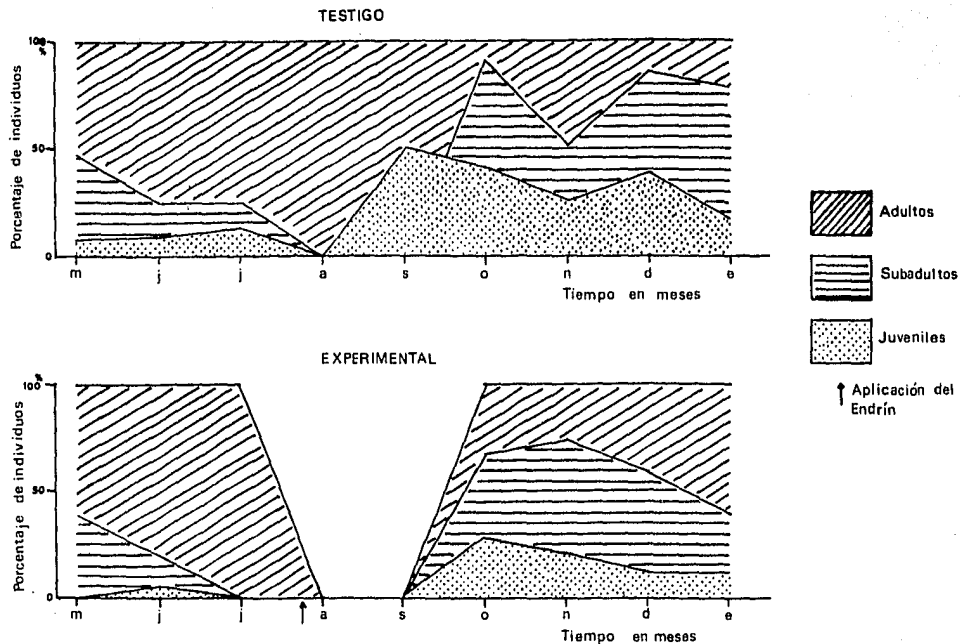


FIG. 7 Cambios mensuales de la estructura poblacional por edades de las poblaciones testigo y experimental de Reitrodontomys megalotis.

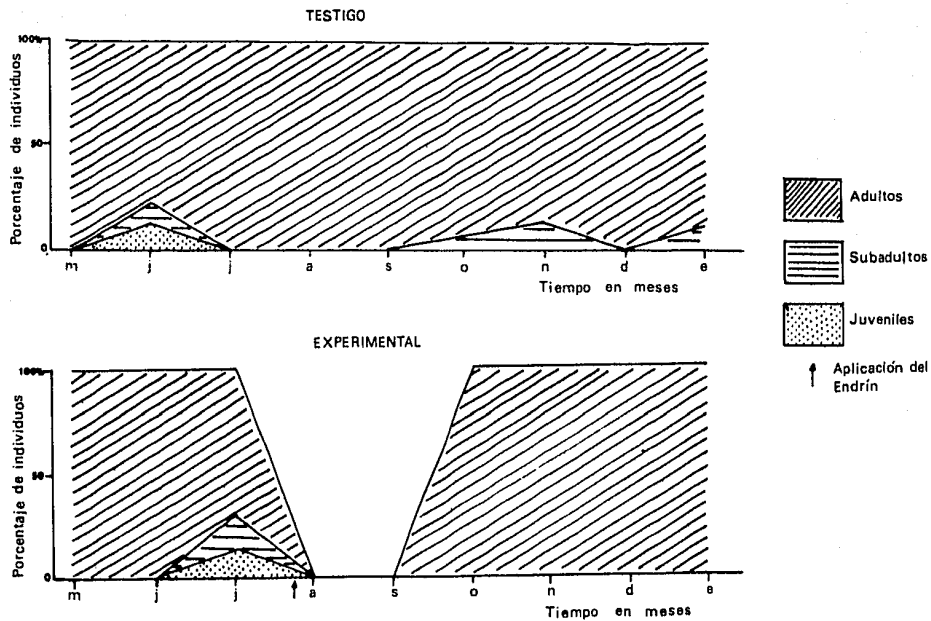


FIG. 8 Cambios mensuales de la estructura poblacional por edades de las poblaciones testigo y experimental de Microtus mexicanus.

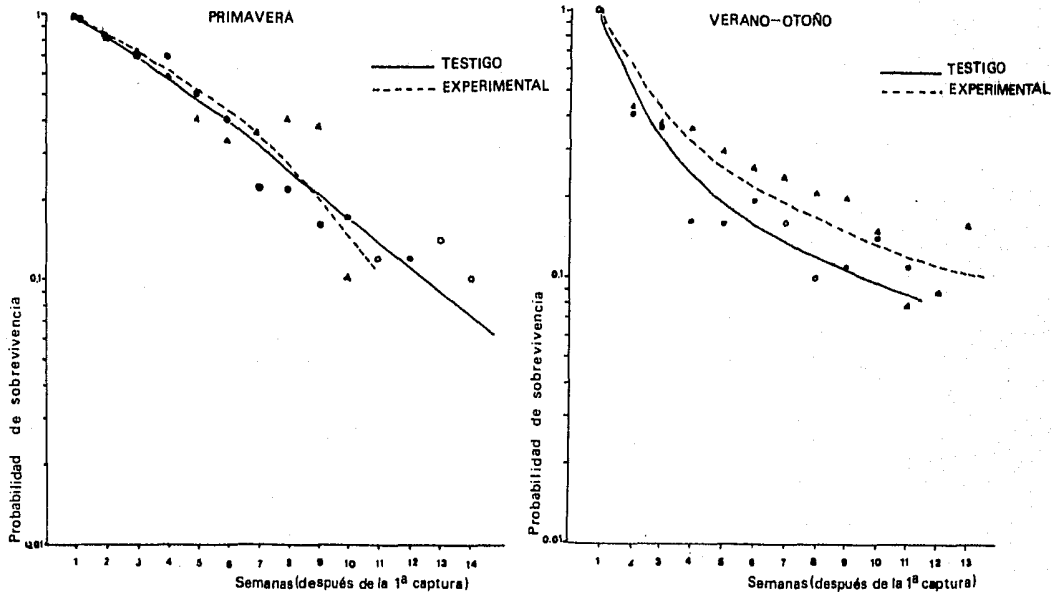
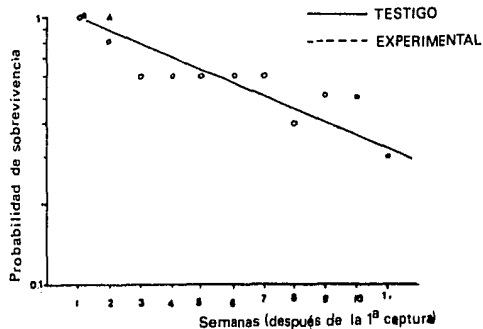


FIG.9 Curvas de sobrevivencia para Reithrodontomys megalotis obtenidas a partir de la probabilidad de recaptura de los individuos de las poblaciones testigo y experimental.

PRIMAVERA



VERANO—OTOÑO

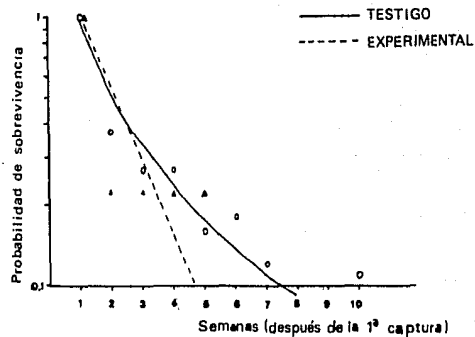


FIG.10 Curvas de sobrevivencia de *Microtus mexicanus* obtenidas a partir de la probabilidad de recaptura de los individuos de las poblaciones testigo y experimental.

BIBLIOGRAFIA

- BLUS, L.J., 1978. Short-tailed shrews: Toxicity and residue of DDT, Dieldrin and Endrin. ARCH. ENVIR. CONTAM. TOXICOL. 7 : 83-98
- BROWN, A.W.A. 1976. Ecology of Pesticides. JOHN WILEY AND SONS. New York.
- BUNIFER, D.L. and MITCHELL, R.A., 1978. Effects of diquat on amphibian embryo development. OHIO JOUR. SCI. 78 : 50-51
- CETENAL, 1976. Carta Edafológica. San Miguel Zinacantepec E-14-A-37 (fotografías marzo 1970). Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia.
- CETENAL, 1976. Carta del uso del suelo. San Miguel Zinacantepec E-14-A-37 (fotografías marzo 1970). Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia.
- CHERNOFF, N., KAULOCK, R.J., HANISCH, R.C., WHITEHOUSE, D.A., GRAY, J.A., GRAY, L.E. and SOVOCOL, G.W., 1979. Perinatal toxicity of endrin in rodents. I. Fetotoxic effects of prenatal exposure in hamsters. TOXICOL. 13 : 155-165
- CHRISTIAN, J.J., 1956. Analysis of mortality. en: Manual for analysis of rodent population. Ed. Davis, D.E. Edwards Brothers INC.
- CLARK, D.R. Jr, KUNZ, T.H. and KAISER, T.E., 1978a. Insecticides applied to a nursery colony of little brown bats (*Myotis lucifugus*): lethal concentrations in brain tissues. JOUR. MAMMAL. 59 : 84-91
- CLARK, D.R. Jr, LAVAL, R.K. and SWINEFORD, D.M., 1978b. Dieldrin-induced mortality in a endangered species the gray bat (*Myotis grisescens*). SCIENCE 199 : 1357-1359
- CLARKE, J.L., 1955. Influence of numbers on reproduction and survival in two experimental vole populations. PROC. SOC. LONDON SER. B 144 : 68-85

- CORDES, C.L. and HAYNE, D.W., 1976. Short-term toxicity of DDT to the laboratory mouse, *Mus musculus* and the wild wood mouse, *Peromyscus leucopus*. PROC. LOUISIANA ACAD. SCI. 39 : 54-58
- CORONA, V.M.C., 1980. Ecología de *Microtus m. mexicanus* (Saussure) en condiciones urbanas (Rodentia: Microtinae) Tesis. Fac. de Ciencias UNAM. México.
- DAVIS, D.E. and HALL O., 1948. The seasonal reproductive condition of male brown rats in Baltimore, Maryland. PHYSIOL. ZOOL. 21 : 272-282
- FAO/WHO, 1965. Evaluation of toxicology of pesticides residues in food. SER. INF. TEC. No. 630
- FAO/OMS, 1973. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Informe de la reunión conjunta FAO/OMS de 1972. Org. Mundial de la Salud. SER. INF. TEC. No. 525
- FAO/OMS, 1976. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Informe de la reunión conjunta FAO/OMS de 1974. Org. Mundial de la Salud. SER. INF. TEC. No. 574
- FERGIN, T.J. and SCHAFER, E.C., 1977. Toxicity of dieldrin to bobwhite quail in relation to sex and reproductive status. ARCH. ENV. CCNT. TOXICOL. 6 : 213-219
- FIRMAN, I.D., 1976. Pesticide Handbook. South Pacific Commission Noumea. New Caledonia.
- FLEET, R.R. and PLAPP, F.W., 1978. DDT residues in snake decline since DDT ban. BULL. ENVIRON. CONTAM. TOXICOL. 19 : 383-388
- GARCIA, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Inst. Geogr. México.
- GLEUSO, K.N., SCOTT ALTENBACH, J. and WILSON, D.E., 1976. Bat mortality pesticides poisoning and migratory stress. SCIENCE 194 : 184-186
- HAEGELE, M.A. and HUDSON, R.H., 1977. Reduction of courtship behavior induced by DDE in male ringed turtle doves. WILSON BULL. 89 : 593-601
- HALL, K. and NEWTON, W.H., 1946. The normal course of separation of the pubes in pregnant mice. JOUR. PHYSIOL. 104 : 346-352
- HAYES, W.R., 1965. Review of the metabolism of chlorinated hydrocarbon insecticides especially in mammals. ANNU. REV. PHARMACOL. 5 : 27-51

- HERMANUTZ, R.O, 1978. Endrin and malathion toxicity to flag fish (Jordaniella floridae). ARCH. ENV. CONT. TOXICOL. 7 : 159-168
- HILTON, F.K, 1956. Analysis of births. en: Manual for analysis of rodent populations. Ed. Davis, D.E. Edwards Brothers INC.
- HOWARD, W.E, 1960. Innate and environmental dispersal of individual vertebrates. AMER. MID. NAT. 63 : 152-161
- INSTITUTO CENTRO AMERICANO DE INVESTIGACIONES Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL, 1977. An environmental and economic study of the consequences of pesticide use in Central America cotton production. INST. CENTRO AMERICANO INV. TECN. IND. Guatemala.
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 1974. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of Chemicals to man. VOL. 5 . INTER. AGEN. RESCH. CANCER. Lyon, France.
- JAMESON, E.W. Jr, 1953. Reproduction of deer mice (Peromyscus maniculatus and P. boyleyi) in the Sierra Nevada, California. JOUR. MAMMAL. 34 : 44-58
- KALAJA, G.J. and HINTON, D.E, 1977. Effects of DDT on eggshell quality and calcium adenosine triphosphatase. JOUR. TOXICOL. ENVIRON. HEALTH. 3 : 699-704
- KELLER, B.L. and KREBS, C.J, 1970. Microtus population biology III. Reproductive changes in fluctuating populations of M. ochrogaster and M. pennsylvanicus in southern India 1965-67. ECOL. MONOGR. 40 : 263-294
- KRAUSE, W, 1977. Influence of DDT, DDVP and malathion on FSH, LH and Testosterone serum levels and testosterone concentration in testis. BULL. ENV. CONT. TOXICOL. 18 : 231-242
- KREBS, C.J, 1966. Demographic changes in fluctuating populations on Microtus californicus. ECOL. MONOGR. 36 : 239-273
- KRYLOVA, T.V., SHILOVA, S.A., KRILOV, D.G., DENISOVA, A.V. u SMIRNOV, A.A, 1975. Consequences of using the pesticides affecting the reproductive function of mammals. ZOOLOGICHESKY ZHURNAL 54 : 1874-1879
- LIDICKER, W.Z, 1962. Emigration as a possible mechanism permitting the regulation of population density below carrying capacity. AMER. NAT. 69 : 29-33

- McCLUSKEY, D.C., THOMAS, J.W. and MESLOW, E.C, 1977. Effects of aerial application of DDT on reproduction in house wrens and mountain and western bluebirds. USDA FOR. SER. RES. PAP. PNW 228
- MENDEZ-LOMBARDO, J, 1974. Composición específica y fluctuación del número de sifonápteros en una población local de Microtus m. mexicanus (Saussure). Tesis Doctoral. Fac. Ciencias UNAM. México.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1973. Organochlorine insecticides 1972. FAO specifications for pesticides. FAO, Rome, Italy.
- NEWTON, I. and BOGAN, J, 1978. The role of different organochlorine compounds in the breeding of british sparrowhawks. JOUR. APPL. ECOL. 15 : 105-116
- OMS, 1976. Residuos de los plaguicidas en los alimentos. SER. INF. TEC. No. 529
- OMS, 1978. Química y especificaciones de los plaguicidas. Segundo Informe del comité de expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial. SER. INF. TEC. No. 620
- OMS, 1979. Empleo inocuo de plaguicidas. Tercer Informe del comité de expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial. SER. INF. TEC. No. 634
- ORR, R.T, 1978. Biología de los vertebrados. Ed. Interamericana. México.
- PEAKALL, D.B, 1970. Pesticides and the reproduction of birds. SCI. AMER. 222 : 72-78
- POCKER, T.W., BEUG, W.M. and ARMABIDE, V.R, 1971. Carbonic anydase interaction with DDT, DDE and dieldrin. SCIENCE 174 : 1336-1338
- RABINOVICH, J.E, 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología A.C. CECSA, México.
- RATCLIFFE, D.A, 1967. Decrease in eggshell weight in certain birds prey. NATURE 215 : 208-210
- ROBEL, R.J., STALLING, C.D., WESTFAHL, M.E. and KADOUM, A.M, 1972. Effects of insecticides on populations of rodents in Kansas 1965-69. PEST. MONITOR. JOUR. 6 : 115-121

- ROWE, D.R., CANTER, L.W., SNYDES, P.J. and MANSON, J.W., 1971. Dieldrin and endrin concentrations in a Louisiana estuary. PEST. MONITOR. JOUR. 4 : 117-123
- SCHAEFER, M.B., 1951. Estimation of size of animal populations by marking experiments. Fishery Bull. 69 del Fishery Bull. of the Fish and Wildlife Service Vol 52. US DEP. OF THE INTERIOR FISH AND WILDLIFE SERVICE.
- SCHREIBER, R.W., 1977. Shell thickness in brown pelican eggs from Tampa Bay, Florida. FLA. FIELD NAT. 5 : 31-34
- STANLEY, C.W., BARNEY, J.E., HELTON, M.R. and YOBBS, A.R., 1971. Measurement of atmospheric levels of pesticides. ENVIRONM. SCI. TECHNOL. 5 : 430
- SULLIVAN, T.P., 1977. Demography and dispersal in island and mainland populations of deer mouse Peromyscus maniculatus. ECOLOGY 58 : 964-978
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1973. Water pollution prevention and control. Proposed list of toxic pollutants. US FEDERAL REGISTER, Vol 38 No. 129 Washington D.C. US, Government Printing Office.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1979. Suspended and cancelled pesticides. Second revision October 1979. OPA 159/9 Office of Public Awareness.
- VETORAZZI, G., 1979. International regulatory aspects for pesticides chemicals. Vol I. Toxicity profiles. CRC Press. INC. Boca Raton, Florida.
- WEBB, R.E. and HORSFALL, F., 1967. Endrin resistance in pine mice. SCIENCE 156 : 1762
- WEBB, R.E., HARTGROVE, R.W., RANDOLPH, W.C., PETRELLA, V.J. and HORSFALL, F., 1973. Toxicity studies in endrin-susceptible and resistant strains of pine mice. TOXIC. APPLIED. PHARMACOL. 25 : 42-47
- WHETSTONE, R.R., 1964. Chlorocarbons and chlorohydrocarbons: chlorinated derivatives cyclopenta-diene. IN: KIRK, R.E. and OTHMER, D.F. eds. Encyclopedic of Chemical Technology 2nd. ed. New York. John Wiley and Son Vol 5
- WHO, 1975. Evaluation of some pesticide residues in food. SER. INF. TEC. No. 4