

DINAMICA POBLACIONAL DE ROEDORES EN
TRES HABITAT DE ZONA III, ESCUELA
AGRICOLA PANAMERICANA, HONDURAS.

POR

Carlos Gerardo Larios Cardona

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	9480
FECHA:	30-10-95
ENCARGADO:	Del Cid

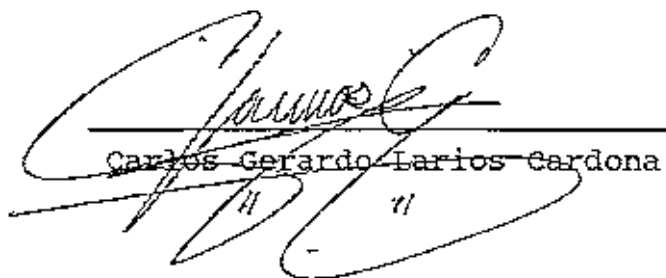
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
Agosto de 1995

DINÁMICA POBLACIONAL DE ROEDORES
EN TRES HÁBITAT DE ZONA III,
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA, HONDURAS.

Por

Carlos Gerardo Larios Cardona

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que se consideren necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



~~Carlos Gerardo Larios Cardona~~

Agosto de 1995.

DEDICATORIA

A todas las personas que siempre creyeron en mí.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios todo poderoso, por haberme ayudado a seguir hasta el final.

A mis padres y hermanos, por la paciencia, confianza y amor incondicional que siempre me brindaron.

A Blanca y todos mis amigos por su constante apoyo y ánimo.

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Lista de plantas en el hábitat de monte	41
Cuadro 2. Plantas comunes en el hábitat de laguna.	42
Cuadro 3. Hoja de registro utilizada en el campo.	45
Cuadro 4. Individuos capturados durante el estudio	59
Cuadro 5. Individuos detectados en más de un hábitat	63
Cuadro 6. Parámetros calculados para el método de Schnabel.	65
Cuadro 7. Parámetros calculados para el método Schumacher-Eschmeyer	65
Cuadro 8. Datos de captura-recaptura para los 8 muestreos	66
Cuadro 9. Parámetros estimados para la población de roedores, en los muestreos de zona III mediante el método de JS	67
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable población (Prueba de Kruskal-Wallis)	68
Cuadro 11. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de cultivo.	71
Cuadro 12. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de laguna	73
Cuadro 13. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de monte	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Diferencia entre los cráneos de los órdenes Lagomorpha vs. Rodentia.	8
Figura 2. Ciclo de vida de ratas y ratones	12
Figura 3. Mapa de zona III	37
Figura 4. Tipo de marcación utilizada.	44
Figura 5. Efecto de la precipitación en el número de capturas	60
Figura 6. Relación entre el número de hembras preñadas y la precipitación.	61
Figura 7. Peso promedio por sexo y por tipo de hábitat, muestreado	62
Figura 8. Comparación de densidad poblacional de roedores, estimada entre los tres hábitat muestreados en zona III.	70
Figura 9. Modelo regresión ajustado al hábitat de cultivo, de zona III	72
Figura 10. Modelo de regresión ajustado al hábitat de laguna	74
Figura 11. Modelo de regresión ajustado al hábitat de monte	76

RESUMEN

El objetivo primordial de este estudio fue el de medir cual era la variación en la población de los tres hábitat muestreados: área de cultivos, monte y laguna. El período de muestreo fue entre los meses de febrero y junio, coincidiendo con el comienzo de la época lluviosa, lo cual nos permitió identificar elevaciones en la población de roedores, debido al aumento de fuente de alimento y actividad reproductiva, ya que estos están relacionados con este período lluvioso.

Los muestreos se realizaron utilizando el método de captura y recaptura, en el cual se marcaron los animales y en posterior recaptura, se registró su movimiento y variación en peso. También se registró la especie y el sexo. Con los datos obtenidos se estimó la población por tres métodos, esta estimación se hizo para cada hábitat y para todos en general, existía variación entre métodos pero la tendencia era la misma; en lugares en donde había más disponibilidad de recursos y menos intervención del hombre, la población aumentó.

En el estudio se pudo determinar que la especie predominante en la región es Sigmodon hispidus, la cual constituyó el 90% del total de capturas.

Al finalizar el estudio se determinó que la población de roedores aumenta al entrar la época lluviosa. También los resultados mostraron que en la región los roedores son capaz de moverse al menos 393 m.

En caso de que la población de roedores llegue a un nivel en el cual cause pérdidas económicas, es necesario saber acerca de su biología y comportamiento, para realizar un control eficiente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
TITULO.	i
APROBACIÓN.	ii
DERECHOS DEL AUTOR.	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1 Biología general de los roedores	7
2.1.1 Biología de la reproducción.	10
2.1.1.1 Sistema reproductivo	10
2.1.1.2 Ciclo de vida.	12
2.1.1.3 Construcción de nidos.	14
2.1.1.4 Instinto o comportamiento maternal	15
2.1.1.5 Comportamiento agresivo.	17
2.1.1.6 Factores que afectan la reproducción	18
2.1.1.7 Dinámica poblacional	19
2.1.1.8 Hábitos alimenticios	21
2.1.2 Conocimiento del ambiente.	24
2.1.2.1 El tacto	24
2.1.2.2 El gusto	26
2.1.2.3 La vista	26
2.1.2.4 El olfato.	27
2.1.2.5 El oído y la producción de sonidos	28
2.2 Clasificación taxonómica	29
2.2.1 Distribución y hábitat de especies de importancia	31
2.2.1.1 Rata algodonera (<u>Sigmodon hispidus</u>).	31
2.2.1.2 Ratón doméstico (<u>Mus musculus</u>)	33
2.2.1.3 Ratón cosechador (<u>Reithrodontomys</u> sp).	34

III. MATERIALES Y MÉTODOS.	36
3.1 Zona de estudio.	36
3.2 Diseño del muestreo.	36
3.3 Descripción de los tres hábitat.	39
3.3.1 Cultivos	39
3.3.2 Monte.	40
3.3.3 Laguna	42
3.4 Trampas.	43
3.5 Cebos.	43
3.6 Manipulación de los ratones.	44
3.7 Análisis de datos.	46
3.7.1 Estimación del tamaño de la población.	46
3.7.1.1 Método de Schnabel	48
3.7.1.2 Método de Schumacher-Eschmeyer	49
3.7.1.2.1 Intervalos de confianza.	51
3.7.1.3 Método de Jolly-Seber.	52
3.7.1.3.1 Supuestos del método de Jolly-Seber.	56
3.7.2 Determinación de diferencia entre las poblaciones de los distintos hábitat	57
3.7.3 Determinación del mejor modelo de regresión.	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1 Composición de la población capturada y su relación con la precipitación (ppt)	59
4.2 Variación en el peso de los individuos	62
4.3 Movimiento	63
4.4 Estimación de densidades	64
4.5 Comparación de las poblaciones de los tres hábitat.	68
4.6 Variación de las poblaciones	71
4.6.1 Variación en la población de cultivos.	71
4.6.2 Variación en la población de la laguna	73
4.6.3 Variación en la población de monte	75
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	77
VI. BIBLIOGRAFÍA	80

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen aproximadamente 5.000 especies de mamíferos identificadas, de ellas cerca de 2.000 (40%) son roedores (Orden Rodentia). Los roedores son los mamíferos más abundantes, tanto en número de especies existentes, como en número absoluto (Meehan, 1984).

El nombre del orden es derivado del verbo latino *rodere*, que significa roer. De 35 familias pertenecientes al orden Rodentia, 19 se encuentran en América Latina (FAO, 1993), doce de estas familias y 300 géneros se conocen solamente por medio de fósiles. Su única característica en común es la posesión de dos incisivos, en la mandíbula superior y en la inferior, los que son utilizados para roer.

El orden Rodentia es el grupo de mamíferos más variado en lo que se refiere a forma corporal, funciones y diversidad de nichos ecológicos que ocupan. En cuanto al tamaño del cuerpo, los roedores presentan un amplio rango de variaciones, desde los capibaras o carpinchos (*Hydrochaerus hydrochaeris*), que pueden llegar a pesar 50 kg, hasta el ratón enano de Africa (*Mus minutoides*), que es uno de los mamíferos más pequeños del mundo (FAO, 1984).

se advierte una especialización extrema en algunas especies como las ardillas voladoras, que son capaces de

planear grandes distancias, valiéndose de un amplio pliegue que tienen entre las patas posteriores y las anteriores. El Heterocephalus sp, ratón topo que lleva una vida enteramente subterránea y es prácticamente ciego sordo y pelado. Otros grados sorprendentes de especialización se observan en diversas especies semi-acuáticas, como el castor y la nutria, que tienen las patas posteriores palmeadas y presentan otras adaptaciones a la vida en el agua. Otro ejemplo de la gran adaptabilidad se encuentra en los jerbos bípedos del desierto y en las singulares púas protectora del puerco espín. Es por esto que los roedores tienen una gran capacidad de adaptación (FAO, 1984).

sin embargo, cuando la gente oye hablar de roedores en lo primero que piensan es en las ratas y ratones domésticos, que son los que se conocen como roedores comensales. En términos estrictos, la palabra "comensal" hace referencia a los hábitos de los roedores y no su categoría taxonómica.

En sentido biológico, los animales comensales, son aquellos que viven como inquilinos del hombre y comparten sus alimentos. Con respecto a roedores, el término se limita generalmente a tres especies, la rata gris (Rattus norvegicus), la rata de los tejados (Rattus rattus) y el ratón doméstico (Mus musculus). También se les puede describir como "cosmopolitas", debido a que su distribución es más o menos mundial. Al dispersarse desde su hábitat de

origen, han acompañado al hombre a lo largo de sus vías de comercialización y de migración a todas las regiones del planeta (FAO, 1984).

Las tres especies comensales reconocidas, también pueden vivir alejadas de los seres humanos, ya sea en tierras de cultivo o en barbechos.

Las causas que determinan su comportamiento se desconocen, aún por lo que se requieren de más estudios de las diferentes especies. Algunos factores que determinan la incidencia permanente de las poblaciones de roedores, son las condiciones climáticas adecuadas, la vegetación y la disponibilidad de alimento (FAO, 1984).

Las especies de roedores cosmopolitas debido a su gran agresividad y a su potencial reproductivo, pueden desplazar a especies nativas, incrementando los daños a los cultivos en pie y a los productos cosechados. También son transmisoras de enfermedades al hombre y a los animales domésticos (Drummond, 1971).

Los roedores, principalmente ratas y ratones, son animales de mucha importancia para el hombre, han contribuido a su bienestar de varias maneras; por ejemplo, son importantes en la dieta del ser humano en diferentes lugares del mundo, como por ejemplo en la India, y en los laboratorios de investigación han contribuido más que cualquier otro animal al desarrollo de medicinas para

enfermedades y en la determinación de la DL-50, en el caso de productos químicos (plaguicidas).

Hay que tener presente que los roedores silvestres deben ser considerados componentes valiosos de la fauna terrestre, pues viven en equilibrio con su hábitat en grandes extensiones de bosque, pastizales y desiertos de todo el globo, alimentándose sobre todo de plantas silvestres, semillas e insectos y proporcionando a su vez el alimento básico a muchas especies rapaces y pequeños depredadores (Ebeling, 1975).

No es sorprendente que en un grupo tan variado, ciertas especies estén particularmente adaptadas a medrar en el ambiente que proporcionan los establecimientos humanos y áreas agrícolas, por lo que han sido denominadas plagas, ya que muchas veces alcanzan niveles poblacionales suficientes para causar pérdidas económicas. Es por esto que hasta ahora sus contribuciones se han considerado pocas comparadas con los daños y problemas que ocasionan (Mc Clearn, 1960).

Estos animales han sido un flagelo para el hombre durante miles de años. Por sus hábitos de roer rompen cables eléctricos, facilitando los cortos circuitos que pueden ocasionar incendios y consecuentemente pérdidas de edificios, equipos y productos almacenados; matan aves de corral y otros animales domésticos; destruyen o contaminan alimentos, tanto en el campo como en las bodegas. Los

roedores, especialmente las ratas, están implicados en la transmisión de por lo menos 35 enfermedades que afectan al hombre y sus animales domésticos, incluyendo leptospirosis, triquinosis, salmonelosis y peste bubónica. En general las enfermedades transmitidas por roedores han causado más muertes y sufrimiento para el hombre que todas las guerras y revoluciones en la historia del mundo (Weber, 1982).

Aunque los daños causados en la EAP por roedores son evidentes tanto en bodegas, granos almacenados y en cultivos en pie, se conoce muy poco sobre la magnitud o el valor de las pérdidas atribuidas a estas plagas, ya que solamente existen estudios de evaluación de daño, realizados en el cultivo de camote (Ipomoea batatas) (Moncada, 1994).

Este trabajo busca ampliar el conocimiento de las especies que predominan en el área centroamericana, para poner en práctica una metodología de control, tomando como base el conocimiento de su distribución, movimiento, comportamiento y densidad, de estos individuos en la zona. Otro propósito de este trabajo es estimular esfuerzos para el estudio de las especies de roedores, ya que la información existente es muy escasa.

El objetivo general es:

1. Aplicar conocimientos de la población que habita en la EAP y probar métodos para la estimación de la densidad poblacional.

Los objetivos específicos del estudio son:

1. Estimar la densidad poblacional y determinar las diferencias en la población de roedores en, los diferentes tipos de hábitat a muestrear en los campos de producción de hortalizas de la zona III en la EAP.
2. Describir la tendencia del movimiento de los roedores, en los diferentes hábitat que se encuentran en la zona.
3. Definir tamaños de muestra adecuados para el seguimiento de la población.

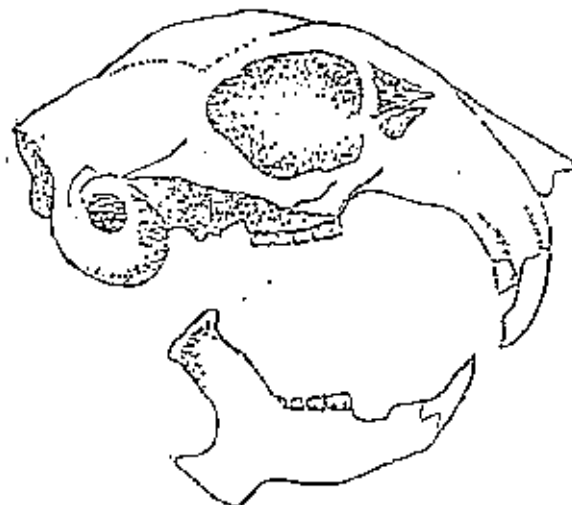
II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Biología general de los roedores

Los roedores tienen amplia diversidad de especies, debido a gran variedad de ambientes y cultivos que frecuentan.

Estos se diferencian de otros mamíferos por la forma y ubicación de sus dientes, tienen solamente un par de incisivos en cada mandíbula, separados de los molares por un espacio vacío (diastema). La única disposición dental similar se encuentra en miembros del Orden Lagomorpha (conejos y liebres), pero estos tienen dos incisivos adicionales en la mandíbula superior (FAO, 1984) (Figura 1).

Cráneo típico de conejo y liebres



Cráneo típico de roedores

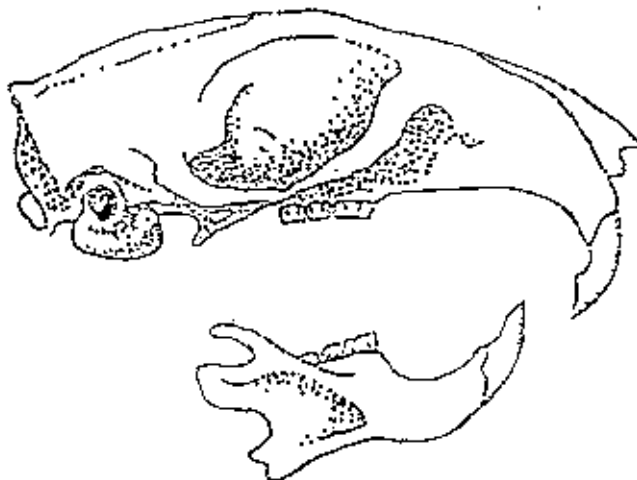


Figura 1. Diferencia entre los cráneos de los órdenes Lagomorpha vs. Rodentia.

Fuente: FAO 1984.

El tamaño de la población puede variar debido a la reproducción, mortalidad y migración, los factores limitantes para el crecimiento de las poblaciones son comida, refugio, enfermedades, competencia y predación, nacen más roedores de los que en realidad pueden sobrevivir.

En general los roedores son omnívoros y se adaptan a cualquier tipo de alimento, aunque cada especie tiene sus propias preferencias. Algunos tienen predilección por los desperdicios del hombre, otros se inclinan más por los materiales vegetales, si estos están disponibles. Frutas, cereales, vegetales, pescado, carne y otros alimentos son utilizados según las condiciones donde se encuentren. Los ratones tienen una especial preferencia por los cereales. La necesidad por agua varía entre especies pero la mayoría de roedores toman agua si esta disponible. A veces la dieta les proporciona agua suficiente para vivir (FAO, 1984).

Las ratas y ratones no tienen buena vista y no distinguen colores. Los sentidos más desarrollados son el tacto, el oído y el olfato. Aparentemente, el olfato les sirve para determinar la presencia de otras ratas y para localizar alimentos preferidos. El tacto es el sentido utilizado para orientarse con la ayuda de pelos del cuerpo y bigotes largos y sensibles. El oído es muy sensible y lo utilizan para percibir el peligro; sin

embargo, se adaptan rápidamente a un determinado ruido constante, por ejemplo de maquinarias (FAO, 1984).

2.1.1 Biología de la reproducción

2.1.1.1 Sistema reproductivo

El sistema reproductivo de la mayoría de los mamíferos es similar y el de las ratas y ratones es típico de este grupo de animales.

Machos

Los más importantes y obvios órganos reproductivos del macho son los testículos y el pene. Asociado a estos órganos existen algunas glándulas accesorias, como ser las vesículas seminales y la uretra. En los individuos sexualmente maduros, los testículos están localizados en el exterior del cuerpo, en el saco escrotal, pero cuando no hay actividad sexual o cuando son sexualmente inmaduros los testículos están dentro del cuerpo (Meehan, 1984).

Hembras

El órgano reproductivo de la hembra es el típico de la mayoría de hembras de los mamíferos. Externamente es posible determinar si una hembra ha tenido actividad sexual mediante la observación del órgano reproductor, tratando de separar los labios vaginales y ver si la vagina ha sido perforada¹.

¹ Comunicación personal con Ing. S. Chalukian.

El ciclo estral:

La ovulación ocurre sólo en ciertos períodos, de acuerdo a la condición de los ovarios. En ratas y ratones el ciclo toma de 4 a 6 días (muy corto comparado con 28 días que le toma al ser humano), básicamente se da en cuatro etapas: el proestro que dura de 12 a 15 horas y es cuando el folículo se desarrolla rápidamente; el estro es similar en la mayoría de los mamíferos y dura 12 horas, es período en el que la hembra es sexualmente receptiva al macho y es el único momento cuando hay apareo; el metaestro que dura de 10 a 15 horas, es la etapa de cambio degenerativo, los cuerpos lúteos se forman en el ovario y los folículos más jóvenes se atrofian; el diestro, que es el período más largo, dura cerca de 60 horas, es un período de regeneración donde los folículos comienzan a madurar para el próximo estro. El número de crías que nacen depende del número de folículos maduros capaces de producir óvulos (Bronson et al., 1966).

1.1.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida de los roedores es relativamente corto, de 1 a 2 años. Se reproducen a los dos o cuatro meses de edad y probablemente continúan haciéndolo hasta aproximadamente los 18 meses. El número de crías depende de la especie y varía según las condiciones climáticas y alimenticias del lugar. En la Figura 2 se presenta el ciclo de vida general de las ratas y ratones.

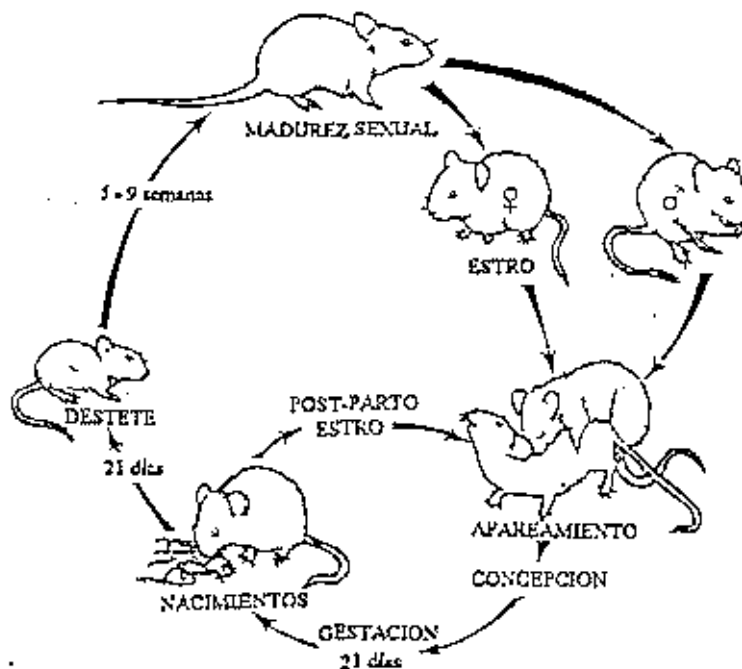


Figura 2. Ciclo de vida de ratas y ratones.

Fuente: MEEHAN 1984.

La hembra tiene su estro y el macho es atraído por medio del olfato, dando inicio al cortejo, luego ocurre el apareo. Bajo condiciones normales el período de gestación de la hembra dura de 20 a 23 días. Las crías nacen ciegas, sin pelo y con el oído externo cerrado. Después de 7 a 10 días las crías están cubiertas completamente de pelo y sus ojos ya están abiertos, pero en esta etapa todavía dependen de la leche que les proporciona su madre. Son destetados a la edad de 20 días como mínimo, pero sí las condiciones son favorables (abundante comida y buenos refugios), las crías se pueden quedar con su madre por más tiempo. Las ratas y ratones continúan creciendo aún después de haber alcanzado su madurez sexual (Meehan, 1984).

Estro post-parto:

La mayoría de las especies mamíferas tienen que esperar hasta que sus crías sean destetadas para poder entrar en celo nuevamente, en cambio las ratas/ratones pueden entrar en celo inmediatamente después de haber parido; lo que ocurre cuando las condiciones ambientales son favorables, ya que el implante del huevo fertilizado puede ser retrasado de 2 a 5 días cuando las condiciones son desfavorables, aumentando así el período de gestación. Sin embargo, para propósitos prácticos, se asume las crías de los roedores deberían de nacer cada 24 a 28 días en condiciones ideales. Esto podría ayudar a controlar los

roedores como plaga, pero en condiciones silvestres, no se sabe exactamente con que frecuencia se da esta situación (Barnett et al., 1975).

2.1.1.3 Construcción de nidos

Una de las principales funciones de los roedores adultos es la construcción de nidos para el nacimiento de las crías. De hecho, es esencial la seguridad absoluta de la camada, para evitar alto índice de mortalidad. Si la hembra es incapaz de proveer a la camada de un nido satisfactorio, la muerte de las crías será inevitable.

El nido cumple con tres funciones principales:

- a. Es un lugar de descanso
- b. Sirve de refugio contra los predadores
- c. Es un lugar para proteger a las crías.

También funciona como el almacén de sus alimentos y como el sitio donde pueden controlar la temperatura a su conveniencia. Por ejemplo, cuando afuera la temperatura es de -3°C , dentro del nido se encontrará a 17°C , o con temperaturas exteriores de 21°C dentro del nido estará a 26°C (Barnett et al., 1975). En general cuanto más fría sea la temperatura, más elaborado será el nido de los ratones (Wolfe y Barnett, 1977).

Extrañamente se ha observado una tendencia mayor a anidar en la edad de 30 y 40 días y nuevamente entre los 73 y 90 días, aunque hay una diferencia significativa entre

las dos edades, en cuanto al material utilizado para construir los nidos (Batchelder et al., 1982).

Las ratas jóvenes (20 días) también pueden construir nidos complejos. Los ratones usan más material cuando la temperatura es más fría, mientras que las ratas siempre hacen nidos elaborados aunque la temperatura sea alta.

Las ratas y ratones usan el material que tengan más a la disposición para construir sus nidos, incluyendo papel, virutas de madera y material textil ya sea natural o sintético, y en estado silvestre se valen principalmente de material vegetal seco. Tanto los machos como las hembras construyen nidos, pero la complejidad de los nidos de las hembras preñadas es mayor (Kinder, 1927).

2.1.1.4 Instinto o comportamiento maternal

La mayoría de los trabajos publicados acerca del comportamiento de la hembra y el macho como padres de sus crías se han enfocado más sobre el comportamiento de la hembra, esto puede ser debido a que el macho juega un papel muy pequeño en la crianza y en algunos casos mata a las crías recién nacidas (Csermely, 1981). Los excrementos de los ratones que han comido excrementos de las hembras lactantes, son atractivos para las crías y esto puede mantener la camada unida (Brown, 1983).

Al momento de nacer las crías, la hembra las lame, con el propósito de eliminar cualquier tipo de membrana que puedan tener adherida, también se encarga de cortar el cordón umbilical y se come la placenta. Una de las primeras acciones que realiza la madre al momento de la salida de las crías es lamerle la zona ano-genital, las crías que no reciben este tratamiento mueren rápidamente por causa desconocida (Rosenblatt, 1970).

La presencia de cualquier cría estimula a la madre para colocarse en una posición adecuada para que las crías puedan mamar fácilmente. Las crías más viejas continúan mamando aún en presencia de una nueva camada. Si el proceso de amamantamiento se detiene por cualquier razón, la leche que queda en la madre se seca rápidamente. Solamente las glándulas mamarias que son activamente usadas por las crías, se mantienen funcionales. En pequeñas camadas las glándulas mamarias anteriores son las preferidas por las crías y las posteriores, después de un tiempo, se secan (Gilbert, 1983).

Si una cría se pierde o cae del nido, la madre la encuentra por medio de la percepción o el uso de estímulos visuales, auditivos, químicos y por medio del tacto (Chantry y Jenkins, 1982). El tamaño y peso de la cría afecta la facilidad con la cual la madre puede devolverla al nido.

Si un nido es afectado por cualquier factor o causa externa, la madre mueve todas las crías hacia otro nido que se encuentre localizado en un área más segura. Las madres desnutridas, son mucho menos eficientes que las bien alimentadas; una consecuencia del parto es la disminución de peso de la madre (Smart y Preece, 1973).

2.1.1.5 Comportamiento agresivo

Los machos pelean por estar con una hembra en celo, el más fuerte y vigoroso es el que la llega a copular (Thor y Carr, 1979). La hembra puede copular con cualquier macho, pero al parecer existe ventaja en ser el primero, ya que es el que la copula más frecuentemente y por lo tanto tiene mayor probabilidad de ser el padre de la progenie (Dewsbury y Hartung, 1980).

El macho dominante normalmente tiene su harem de hembras y pelea constantemente con otros machos para tenerlos alejados, sin embargo ocurren extremas diferencias en el grado de agresión. Tal parece que los niveles de la hormona del macho, la testosterona, influencia el grado de agresividad del individuo. Así mismo hembras de comportamiento tranquilo pueden transformarse en agresivas con la administración de testosterona (Simon y Gandelman, 1978).

2.1.1.6 Factores que afectan la reproducción

Diferentes situaciones afectan la capacidad reproductiva de los individuos, pero el factor más importante es la nutrición. Hay muchos ejemplos de esto, a continuación se mencionan los siguientes:

1. El implante de ovarios fertilizados previene los períodos de escasez de comida (Bruce, 1963).
2. Si el consumo de comida se reduce en un 35%, la capacidad reproductiva se disminuye significativamente. El peso del ovario y del cuerpo también se reducen (Rattner et al., 1978).
3. Hay probablemente un límite de embriones que pueden ser concebidos, pero entre más capacidad tenga la madre en criar a su progenie, más probabilidad de sobrevivir tiene la cría (Lüning et al., 1966).
4. El doble de hembras pueden ser preñadas si se alimentan de plantas que tienen ácido giberélico; este se presenta más en las plantas durante la germinación y crecimiento (Olsen, 1981).

Como antes se mencionó, la temperatura puede afectar el número final de individuos, pero también influye en la capacidad reproductiva de cada individuo, de hecho algunos estudios muestran que con abundante comida y suficientes refugios, la temperatura es el factor que mayor influencia

tiene en el potencial reproductivo de los individuos (Pelikan, 1983). La época cálida es el período favorable para la reproducción de los roedores, sin embargo algunas especies también se reproducen en climas fríos (hasta -10°C). Los ratones son tolerantes a temperaturas extremas. Algunos estudios han mostrado que individuos de la misma área geográfica continúan reproduciéndose en temperaturas que van desde -6°C hasta 34°C (Bronson y Pryor, 1983).

En las poblaciones de ratas silvestres, la capacidad reproductiva se incrementa durante la época cálida o lluviosa. La altitud afecta negativamente el índice de reproducción en las ratas, pero se presume que esto tiene que ver con la escasez de oxígeno, con la presión y/c la temperatura (Donayre, 1969).

2.1.1.7 Dinámica poblacional

Son varios los factores que afectan la dinámica de cualquier población animal, estos incluyen:

1. Condiciones ambientales de la localidad (disponibilidad de comida, variaciones del hábitat y del clima).
2. El grado de depredación de los enemigos naturales.
3. Competencia inter e intraespecífica por comida y refugio.

4. La tasa de nacimiento (esta depende de el número de animales capaces de reproducirse).

5. La tasa de inmigración y emigración.

La combinación de todos estos factores es que en realidad afectan el número de individuos de la población; número que puede variar considerablemente en la misma localidad.

Factores ambientales. El clima es el factor que tiene mayor influencia en el crecimiento y disminución de la población. Algunas poblaciones solamente se aparean durante la época cálida, mientras que otras lo hacen durante todo el año. En términos generales, entre más suave es el invierno, más grande es el tamaño de la población en el verano, ya que menos animales mueren debido al frío y también ocurren algunos apareos en inviernos suaves (Pearson, 1963). Estas condiciones son favorables para que los roedores se conviertan en plagas "ocasionales", sin embargo este fenómeno todavía no se entiende muy bien. A diferencia de los climas fríos en climas áridos, en donde la declinación en la población se da cuando el ambiente es demasiado caliente y se eleva cuando las lluvias comienzan (Newsome, 1969).

Australia es un país en donde los ratones, considerados ya una plaga, aparecen a intervalos irregulares, pero extrañamente la mayoría de la población disminuye sin razón aparente (DeLong, 1967).

La falta de conocimiento de cómo afectan los factores ambientales al nivel de la población, conlleva a utilizar irracionalmente los métodos de control que existen, tanto en la agricultura como a nivel urbano.

Competencia. Cuando la población de una especie declina por cualquier razón, otra especie puede entrar a ocupar el nicho que ha dejado la especie faltante: por ejemplo, cuando las ratas negras son eliminadas o reducidas, las ratas cafés pueden tomar su lugar (Christian, 1978).

2.1.1.8 Hábitos alimenticios

Conocer los hábitos alimenticios de los roedores es de gran interés práctico, ya que podemos saber cuáles son los productos que pueden dañar y también es una herramienta en los procedimientos de combate que emplean cebos.

La mayoría de las especies de roedores son omnívoras, es decir que pueden subsistir con diferentes tipos de alimentos, entre ellos semillas, granos de cereales, frutas, partes vegetativas de las plantas y alimentos de origen animal. En comparación con otras especies, el ratón doméstico es más dependiente de la disponibilidad de alimentos energéticos, tales como semillas, granos de cereales e insectos, puede ser que esta dependencia sea el principal factor por el cual no sea considerado de importancia como plaga en el campo (FAO, 1984). Otras

especies también prefieren una alimentación rica en energía, basada en granos de cereales, pero poseen una mayor adaptabilidad alimentaria y son capaces de consumir cantidades considerables de vegetales verdes complementados con insectos, gusanos, pequeños moluscos y crustáceos, cuando hay escasez de otros alimentos. La rata de los tejados muestra una evidente predilección por las frutas, en cambio existen especies que escarban en busca de tubérculos, rizomas y raíces alimenticias, o arrancan la corteza de plantas leñosas para alimentarse del cambium (FAO, 1984).

La mayoría de especies beben agua si la hay. Una de las especies menos dependientes de agua es el ratón doméstico, que puede sobrevivir e incluso reproducirse en condiciones desérticas, utilizando la humedad contenida en las semillas y en los insectos de los cuales se alimenta. Las otras especies también tienen la habilidad de subsistir si no disponen de agua para beber, siempre que puedan comer alimentos suculentos, aunque la rata gris en particular es propensa a perecer por causa de la escasez de agua (FAO, 1984).

El conocimiento adquirido sobre la alimentación de los roedores, se basa sobre todo en observaciones de laboratorio. Cuando se les presentan simultáneamente varios alimentos distintos a ratas enjauladas, éstas tienden a examinarlos sistemáticamente olfateando y probando

cantidades muy pequeñas de cada uno antes de establecer una preferencia por uno o más de ellos. Este comportamiento investigador o exploratorio, aparentemente permite a la rata determinar las cualidades nutricionales de los diferentes alimentos durante un cierto tiempo. Se conocen casos en que se ha visto a la rata seleccionar mediante indicadores del sabor, alimentos que contenían ingredientes específicos que faltaban en su comida, tales como una vitamina, un mineral o un aminoácido (Barnett et al., 1975).

Este comportamiento investigador puede permitir a la rata descubrir un ingrediente tóxico en la comida antes de sufrir un grave daño. Aparte de la calidad nutricional, en la preferencia alimentaria se incluyen otros factores, entre ellos; la palatabilidad, el contenido de humedad, el tamaño de la partícula y la localización. Los diferentes individuos y las diferentes poblaciones pueden mostrar preferencias diversas (Anon, 1975).

En condiciones naturales el ratón doméstico suele comer poco e intermitentemente, y toma pequeñas cantidades de alimentos de distintos sitios. Después de cierta precaución inicial, utiliza con relativa rapidez los alimentos nuevos y con igual rapidez pierde el interés por ellos. La mayoría de las especies de ratones son capaces de reaccionar ante un objeto nuevo, por ejemplo: la presencia

de un nuevo alimento o un cebo puesto en su medio ambiente; en el ratón doméstico esta reacción es muy pasajera (FAO, 1984).

2.1.2 Conocimiento del ambiente

Para el estudio y control de las ratas y ratones, es necesario tener un conocimiento básico de su reacción a ciertos estímulos en el medio ambiente. A continuación se considerarán los cinco sentidos que estos individuos ocupan para tener un conocimiento del medio ambiente en el cual se desarrollan (tacto, gusto, olfato, vista y oído).

2.1.2.1 El tacto

El tacto es uno de los sentidos más importantes que poseen las ratas y ratones (Zoladek y Roberts, 1978). Son criaturas nocturnas y tienden a moverse hacia lugares oscuros, orientándose por el tacto y no la vista.

El bigote es el órgano más importante que poseen los ratones para el sentido de tacto, la remoción de estos órganos ya sea por peleas con otros individuos o por otras causas, disminuye la sensibilidad del sentido del tacto (Tailor y Waite, 1978). Cuando los ratones se encuentran agrupados, los que poseen los bigotes intactos son los más dominantes y los que tienen los bigotes dañados son los subordinados. Los pelos táctiles también se encuentran en la piel de todo su cuerpo.

No hay duda de que los roedores comensales prefieren moverse rozando los objetos, debido a que se sienten más seguros si la predación sólo viene de una dirección. Después de un período de aprendizaje acerca de los detalles del medio que los rodea, el correr se vuelve una costumbre para ellos. Esto normalmente es usado para definir bien los rastros e identificar los caminos de salida. Esta clase de comportamiento es llamada *thigmotaxis*, que significa "movimiento orientado por estímulos táctiles" (Crozier, 1928).

Relacionado con el sentido del tacto se encuentra el comportamiento conocido como *kinaesthesia* o "sentido del músculo". Es parte de la habilidad del animal aprender todas las partes de su medio a través del contacto con el cuerpo.

Este es un comportamiento involuntario, ya que es realizado por el subconsciente del animal, cuando practica movimientos musculares muy complejos. El patrón de movimiento es tan fuerte, que si una rata o ratón se mueve alrededor de un obstáculo el cual es posteriormente removido, esta continuará moviéndose de la misma manera, como si el patrón u objeto todavía estuviera en el mismo sitio. Por el contrario si un obstáculo es colocado en un sitio por donde normalmente pasa el animal, es muy probable que este choque contra él. Es por eso que para un trampeo correcto no sólo es necesario que el cebo sea

suficientemente atractivo, sino que también la trampa debe colocarse en los sitios que recorren (Meehan, 1984).

2.1.2.2 El gusto

Aún cuando muchos estudios se han concentrado en la clase de comida que es agradable al paladar de los roedores, muy pocos trabajos se han realizado tomando la palatabilidad como una mezcla o combinación de estímulos visuales, de olfato y del gusto. Es por eso que las pruebas de palatabilidad no necesariamente miden solo el sabor.

Hay dudas en la respuesta de los roedores a los mismos sabores básicos que el humano (dulce, ácido, amargo y salado). El grado de tolerancia a los sabores generalmente es diferente al de los humanos, sin embargo para la sacarosa es similar (Richter y Clisby, 1941).

2.1.2.3 La vista

La vista no juega un papel tan importante en la vida de los roedores, aunque los ojos estén especializados en la visión nocturna. Sin embargo tienen una excelente sensibilidad a la luz, pero poca agudeza a la misma, ya que las ratas y ratones son incapaces de percibir colores. El amarillo y el verde parece que son más atractivos a su vista que una fuerte luz gris.

Los ratones son mucho más activos bajo una influencia de una luz roja, que bajo una luz blanca o gris.

Su habilidad para reconocer formas y movimientos es relativamente buena. Se dice que los ratones son capaces de reconocer objetos a una distancia de 15 m y al mismo tiempo obviar hoyos (Mc Clearn, 1960).

2.1.2.4 El olfato

El sentido del olfato es tan importante tanto para ratas como para ratones. Se ha demostrado en estudios realizados, que el sentido del olfato de las hembras depende del estado reproductivo en que se encuentren (Schmidt, 1978).

La mayoría de las hormonas que tienen influencia sobre la actividad reproductiva, son producidas en la orina de los machos, esta misma incita a las hembras a que entren en su primer celo.

Las ratas y los ratones también reaccionan al percibir el olor de otros animales y son capaces de discriminar individuos de la misma especie. Existe evidencia de que los ratones son capaces de discriminar crías de otra camada, solamente por el uso del olfato. Las hembras son capaces hasta de saber cuál es el sexo de sus crías solamente con olerlas (Moore, 1981).

El olor de la orina también afecta el comportamiento agresivo de los roedores. Los ratones machos atacan a otros

ratones intrusos que violan el área de su territorio, e intentan aparearse con las hembras. Se ha notado que al frotar un macho con el orín de una hembra, se detiene la agresión por parte los demás machos, ya que al parecer es el orín de la hembra el que tiene la feromona inhibidora de la agresión. Por el contrario, si una hembra es frotada con el orín de un macho, esto incita a los demás machos para que la ataquen y no intentan copularla.

El efecto que causa en los roedores el olor de otros animales también es muy interesante. Es impresionante como ratas y ratones se quedan paralizados al sentir el olor del gato, aunque no hay reacción alguna cuando el gato es visto. El orín de caballos, cerdos y vacas es atractivo para los roedores (Taylor et al., 1974).

2.1.2.5 El oído y la producción de sonidos

Hasta los años 60 era poco lo que se conocía del sentido del oído y la producción de sonidos de los roedores. Sin embargo se sabe que poseen un buen sentido del oído, el cual se extiende en un rango ultrasónico, ya que pueden oír más allá de lo que es capaz de oír el hombre, que es generalmente cerca de 20 khz, mientras que los roedores logran percibir sonidos alrededor de los 100 khz.

Los roedores recién nacidos también emiten ultrasonidos, y se pueden captar más cuando ocurren cambios

en el medio ambiente. Posiblemente estos sonidos son producidos para atraer la atención de las madres. Los ultrasonidos de los roedores pueden ser útiles para su localización ecológica (localización dentro de un hábitat), de la misma manera que lo usan los murciélagos para esquivar objetos en la oscuridad (Ishii et al., 1965).

2.2 Clasificación taxonómica

La identificación de las especies plagas es importante tanto para poder estudiarlas como para la aplicación de cualquier programa de lucha contra ellas. Las diferentes especies varían en su ecología y comportamiento, en el tipo de daño que ocasionan y en su respuesta a las medidas que se emplean para combatirlas.

En las áreas agrícolas la identificación es más difícil, ya que puede haber un gran número de especies en un área dada y todas ellas tienen un aspecto más o menos parecido al de la rata.

La clasificación taxonómica está basada en características de el cráneo, tales como la longitud del diastema, forma del cráneo, hueso frontal, canal infraorbital y foramen magnum. También se incluyen características como el color y textura del pelaje, número de dedos de las patas, largo de la cola, tamaño y peso del cuerpo, forma y tamaño del excremento, distribución geográfica y otros (Caballero, s.f.).

La clasificación sistemática de las especies de ratas y ratones de mayor importancia, además de su respectivas familias se detallan a continuación:

PHYLUM: Chordata

CLASE: Mammalia

ORDEN: Rodentia

FAMILIAS: Muridae

- Rattus rattus *
- Rattus norvegicus
- Mus musculus *

Cricetidae

- Sigmodon hispidus *
- Oryzomys sp *
- Peromyscus sp

Heteromyidae

- Liomys sp *

* Reportados como plagas más importantes según estudios realizados en Centro América.

2.2.1 Distribución y hábitat de especies de importancia

A continuación se da una descripción general del aspecto, hábitos alimenticios y comportamientos generales de las especies encontradas en este estudio.

2.2.1.1 Rata algodонера (Sigmodon hispidus)

La "rata algodонера", "rata de la caña" o "rata del arroz" es un roedor de tamaño mediano, cuyo pelaje es de color grisáceo con tonos rojizos, es áspero y de apariencia espinosa (Baker, 1983; Hawthorne, 1983). Su cola es gruesa, casi desnuda, escamosa y es más corta que la longitud del cuerpo, sus ojos son grandes y sus orejas amplias y redondeadas, parcialmente cubiertas por largos pelos ubicados en su parte anterior. Los abazones internos, son muy pequeños (Hawthorne, 1983). En promedio los machos miden 23 cm y pesan 118 g, mientras que las hembras 22.6 cm y 121 g (Hilje, 1992).

El hábitat de esta especie varía, pero en general incluye hierbas altas, zacates, drenajes, canales y los bordes de los campos agrícolas. Su presencia la indican los caminos que dejan señalados y se distinguen fácilmente. Son activos tanto de día como de noche y su alimento básico consiste de materia vegetal, pero también la materia animal es aceptada (Caballero, s.f.).

Esta rata tiene hábitos subterráneos, en el interior del suelo anida, se reproduce y cuida a sus crías. El nido es construido de cualquier tipo de vegetación disponible. Tanto bajo condiciones naturales como en cultivos agrícolas, esta especie se reproduce durante todo el año, aunque el mayor impacto sobre los cultivos lo causa en la época seca, entre diciembre y mayo (Caballero, s.f.).

El potencial reproductivo es muy alto, al año se presentan de 7 a 8 generaciones, llegándose a reportar hasta 10 partos al año con un promedio de 6-8 crías por parto, con un periodo de gestación aproximado de 4 semanas. La rata joven se desarrolla y madura sexualmente entre los 30 y 65 días. Esta especie presenta costumbres de canibalismo (Caballero, s.f.).

Se ha observado en Costa Rica que aproximadamente cada cinco años se presenta un pico poblacional desmedido, de decenas o centenares de miles de ratas, por razones aún desconocidas (Hilje, 1992). Debido a la abundancia y a su actividad diurna y nocturna, llegan a constituirse en plagas muy serias en la agricultura. En México esta especie causa problemas muy serios en maíz y en otros cultivos como frijol, garbanzo, trigo, tomate, arroz, caña de azúcar y sandía.

2.2.1.2 Ratón doméstico (Mus musculus)

Es una plaga urbana y doméstica ampliamente extendida, sin embargo, pequeñas cantidades se encuentran viviendo en simples escondrijos o en grietas naturales en campos labrados y en tierras en barbecho e incluso en áreas desérticas, especialmente en regiones templadas y subtropicales. A pesar de su aparente adaptabilidad a las condiciones de relativa aridez, su papel como plaga del campo tiene por lo general poca importancia, en comparación con las otras especies presentes (Caballero, s.f.).

Una notable excepción ocurre en la faja triguera de Australia Meridional, donde las poblaciones globales de ratones domésticos pueden alcanzar proporciones con las que llegan a constituirse en plaga si las condiciones son apropiadas, invadiendo otros cultivos y los granos almacenados, cuando la existencia de su alimento inicial llega a agotarse. El mismo caso ha ocurrido en California, Hawaii y en Rusia. En todas partes y especialmente en las áreas de clima templado, las grandes poblaciones de roedores sólo suelen formarse en condiciones relativamente favorables, es decir, donde hay abundancia de alimento, como en graneros, almacenes de granos, en los cereales a granel sin trillar y en los gallineros con ambiente controlado (Caballero, s.f.).

2.2.1.3 Ratón cosechador (Reithrodontomys sp)

La parte dorsal de este animal es de un color café-pardusco a café-rojizo, siendo la parte media un poco más oscura; los lados de la cabeza, el cuello y demás cuerpo, son más pálidos, generalmente de color naranja ó canela. El pelo es usualmente largo y suave, de un color gris oscuro en la base; las orejas son relativamente largas, con un poco de pelo en su parte posterior. El vientre de este animal es de color blanquecino a grisáceo.

Los bigotes son largos la mayoría alcanzan a llegar hasta los hombros. Poseen unos ojos característicamente grandes y saltones.

La cola es más larga que la cabeza y el cuerpo, ligeramente peluda, con un tono de color más oscuro que en la parte dorsal de la misma y más palido en la ventral.

La piel superior de las patas es oscura y los dedos son blancos.

Este roedor es generalmente pequeño y delicado. Tiene un hábitos nocturnos, terrestres y arbóreos, y es un buen trepador; son solitarios. Se alimenta de pequeñas semillas y brotes de algunas plantas. Es un buen trepador (Emmons y Feer, 1990).

Sus nidos son de forma redonda, construídos de material vegetal, se encuentran generalmente localizados en

el suelo bajo las rocas, viejos troncos o malezas; cuando se encuentran sobre el suelo pueden estar sobre pequeños árboles o arbustos.

Son más comunes en hábitat de crecimiento secundario, como campos en barbecho, montarrrales a la orilla de los caminos, plantaciones de café y huertos, pero también pueden encontrarse en los bosques "siempre verdes".

La mayoría de las especies de este género, habitan por encima de los 1.000 msnm. Se distribuyen en toda América (Emmons y Feer, 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la zona III del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana. Esta zona está destinada a la producción de hortalizas, se encuentra localizada en el valle del Zamorano a 37 km de Tegucigalpa, carretera a Danlí. El área se encuentra a una altura aproximada de 800 msnm y con una temperatura promedio anual de 23°C.

Se escogió la zona III por ser un lugar donde existe diversidad de hábitat, ya que cuenta con dos lagunas, áreas de cultivo y terrenos cubiertos con vegetación arbustiva densa, con gran potencial para la proliferación de roedores. También en este sitio existen registros de capturas realizadas anteriormente (Moncada, 1994).

3.2 Diseño del muestreo

Como primer paso se elaboró un mapa de la zona de estudio usando el sistema de posición global (GPS), que se utilizó para marcar puntos geográficos reales, obteniendo la información por medio de señales de satélites (Figura 3).

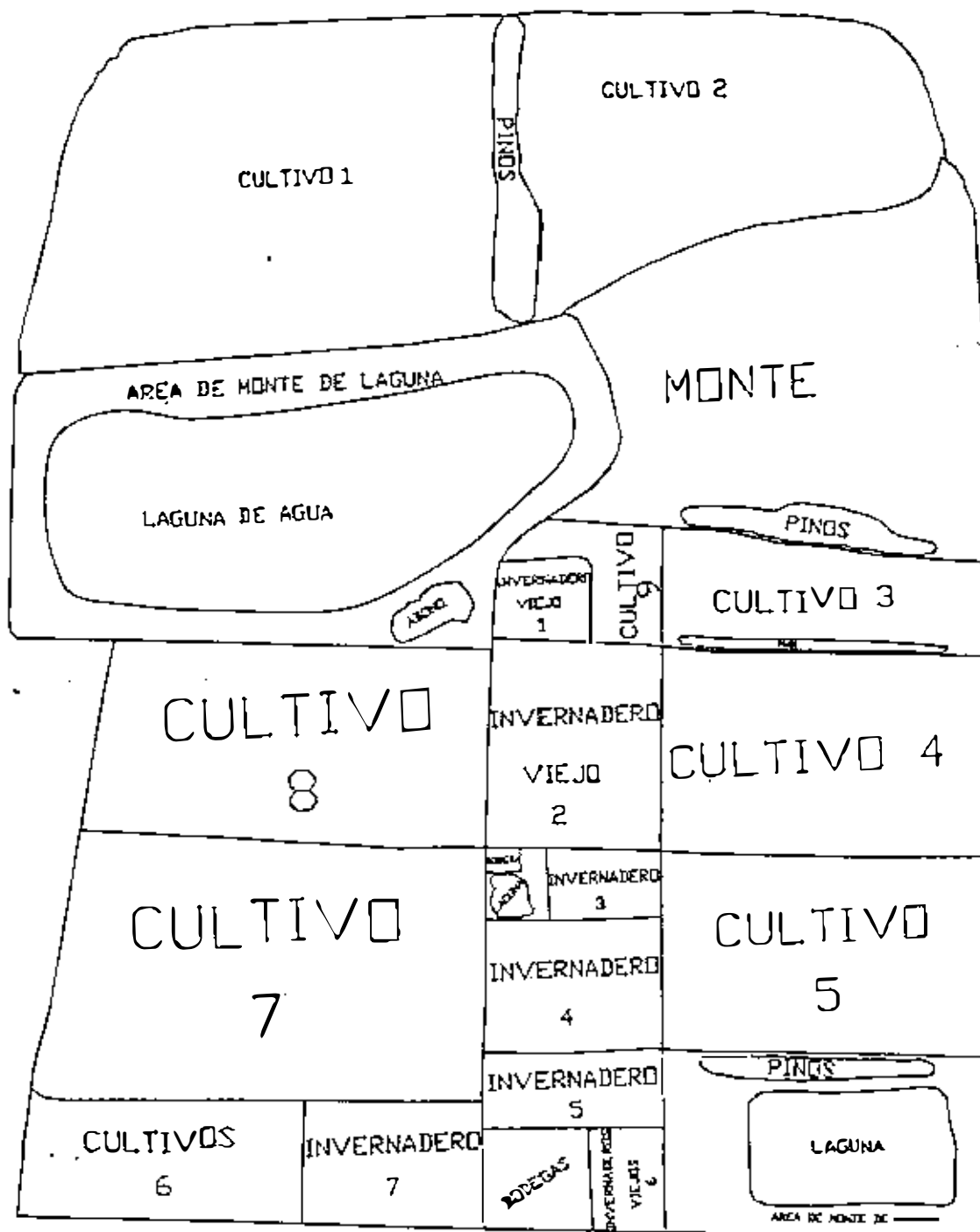


Figura 3. Mapa de zona III.

Fuente: LARIOS, Y GARCÍA 1995.

El mapa se elaboró para delimitar y cuantificar los diferentes hábitat que forman el mosaico del área de estudio. Se realizó además una descripción de la fisonomía y estructura de cada uno de los hábitat muestreados. Con el mapa obtenido se determinó la intensidad y el diseño de los muestreos.

La zona se dividió inicialmente en los siguientes tipos de hábitat:

1. área de cultivos	= 20,89 ha.
2. área de invernaderos	= 3,99 ha.
3. área de monte	= 3,82 ha.
4. área de borde de lagunas	= <u>3,09 ha.</u> *
Area total	= 31,79 ha.

* Esta área incluye dos lagunas 1= 2,26 ha.

2= 0,83 ha.

Existen 5,46 ha que no se consideran en el área de muestreo ya que está ocupada por: espejos de agua de las dos lagunas, un área de pinos en hilera que están entre cultivos y el área en donde se encuentran las construcciones. Cabe notar que los invernaderos no fueron tomados en cuenta, ya que se eliminaron de la zona durante el período de muestreo.

Se realizaron dos muestreos por mes en cada sitio, uno cada 15 días, trampeando dos noches consecutivas. El período de muestreo fue de 4 meses, iniciando a mediados de febrero y finalizando a mediados de junio de 1995.

Las trampas se distribuyeron en forma de grilla en el área de monte y cultivos y en una línea en el borde de la laguna, con un distanciamiento de 15 m entre cada una. Con este diseño se obtiene una intensidad de 50 trampas por hectárea.

Los hábitat muestreados fueron tres: el área de cultivo, el área de monte y el área de borde de la laguna más grande del área. En una misma semana se muestreaban los tres hábitat, dedicando los dos primeros días al área de cultivo, donde se colocaban 50 trampas. En los dos días siguientes se muestreaban el área de monte y el borde de la laguna, colocando 60 trampas por día: 36 en el área de monte y 24 alrededor de la laguna.

3.3 Descripción de los tres hábitat

3.3.1 Cultivos

Esta es un área de cultivos anuales hortícolas; durante el período de muestreo, los cultivos que se encontraron en el área muestreada fueron: zapallo, pepinillo, chile dulce, chile picante y tomate. De éstos, por el que aparentemente tenían una mayor preferencia los ratones fue con el zapallo, probablemente porque la amplia cobertura del cultivo les servía de refugio y por lo succulento de su fruto, ya que hubieron veces que se encontraron frutos comidos.

Esta área no presentaba mucha incidencia de monte, solamente se podían observar en los bordes algunas como: Chlorys virgata y Paspalum sp., y aunque estas gramíneas son buenas productoras de semillas, en la mayor parte del tiempo fueron eliminadas por las limpias que se hacían, tanto en los bordes como dentro del cultivo.

3.3.2 Monte

En base a algunas plantas indicadoras en esta área, como Cecropia peltata, se puede decir que este lugar tiene varios años de no ser limpiado (chapodado), es por eso que se encuentra un gran número de plantas arbustivas, bejucos y hierbas que son consideradas como oportunistas¹.

Este hábitat estaba dominado en aproximadamente un 80% por especies gramíneas; la planta que se encontró con más frecuencia y que es la que le da la característica de un área de monte denso era Paspalum maximum.

El restante 20% se encontró ocupado por otras especies las cuales se listan en el Cuadro 1.

¹ LINARES, J. 1995. Especies oportunistas. El Zamorano, Hond., Escuela agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Cuadro 1. Lista de plantas en el hábitat de monte.

NOMBRE CIENTIFICO (FAMILIA)	TIPO BIOLOGICO	FRUTO
<u>Cissampelos pareira</u> (Menispermaceae)	Bejuco	Cabeza de drupas
<u>Baccharis trinervis</u> (Compositae)	Hierba	Aguenios
<u>Guazuma ulmifolia</u> (Sterculiaceae)	Arbol	Fruto seco
<u>Casuarina equisetifolia</u> (Casuarinaceae)	Arbol	Nuez
<u>Solanum torvum</u> (Solanaceae)	Hierba	Baya
<u>Cecropia peltata</u> (Moraceae)	Arbol	Carnoso
<u>Mimosa albida</u> (Leguminosae)	Hierba/arbusto	Vainas
<u>Phaseolus lunatus</u> (Leguminosae)	Bejuco	Vainas
<u>Serjania ramosa</u> (Sapindaceae)	Bejuco	Cápsula
<u>Lantana camara</u> (Verbenaceae)	Hierba/arbusto	Drupa
<u>Cionosicyos macranthus</u> (Cucurbitaceae)	Bejuco	Baya • pepo
<u>Pennisetum purpureum</u> (Graminae)	Caña	Cariópside
<u>Merremia quinguefolia</u> (Convulvulaceae)	Bejuco	Cápsula
<u>Malvaviscus arboreus</u> (Malvaceae)	Arbusto	Baya

Fuente: LINARES 1995.

Cabe notar que la mayoría de las plantas son buenas productoras de semillas o de frutos, siendo posiblemente ésta la fuente principal o de mayor accesibilidad de alimento para los ratones.

3.3.3 Laguna

Al borde de toda la laguna, la gramínea que dominaba el área aproximadamente en un 95% de la cobertura total, era Panicum maximum. Luego se encontró la presencia de otras plantas en menor abundancia las que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Plantas comunes en el hábitat de laguna.

NOMBRE CIENTIFICO (FAMILIA)	TIPO DE PLANTA	TIPO DE FRUTO
<u>Paspalum plicatulum</u> (Gramineae)	Hierba grande	Cariópside
<u>Sorghum halepense</u> (Gramineae)	Hierba grande	Cariópside
<u>Solanum torvum</u> (Solanaceae)	Hierba	Baya
<u>Lantana camara</u> (Verbenaceae)	Hierba o arbusto	Drupa
<u>Azadirachta indica</u> (Meliaceae)	Arbol	Drupa
<u>Mimosa tenuiflora</u> (Leguminosae)	Arbusto grande	Vainas
<u>Guazuma ulmifolia</u> (Sterculiaceae)	Arbol	Fruto seco

Fuente: LINARDS 1995.

3.4 Trampas

Para los muestreos se usaron trampas de aluminio tipo Sherman de captura viva de 8 x 9 x 3,25 cm; dimensiones que permiten la captura de individuos con peso mayor que 100 gr. El funcionamiento de este tipo de trampas-caja es sencillo, también tienen la ventaja de ser muy sensibles, ya que si es utilizada correctamente, permite la captura de individuos de bajo peso.

Los inconvenientes que presentan estas trampas es que su estructura es un tanto extraña para los roedores, por lo que algunas veces necesitan un período de adaptación a su presencia. Otro inconveniente es que no pueden ser utilizadas durante las horas críticas del día (de 10 am a 3 pm), ya que se calientan fácilmente y pueden causar estrés al individuo y en casos extremos la muerte por asfixia y deshidratación.

3.5 Cebos

Se utilizó como cebo una mezcla de plátano maduro o banano, con avena entera. Esta mezcla se hizo en proporciones que permitían que los cebos tuvieran una buena consistencia para su manipulación y posible reuso, ya que en muchas ocasiones estuvieron bajo influencia de la lluvia y tendían a deshacerse.

3.6 Manipulación de los ratones

Los individuos eran extraídos de la trampa para ser colocados en una bolsa plástica resistente, para evitar que la rasgaran; luego se introducía a la bolsa un algodón impregnado con éter etílico para adormecerlos. En esta parte del proceso el tiempo de contacto con el éter no debe de ser excesivo, ya que pueden morir por paro respiratorio. Luego se procedía a la marcación del individuo, que se hizo mediante el corte de falanges. Para realizar esta marcación se utilizaron tanto las extremidades anteriores como las posteriores. Este método permite llegar hasta un número de 159 individuos marcados, utilizando el corte de una falange como máximo en cada pata. En las falanges de las extremidades anteriores se colocaron las unidades y en las posteriores las decenas (Figura 4).



Figura 4. Tipo de marcación utilizada.

Fuente: RODRIGUEZ 1987.

3.7 Análisis de datos

3.7.1 Estimación del tamaño de la población

La estimación del tamaño de la población se hizo utilizando métodos basados en la captura y recaptura de individuos marcados. El método más sencillo para la estimación del tamaño de la población es el de "proporción de marcados", "Método de Petersen y Jackson" o "Índice de Lincoln". El método está basado en una proporción muy simple para estimar la población (N):

$$\frac{N}{M} = \frac{n}{m} \quad \text{de donde: } N = \frac{Mn}{m}$$

En donde (M) es el número de individuos marcados y liberados, (n) es el número total de individuos capturados en un período de tiempo posterior, y (m) es el número de recapturados (Rodríguez, 1987).

Este método no fue utilizado en el estudio, debido a que en muchas ocasiones en los muestreos, el número de recapturas fue igual a "0", lo cual resultaría en una estimación de la población tan infinitamente grande que la probabilidad de que un individuo sea recapturado era muy baja.

Los dos métodos que se utilizaron para el cálculo de la población fueron: método de Schnabel y el método de

Schumacher-Eschmeyer. Estos métodos están basados en capturas y recapturas, y requieren la validez de varios supuestos:

- 1) No hay pérdida de marcas
- 2) No hay reclutamiento de nuevos individuos (nacimientos o inmigración)
- 3) No hay diferencia de mortalidad entre los grupos de individuos marcados y no marcados.

Aunque los métodos son simples matemáticamente, los hábitos de las especies rara vez permiten que estos supuestos se cumplan. El primer supuesto en este caso es válido ya que se asume que los cortes fueron bien hechos. El segundo supuesto puede ser válido durante el periodo en que no hay apareamiento o por cortos periodo de tiempo. El tercer supuesto muy probablemente es válido en grado suficiente para propósitos generales, pero muy rara vez se cumple en su totalidad, debido al comportamiento de los mamíferos respecto al radio de actividad alrededor de su habitat (Krebs, 1989).

Cabe notar que estos métodos trabajan básicamente con los mismos datos; el de Schumacher tiene la característica de ampliar un poco más las fórmulas de los cálculos. Según Seber (1982), es el método más útil para la realización de múltiples censos en una población cerrada.

3.7.1.1 Método de Schnabel

Este es básicamente una ampliación del método de Petersen y es un procedimiento en el cual se agrupan las capturas y recapturas en un período más o menos largo de tiempo. En las capturas individuales de cada muestreo, primero se reconocen los individuos para ver si están marcados, si no lo están, se marcan y luego se liberan. Con este método lo único que debemos saber es distinguir los individuos marcados y los que nunca han sido capturados. Para cada muestreo se determinó:

C_t = número total de individuos capturados en el muestreo t

U_t = número de individuos marcados y liberados en el muestreo t

R_t = número de individuos recapturados en el muestreo t

Generalmente $C_t = U_t + R_t$, pero si existen muertes accidentales ya sea en individuos marcados o no, éstos se restan del valor de U_t (se asume que el número de muertes será mínimo).

El número de individuos marcados irá aumentando según aumenten los muestreos entonces se define como:

M_t = número de individuos marcados en la población antes de que el muestreo " t " sea tomado.

Ejemplo:

$$M_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Una vez hecho el conteo de los individuos recapturados, marcados y no marcados, el siguiente paso fue el de estimar el tamaño de la población N . Schnabel trata los muestreos como una serie de muestreos de Petersen y obtiene estimados de población como un promedio ponderado de los estimados de Petersen (Krebs, 1989):

$$N = \frac{\Sigma(Ct.Mt)}{\Sigma(Rt)}$$

La varianza y el error estandar en el método de Schnabel se calculan sobre el recíproco de N :

$$\text{Varianza de } \frac{1}{N} = \frac{\Sigma(Rt)}{[\Sigma(Ct.Mt)]^2}$$

$$\text{Error Estandar de } \frac{1}{N} = \sqrt{\text{varianza de } \frac{1}{N}}$$

3.7.1.2 Método de Schumacher-Eschmeyer

En este método se utilizan los datos originales que se utilizaron en el método de Schnabel con unos pequeños cambios en las fórmulas (Krebs, 1989). Si se gráficán los datos en los siguientes ejes:

Eje X: M_t , que es el número de individuos previamente marcados antes del muestreo t .

Eje Y: R_t/C_t , que es la proporción de individuos marcados en el muestreo t .

Entonces los puntos deberían de formar una línea con la pendiente $1/N$, pasando a través del origen. Así uno podría usar las técnicas de regresión lineal para obtener, un estimado de la pendiente $1/N$, y de esta manera un estimado del tamaño de la población.

La fórmula apropiada para la estimación de la población bajo este método es la siguiente:

$$N = \frac{\sum(C_t.M_t^2)}{\sum(R_t.M_t)}$$

La varianza del estimado de Schumacher se obtiene según la teoría de la regresión lineal, como la pendiente de la regresión. Según los datos de los marcados recapturados la fórmula es la siguiente:

$$\text{Varianza de } \frac{1}{N} = \frac{\sum(R_t^2/C_t) - [\sum(R_t.M_t)]^2 / \sum(C_t.M_t^2)}{S-2}$$

En donde (S) es igual al número total de muestras incluidas en la sumatoria.

El error estandar de la pendiente de la regresión se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Error Estandar de } \frac{1}{N} = \sqrt{\frac{\text{Varianza de } (1/N)}{\Sigma(\text{Ct.Mt}^2)}}$$

3.7.1.2.1 Intervalos de confianza

Si el total del número de individuos recapturados (R_t) es menor de 50, los intervalos de confianza para el estimado de la población se deben de calcular por medio de la distribución de Poisson. En cambio, si el total de recapturas es mayor de 50, se debería de usar la aproximación señalada por Seber (1982), la cual se muestra a continuación.

Este procedimiento utiliza el error estandar y la tabla-t de Student para obtener los límites de confianza para $1/N$, cuya relación se invierte para obtener los límites de N (Krebs, 1989).

Para la estimación de los intervalos de confianza por el método de Schumacher-Eschmeyer, se usa esta formula:

$$\frac{1}{N} \pm t(\alpha) EE$$

Donde: $EE = \text{Error Estanda de } 1/N$

$t(\alpha) = \text{Valor del límite de confianza de la}$
 $\text{tabla-}t \text{ de Student } (100-(\alpha))\% \text{ del límite}$
 de confianza.

Se entra a la tabla- t con $(s-1)$ grados de libertad para el método de Schnabel y $(s-2)$ grados de libertad para el método de Schumacher-Eschmeyer, donde "s" es el número de muestreos.

Para el caso del método de Schnabel, los intervalos se obtienen de la distribución de Poisson, reemplazando los dos valores, máximo y mínimo de R_t que da la tabla, en la ecuación original de la estimación de la población para obtener los dos límites con un 95% de confianza (Krebs, 1989).

3.7.1.3 Método de Jolly-Seber

Los métodos de Petersen y Schnabel están diseñados para poblaciones cerradas. El método de Jolly-Seber (JS) se aplica a situaciones más reales, de poblaciones abiertas, es decir que cambian continuamente su número de individuos con los nacimientos, muertes, migraciones e inmigraciones.

Al realizar una serie de capturas el punto más importante a considerar es: ¿cuándo fue capturado por última vez un individuo marcado? Como los animales se marcaron individualmente, se pudo anotar su movimiento al mismo tiempo que se estimaba la población. Una de las

grandes ventajas del método es que el intervalo entre muestras no necesita ser constante y se puede tomar muestras a lo largo de mucho tiempo (Krebs, 1989).

Para realizar los cálculos de la estimación de densidad poblacional mediante el método de JS, se definieron las siguientes variables:

m_t = número de individuos marcados capturados en el muestreo t

u_t = número de animales no marcados capturados en el muestreo t

n_t = número total de animales capturados en la muestra $t = m_t + u_t$

s_t = número total de animales liberados después del muestreo $t = (n_t - \text{muertes o remociones accidentales})$

R_t = número de individuos s_t liberados en el muestreo t y capturados nuevamente en un muestreo posterior.

Z_t = número de individuos marcados antes del muestreo t , no capturados en el muestreo t , pero capturados en algún otro muestreo posterior al muestreo t .

Los animales Z_t son los que se perdieron de capturar en el muestreo t y sobrevivieron para aparecer mas tarde. En un estudio intensivo los valores de Z_t se aproximarán a cero.

Para estimar el tamaño poblacional (N), se utiliza la siguiente relación:

$$N = \frac{\text{tamaño de la población marcada}}{\text{proporción de los animales marcados}}$$

La proporción de los animales marcados (α) se estima como:

$$\alpha_t = \frac{m_t + 1}{n_t + 1}$$

donde +1 es la corrección para el sesgo en muestras pequeñas. El tamaño de la población marcada es difícil de estimar porque hay dos componentes de la población marcada en cualquier muestreo al mismo tiempo: 1) animales marcados realmente capturados y 2) animales marcados presentes pero no capturados en el muestreo t. Seber (1982) demostró que el tamaño de la población marcada se puede estimar así:

$$M_t = \frac{(S_t + 1)Z_t}{R_t + 1} + m_t$$

donde M_t es el tamaño estimado de la población marcada justo antes del tiempo de muestreo t.

Ahora, se puede estimar el tamaño de la población:

$$N_t = \frac{M_t}{\alpha_t}$$

donde N_t = tamaño estimado de la población justo antes del tiempo de muestreo t .

Se puede derivar otro cálculo que es la estimación de la tasa de pérdida y la tasa de adición de la población. Considerando la primera como:

ϕ_t = probabilidad de supervivencia del muestreo en tiempo t al muestreo en el tiempo $t + 1$

=tamaño de la población marcada al inicio del tiempo $t+1$
tamaño de la población marcada al final del muestreo t

$$\phi_t = \frac{M_{t+1}}{N_t + (S_t - m_t)}$$

La supervivencia en este contexto significa mantenerse vivo en el área de estudio. Los individuos que emigran se cuentan como pérdidas, al igual que los que se murieron.

La tasa de dilución (λ) incluye los nacimientos e inmigraciones:

λ_t = tasa de dilución desde el muestreo t al muestreo $t+1$

$$\lambda_t = \frac{\text{población actual en el tiempo } t+1}{\text{población esperada en } t+1 \text{ si no hay adiciones}}$$

Corrigiendo por muertes accidentales tenemos:

$$\lambda_t = \frac{N_{t+1}}{\phi_t[N_t - (n_t - s_t)]}$$

Si no hay adiciones, el mínimo valor teórico sería 1.0. La tasa de adición puede expresarse como número de individuos, utilizando la siguiente fórmula:

B_t = Número de nuevos animales que se agregan a la población entre t y $t+1$ y todavía están vivos en $t+1$

$$B_t = N_{t+1} - \phi_t[N_t - (n_t - s_t)]$$

Es importante tener en cuenta que estas estimaciones de N_{t+1} , ϕ_t , λ y B_t no son estimaciones independientes de lo que está pasando en la población.

Nota: Todos los parámetros calculados en los tres métodos, son "estimados".

3.7.1.3.1 Supuestos del método de Jolly-Seber

como el método está diseñado para poblaciones abiertas, por lo tanto no necesitamos suponer la ausencia de reclutamientos y mortalidad. El muestreo al azar es la suposición crucial, y asumimos que:

1. Cada individuo tiene la misma probabilidad de ser capturado, esté o no marcado.
2. Todos los individuos marcados tienen la misma probabilidad de supervivencia desde el muestreo t hasta el $t+1$.
3. Los individuos no pierden la marca y ésta no se pasa por alto en la captura.
4. El tiempo del muestreo es desatendible en relación a los intervalos entre muestreos (Krebs, 1989).

3.7.2 Determinación de diferencia entre las poblaciones de los distintos hábitat

Para averiguar si existía diferencia entre las poblaciones de los diferentes hábitat, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, que es una aproximación del Chi-cuadrado, para determinar la diferencia entre las poblaciones de los diferentes hábitat. Se utilizó el programa estadístico SAS ("Statistical Analysis System"). El procedimiento utilizado en este programa fue el de PROC NPAR1WAY; este es un procedimiento para probar que la distribución de una variable tiene el mismo parámetro de localización (tendencia central), para diferentes grupos (Litell et al., 1991).

3.7.3 Determinación del mejor modelo de regresión

Una gráfica en donde se muestre la relación entre el número de individuos marcados y la proporción de individuos recapturados, nos daría una idea de como varía el tamaño de la población en el período de muestreo. Para esto es necesario la aplicación de técnicas de regresión, para apreciar la curva que mejor se ajusta a nuestros datos.

Por medio de SAS se hicieron las combinaciones posibles de los términos lineal (X), cuadrático (X^2) y cúbico (X^3), con el objetivo de determinar cuál es el modelo que mejor se ajusta a la curva de los tres hábitat individuales, como a la curva de la población en general (los tres hábitat unidos).

Para escoger cuál de los modelos era el mejor en cada caso, se utilizó el mayor R^2 ADJ y el menor C_p (estadígrafo de Mallow). Algunas veces no ocurrían estas situaciones simultáneamente, o sea que el R^2 sea el mayor y el C_p sea el menor; entonces en este caso la elección se hizo en base al parámetro que presenta una mayor variación entre su mínimo y máximo valor².

² GOMEZ, F. 1995. Método para determinar mejor modelo de regresión. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal.)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición de la población capturada y su relación con la precipitación (ppt)

En los muestreos de todos los hábitat, se capturó un total de 90 individuos (Cuadro 4), de éstos, el 90% fueron Sigmodon hispidus. En general, la proporción de hembras:machos que se pudo determinar fue de 1:1. De cada 4 hembras que se capturaron, 3 se encontraron preñadas en algún momento del período de muestreo.

Cuadro 4. Individuos capturados durante el estudio.

ESPECIES	MACHOS + HEMBRAS	NUMERO DE MACHOS (%)	NUMERO DE HEMBRAS (%)	NUMERO DE PREÑADAS (%)
<u>Sigmodon hispidus</u>	81	45 (55.5)	36 (44.4)	28 (77.7)
<u>Reithrodontomys sp.</u>	6	2 (33.3)	4 (66.6)	2 (50)
<u>Mus musculus</u>	3	1 (33.3)	2 (66.6)	0 (0)
TOTAL	90	48 (53.3)	42 (46.6)	30 (71.43)

En la figura 5 se hace una comparación entre los datos de precipitación (ppt) durante las semanas en que se realizaron los muestreos y el número de capturas por muestreo. Se puede notar que al inicio existe una aparente relación entre estas dos variables, ya que en el muestreo

tres al aumentar la ppt, el número de capturas también aumenta, no así en los muestreos cuatro y seis, en los que se observa una relación inversamente proporcional entre las dos variables. En definitiva, no se observa una relación clara entre el número de capturas y la precipitación.

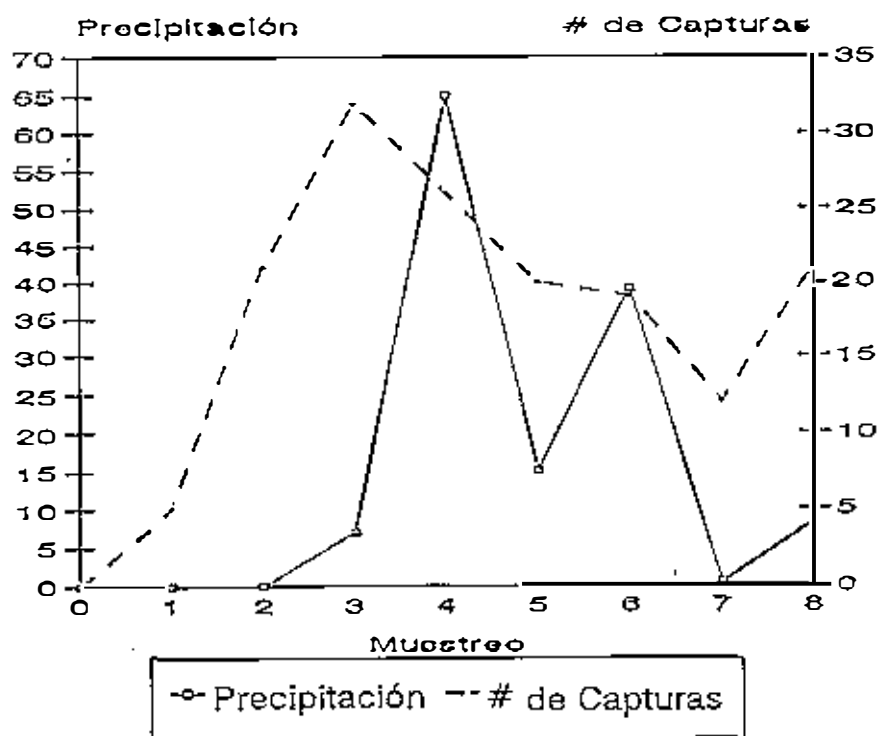


Figura 5. Efecto de la precipitación en el número de capturas.

En todos los muestreos hubieron capturas de hembras preñadas (CHP). La Figura 6 muestra un claro aumento del número de CHP en los muestreos 3 y 4 (21 de marzo al 7 de abril), en comparación con los demás muestreos. Este aumento se explica mejor con la curva de precipitación.

En la gráfica se nota una correlación directa entre la precipitación y el número de CHP.

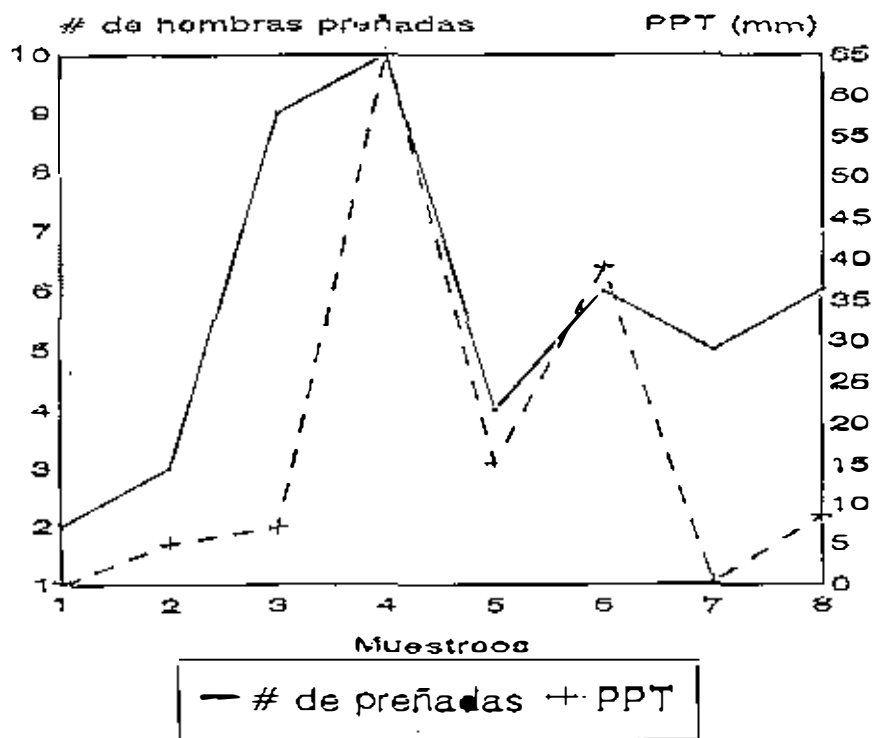


Figura 6. Relación entre el número de hembras preñadas y la precipitación.

Esta alta incidencia de hembras preñadas se puede explicar, en parte, debido a que el periodo lluvioso es el más adecuado para la reproducción, ya que aumenta la disponibilidad de alimento, hay más refugios y lugares para anidar, ya que la cobertura aumenta (Donayre, 1969).

4.2 Variación en el peso de los individuos

En la Figura 7 se hizo una comparación del peso promedio por individuo, hembra o macho, en los tres hábitat. Se puede notar como en el área de cultivos fue donde se capturaron individuos con mayor peso, a comparación de la laguna y el monte, donde el peso promedio era menor, esto se debe a que en esta área existe una mayor disponibilidad de alimento y a que los juvenes tienen menos capacidad de movimiento que los individuos adultos, por ende no se alejan mucho de sus refugios, los cuales se encuentran en la laguna y monte, y no en el área de cultivos (FAO, 1984).

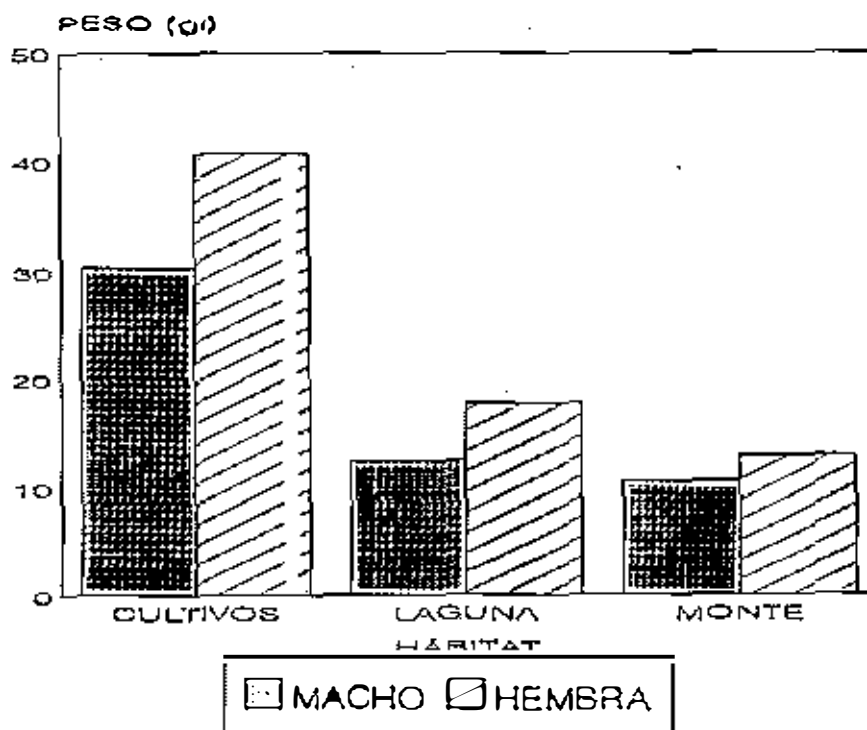


Figura 7. Peso promedio por sexo y por tipo de hábitat muestreado.

En la misma figura se puede notar como en los tres hábitat el peso promedio de las hembras siempre fue superior que el de los machos, esto es porque el período de muestreo se realizó en la época en donde estos roedores tienen su pico de reproducción (Donayre, 1969). Por lo tanto, un gran número de hembras capturadas se encontraron preñadas.

4.3 Movimiento

El movimiento que se detectó en este estudio fue muy poco, ya que solamente 6 individuos de los 90 marcados, se capturaron en más de un hábitat. A pesar de que fue poco el movimiento detectado, podemos listar cual fue el movimiento máximo registrado en cada uno de los individuos con su sexo y peso promedio (Cuadro 5).

cuadro 5. Individuos detectados en más de un hábitat.

Indiv.	Sexo*	Peso promedio (gr)	Tipo de movimiento	Distancia recorrida (m)
1	H	11,00	CULTIVO-LAGUNA	346,70
7	H	13,08	MONTE-LAGUNA	198,00
11	M	10,25	MONTE-LAGUNA	393,00
17	H	12,64	MONTE-LAGUNA	314,00
38	M	10,25	MONTE-LAGUNA	143,00
41	H	11,62	MONTE-LAGUNA	153,00

* H = hembra, M = macho.

En este cuadro se nota que la mayor distancia recorrida en los muestreos fue de 393 m.

De los individuos registrados, las hembras fueron tuvieron un movimiento más frecuente, tal vez porque andaban en la búsqueda de nidos adecuados, ya que del total de hembras, todas se encontraron preñadas alguna vez al ser capturadas.

Aunque mientras más maduro sea el individuo, más capacidad de movimiento tiene, en este caso solo se capturaron individuos de bajo peso, esto probablemente se debió a que los individuos adultos son más astutos y pueden esquivar las trampas mejor.

Las recapturas de individuos en el mismo hábitat nos muestran cómo el movimiento local si era mayor, comparado a la recaptura de individuos en diferentes hábitat.

4.4 Estimación de densidades

En los cuadros 6 y 7 se presentan los resultados de la estimación de la población por los métodos de Schnabel y de Schumacher-Eschmeyer respectivamente. Se puede notar que en ambos métodos el número estimado fue similar siendo siempre un poco menor la estimación con el método de Schnabel.

Cuadro 6. Parámetros calculados para el método de Schnabel.

HABITAT	N	VAR de 1/N	EE de 1/N	LIMITES DE CONFIANZA	
				MAXIMO	MINIMO
CULTIVO	18	0.0003086	0.017	33.80	10.20
MONTE	47.06	1.411E-05	0.003756	70.50	34.03
LAGUNA	37.61	3.07E-05	0.00554	57.90	25.40
TODOS	108.86	1.298E-06	0.001139	147.95	86.11

Cuadro 7. Parámetros calculados para el método de Schumacher-Eschmeyer.

HABITAT	N	VAR de 1/N	EE de 1/N	LIMITES DE CONFIANZA	
				MAXIMO	MINIMO
CULTIVO	21.33	0.329	0.0156	89.42	12.23
MONTE	54.42	0.292946	0.002669	79.53	41.36
LAGUNA	39.4	0.3161995	0.0041858	60.97	29.10
TODOS	122.7	0.2689518	0.0008	155.58	101.99

También existen diferencias entre los errores estandar de los métodos, siendo en todos los casos menor en el método de Schumacher-Eschmeyer, considerándose entonces más preciso.

Por lo tanto podemos asumir que la población total en la región del muestreo varía entre 101 y 156 individuos (límites de confianza AL 95% de probabilidad), tomando como la población (N), 123 individuos.

Para poder realizar el cálculo de la varianza y el error estándar con el método de Schumacher-Eschmeyer, se eliminaron los dos últimos muestreos del hábitat de cultivo y el primero del hábitat de monte. En el primer caso, se

eliminaron debido a que en esos muestreos el lote fue arado y rastreado. En el caso del monte, el hecho de marcar las grillas provocó una alteración en el hábitat, a lo que posteriormente los animales se adaptaron, pero que tuvo como consecuencia la ausencia de capturas en el primer muestreo de este hábitat.

En el cuadro 8 se presenta la tabla utilizada para realizar los cálculos de estimaciones del método de Joll-Seber.

Cuadro 8. Datos de oaptura-recaptura para los 8 muestreos.

	Muestreos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ultima captura								
1		1	0	0	0	0	0	0
2			6	2	3	0	0	0
3				7	2	1	1	2
4					3	3	1	2
5						2	2	1
6							2	1
7								3
mt	0	1	6	9	8	6	6	9
ut	4	16	21	12	9	10	5	11
nt	4	17	27	21	17	16	11	20
st	4	17	27	21	15	16	11	20

En el cuadro 9 se muestran los datos utilizados para la estimación de las poblaciones en los diferentes muestreos y también la estimación de N.

Cuadro 9. Parámetros estimados para la población de roedores, en los muestreos de zona III mediante el método de JS.

MUEST.	α_i	M_i	N_i	ϕ_i	B_i
1	0,00	0,00	—————	0,250	—————
2	0,11	1,00	9,009	0,941	55,25
3	0,25	16,00	64,000	0,778	13,50
4	0,46	28,80	63,297	0,849	15,59
5	0,50	34,67	69,334	1,062	35,89
6	0,41	44,25	107,403	0,442	-6,34
7	0,58	24,00	—————	—————	—————
8	0.48	—————	—————	—————	—————

Este cuadro nos muestra como la proporción de individuos marcados (α_i) tiene una tendencia general a aumentar, a medida que el período de muestreo avanza; pero la disminución de la proporción en los muestreos 6 y 8, nos indica que la población de roedores en el área muestreada, no es completamente cerrada.

En el muestreo 6 se observa un aumento en la población, esto se pudo haber debido a que hubo una inmigración de individuos a la zona de muestreo, ya que la proporción de marcados disminuyó, por causa del aumento del número de individuos en el área.

La probabilidad de sobrevivencia más alta se encontró en el muestreo 5, y se comprueba claramente en la población estimada del muestreo 6, en donde llega al valor máximo calculado para este parámetro, en donde la estimación de la población llega a 107 individuos. Esta súbita elevación de la población se pudo haber debido a que probablemente hubo un gran porcentaje de inmigración al lugar por otros individuos, ya sea en busca de fuentes de alimento y/o por refugio, ya que el período de lluvias ya había comenzado y se observó como la cantidad de vegetación existente aumentaba. Además, según los registros, este muestreo 6, fue uno de los muestreos que tuvo un menor peso promedio.

4.5 Comparación de las poblaciones de los tres hábitat

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para las poblaciones estimadas en los tres hábitat.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable población (prueba de Kruskal-Wallis).

HABITAT	No de OBS.*	MEDIA	VALOR F	PROB >F
CULTIVO	6	21,44	2,016	0,1638
MONTE	7	50,03		
LAGUNA	7	43,59		

* Total de muestras menos aquellas con sesgo.

A diferencia de otros estudios en donde se usan niveles de significancia de 0.05 ó 0.1, se usó un nivel de significancia de 0.2, con el cual las poblaciones estimadas de los tres hábitat resultaron significativamente diferentes. Se escogió este nivel relativamente bajo, debido a que éste no es un experimento controlado. No se tuvo la oportunidad de hacer varias repeticiones del mismo período de muestreo por varios años para poder disminuir el error y poder determinar e identificar diferencias menores entre las poblaciones.

Según la probabilidad de F ($PROB > F$), que se muestra en el mismo cuadro, se puede decir que hay un 83.62% de probabilidad que las poblaciones de los tres hábitat sean diferentes.

En la Figura 8 se muestra cómo los hábitat de la laguna y el monte son los que contribuyen con un mayor número de individuos/área a la población total. Esto se debe a que en ambos casos, estos animales se encuentran en los hábitat menos intervenidos por el hombre, donde los sitios para refugio y lugares aptos para la construcción de nidos, son más abundantes que en el área de cultivos.

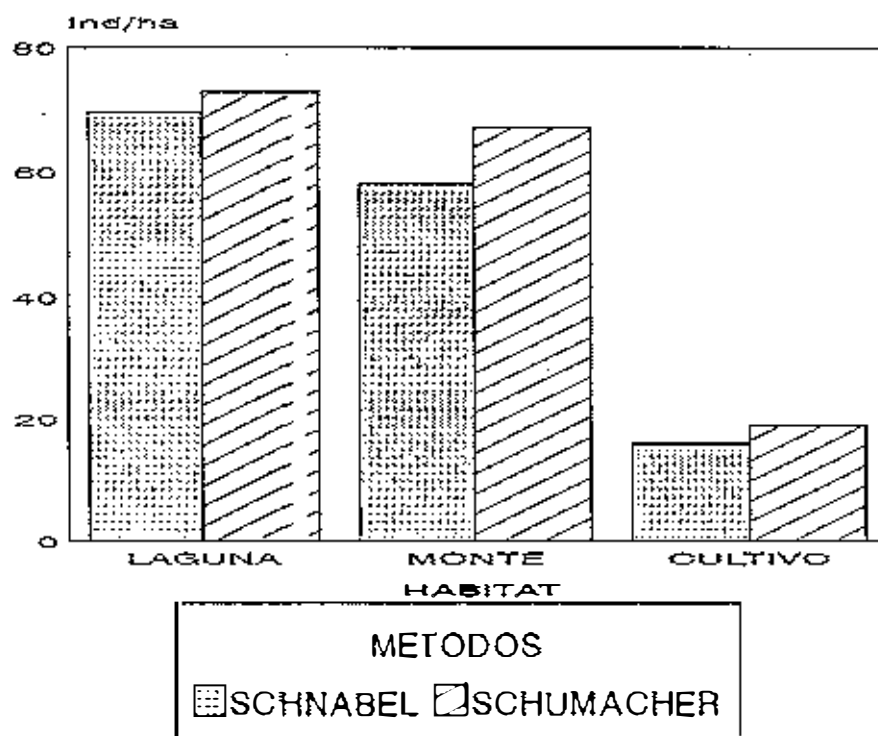


Figura 8. Comparación densidad poblacional de roedores estimada entre los tres hábitat muestreados en zona III.

4.6 Variación de las poblaciones

Para cada uno de los hábitat se graficaron las curvas del modelo que mejor se ajustó, para ver cómo varió la población. Cada curva presenta su R^2 ajustado (ADJ) y la ecuación de la regresión.

4.6.1 Variación en la población de cultivos

Las mejores combinaciones de los modelos que resultaron en este caso se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de cultivo.

Descripción del modelo	Variabes	R^2 ADJ	C_p
Lineal + Cuadr.	X, X^2	0,2959311	2,67852
Cúbico	X^3	0,2843808	1,67373
Lineal + Cuadr. + Cúbico	X, X^2, X^3	0,23442328	4,00000

El modelo utilizado para realizar la gráfica del hábitat de cultivo fue el cúbico, aunque no es el modelo con el R^2 ADJ más alto, la diferencia en relación a los otros valores es de 0,01 a 0,04 y al mismo tiempo tiene el menor valor de C_p , en comparación a los otros modelos.

La figura 9 muestra como la población en el hábitat de cultivos, en el período de muestreo tendía a decrecer; esta curva aparentemente está relacionada con la etapa fenológica en que se encontraba el cultivo, ya que la curva

empieza a decrecer, al mismo tiempo en que la cobertura del cultivo disminuye (comienza a marchitarse la planta), y cuando éste sale de su período de producción y la plantación llega a su final, que es el momento en que ya no existió el cultivo en el lote (terreno rastreado).

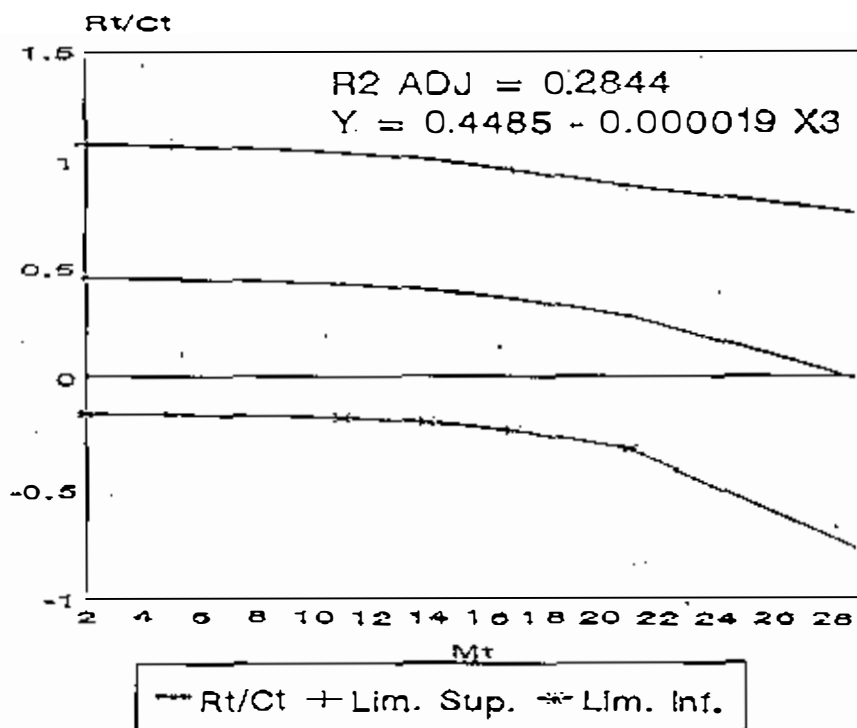


Figura 9. Modelo de regresión ajustado al hábitat de cultivo, de zona III.

Se puede decir que si graficáramos una curva con el crecimiento de la planta en el tiempo, se ajustaría bastante bien a la curva de la relación entre recapturados y capturas.

4.6.2 Variación en la población de la laguna

El Cuadro 12 muestra los mejores modelos que el programa seleccionó para explicar la tendencia de la población en el hábitat:

Cuadro 12. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de laguna.

Descripción del modelo	Variabes	R ² ADJ	C _v
Lineal	X,	0,447585	1,06500
Cuadr. + Cúbico	X ² , X ³	0,430671	2,35006
Cuadrático	X ²	0,377551	1,70712

El modelo que mejor explica la relación de la variable es el lineal; este modelo se ajusta en un 44% a la curva del hábitat de laguna y presenta el valor del número estadígrafo más bajo, en comparación con los otros modelos.

La Figura 10 muestra claramente la relación lineal que existe: a medida que se aumenta el número total de individuos marcados en el habitat, también aumenta la proporción de recapturas por muestreo. Sin embargo bajo condiciones favorables, teóricamente, llegaría un punto en el cual la población dejará de crecer, a medida que se vaya acercando a la capacidad de carga ambiental, entonces dentro de un tiempo, la mayoría de los individuos habrían sido marcados en el hábitat y la ourva comenzaría a

estabilizarse, siempre teniendo un poco de variación debido a los nacimientos, muertes y migraciones.

Probablemente esto en la realidad no siempre se cumpla, ya que al haber un desastre o condición desfavorable, la curva de la población decrezca repentinamente.

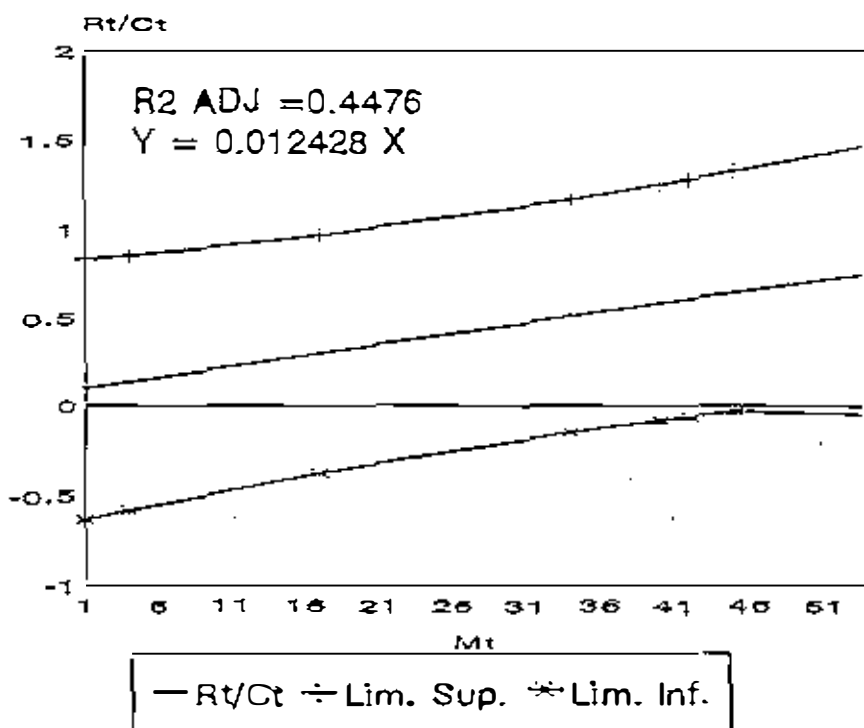


Figura 10. Modelo de regresión ajustado al hábitat de laguna.

4.6.3 Variación en la población de monte

Los siguientes son los mejores modelos para el hábitat de monte (Cuadro 13):

Cuadro 13. Parámetros para determinar el mejor modelo de regresión para el hábitat de monte.

Descripción del modelo	Variables	R ² ADJ	C _F
Lineal + Cuadr.	X, X ²	0,912277	2,40975
Lineal + Cuad + Cúbico	X, X ² , X ³	0,897091	4,00000
Lineal + Cúbico	X, X ³	0,889108	3,31032

El modelo que se logró ajustar en este tipo de hábitat explica con mucha fidelidad los datos obtenidos (91% de ajuste), este modelo contiene variables lineales y cuadráticas.

En la figura 11 se puede notar un aumento en la proporción de los individuos recapturados en el tiempo, esto podría ser debido a la relación que existe en la actividad de los individuos a medida que la época lluviosa avanza. Esta actividad se debe a la búsqueda de refugios para que los adultos puedan anidar, ya que en los trópicos, en la época lluviosa, se dan los apareamientos de este grupo de animales (Donayre, 1969).

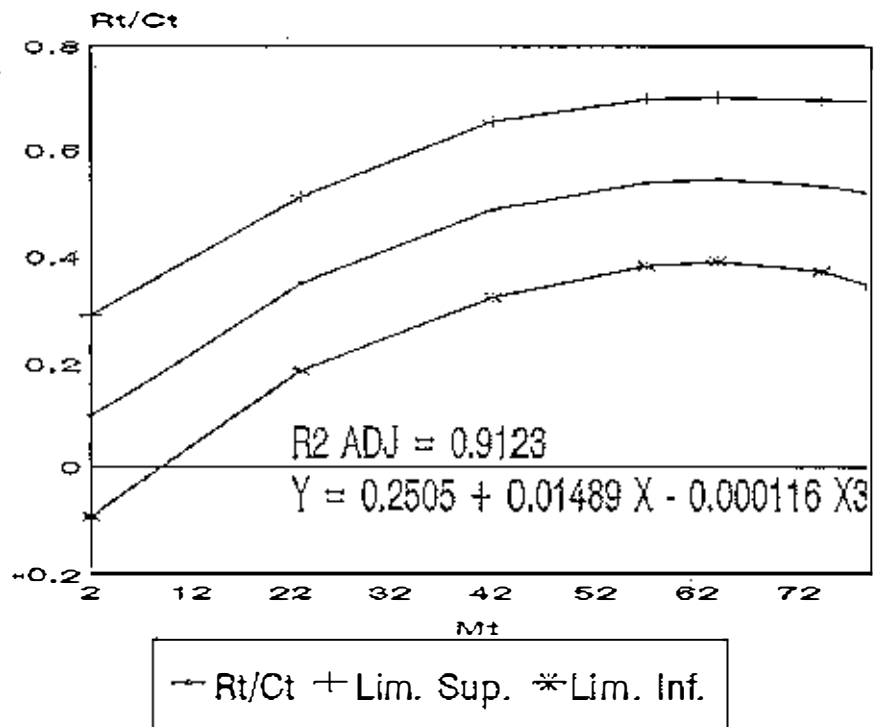


Figura 11. Modelo de regresión ajustado al hábitat de monte.

Esta curva puede también estar relacionada, con el estado en que se encuentra el hábitat, ya que al principio del período de muestreo esta área estaba reseca y con plantas marchitas, a medida que el invierno fue avanzando, aumentó la fuente de alimento y cobertura, para la proliferación de estos individuos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La especie predominante en todos los hábitat y en la región en general es Sigmodon hispidus.

- El movimiento de ratones detectado entre los diferentes hábitat que forman el mosaico de la zona muestreada fue mínimo, siendo solamente seis individuos los que se encontraron en más de un hábitat (6.66% del total de individuos capturados). En base a datos obtenidos del estudio, concluimos que la distancia mínima que los ratones son capaces de moverse, es de 393 m. Se recomienda realizar un estudio en un período mayor de tiempo y con muestreos más frecuentes, para poder detectar con una mayor precisión, el movimiento de estos individuos entre los hábitat.

- En base a la relación mostrada entre la cantidad de precipitación y el número de hembras preñadas capturadas por muestreo, aparentemente existe una relación entre estas dos variables, por eso es que se sugiere que se realice un estudio que incluya un análisis de correlación, para evaluar si estas dos variables están verdaderamente relacionadas.

- Según la comparación entre los dos métodos de estimación del tamaño de la población (Schnabel vs. Schumacher-Eschmeyer), podemos decir que en este estudio en particular, fue más preciso el método de Schumacher-Eschmeyer ya que el error estandar fue menor.

- En base a los parámetros obtenidos por el método de JS, se puede denominar a la población del área de muestreo como una población abierta, ya que este método muestra como varía la población en los diferentes muestreos debido a las muertes, nacimientos y migraciones.

- Los estudios poblacionales que usan el modelo de Jolly-Seber, deberían empezar antes de los períodos de interés y extenderse por lo menos dos muestreos mas allá del período de interés, ya que la estimación del tamaño poblacional, ni la tasa de dilución se pueden obtener para la primera muestra ni para la ultima muestra; y la probabilidad de sobrevivencia no puede obtenerse para la penúltima muestra.

- Existe una aparente relación entre la etapa fenológica en que se encuentra el cultivo y la actividad de los roedores.

- Considerando que el error estándar, en los dos métodos de estimación de población para todos los hábitat, fue significativamente bajo con esta densidad poblacional, se recomienda cubrir una mayor área con el mismo número de trampas.

- Existe diferencia estadística entre las poblaciones de los hábitat muestreados, a un nivel de significancia de 0.20.

- La diferencia que hubo entre las poblaciones de los hábitat de monte y laguna fue pequeña (pero significativa),

no así comparando las poblaciones de la laguna y el monte contra la de cultivo, ya que en este caso la diferencia si es marcada.

- En los casos en donde el R^2 ADJ es bajo, se recomienda la introducción de más variables que explican esas tendencias detectadas en cada uno de los hábitat y así poder elevar el ajuste del modelo (R^2 ADJ).

- Realizar períodos de muestreo más prolongados, llevando a cabo, simultaneamente, una evaluación de cobertura y diversidad vegetal, para poder determinar cuáles son las fuentes de alimento, refugio, y otras características que puedan influir en la densidad y dinámica de estos roedores.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ANON. 1975. Danish pest infestation. Laboratory Annual Report. 1974:50.
- BAKER, R. H. 1983. Sigmodon hispidus (Rata algononerta hispida. In Janzen, D.H. (ed.). Costa Rican natural history. Chicago. The University of Chicago Press. p.490-492. (citado por Hilje, 1992)
- BARNETT, S.; MUNROE, K.; SMART, J.; STODDART, R. 1975. House mice bred for many generations in two environments. Journal of Zoology (Lond.) 177:153-159.
- BATCHELDER, P.; LYNCH, C.; SCHNEIDER, J. 1982. The effects of age and experience on strain differences for nesting behavior in Mus musculus. Behavior Genetics. 12:149-159.
- BRONSON, F.; PRYOR, S. 1983. Ambient temperature and reproductive success in rodents living at different latitudes. Biology of Reproduction. 29:72-80.
- BRONSON, F.; DAGG, C.; SNELL, G. 1966. Biology of the laboratory mouse. Reproduction (Lond.) 11:.
- BROWN, R. 1983. ; Dietary influences in the preferences of pre-weanling Long-Evans rats for the anal excreta of adult males. Physiologic Behavior. 31:73-78.
- BRUCE, H. 1963. A comparison of olfactory and nutritional stress as pregnancy blocking agents in mice. Journal of Reproduction and Fertility. 6:221-227.
- CARALLERO, R. s.f. Plagas Vertebradas. Roedores. Folleto.
- CHANTRY, D.; JENKINS, B. 1982. Sensory processes in the discrimination of pups by female mice (Mus musculus). Animal Behavior. 30:881-885.
- CHRISTIAN, J. 1978. Population of small mammals under natural conditions. Neurobehavioral endocrine regulation of small mammal population. Pymatuning Lab. of Ecology, Univ. Pittsburgh, Linesville, Pa. 5:.
- CROZIER, W. J. 1928. Tropisms. Journal of Genetic Psychology. 1:213-238.
- CSERMELY, D. 1981. Locomotor activity in newborn mice: II.- Presence and influence of a sex pheromone. Bulletin of Zoology. 48:179-182.

- DELONG, K. 1967. Population ecology of feral house mice. *Ecology*. 48:611-634.
- DEWSBURY, D.; HARTUNG, T. 1980. Copulatory behaviour and differential reproduction of laboratory rats in a two male, one-female competitive situation. *Animal Behavior*. 28:95-102.
- DONAYRE, J. 1969. The oestrous cycle of rats at high altitude. *Journal Reproductipon Fertility*. 18:29-32.
- DRUMMOND, D. C. 1971. Rodents and biodeterioration. *Boletín*. p. 73-79.
- EBELING, W. 1975. Urban entomology. Vertebrate pests: rodents, bats, and birds. Univ. of California. Division of Agricultural Sciences. Los Angeles, California. 13:578-585.
- EMMONS, L.; FEER, F. 1990. Neotropical rainforest mammals, a field guide. The university of Chicago Press. Chicago, EEUU. p. 193-194.
- FAO. 1984. Roedores como plaga de productos almacenados; control y manejo. CEGRA. Santiago, Chile. p. 6-18.
- GILBERT, A.; BURGOON, D., SULLIVAN, K., ADLER N. 1983. Mother-weanling interactions in norway rats in the presence of a successive litter produced by post-partum mating. *Phisiologic Behavior*. 30:267-271.
- GREAVES, J. 1984. La lucha contra los roedores en la agricultura. Int., Biol. de roedores comensales. FAO. Roma, Italia. p. 1-19.
- HAWTHORNE, D. W. 1983. Cotton rats. In Timm, R.M. (ed.). Prevention and control of wildlife damage. Great Plains Agric. Council-Wildlife Resources Committee-Nebraska Coop. Ext. Serv. p. B-85-87. (citado por Hilje, 1992)
- HILJE, L. 1992. Manejo integrado de plagas; Biología y ecología de los roedores plagas en Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 17-25.
- ISHII, H.; KIMURA, K.; HARADA, O. 1965. Stress and auditory characteristics of the rat. *Ann. Otol. Rhinol. Lar.* p. 948-956.
- KINDER, E. 1927. A study of the nest-building activity of the albino rat. *Journal Zoology*. 47:117-161.

- KOEHLER, P. G., KERN, W. H., 1991. Rat and mouse control. Florida University (Florida, EEUU). p. 1-6.
- KREBS, C. J., 1989. Ecological methodology. Estimating abundance: mark and recapture techniques. University of British Columbia. New York, EEUU. p. 17-43.
- LITTELL, R.; FREUND, R.; SPECTOR, P. 1991. SAS System of linear models. 3 ed. SAS Institute. Cary, NC, EEUU. 329 p.
- LÜNING, K.; SHERIDAN, W.; YTTTERBORN, K.; GULBERG, U. 1966. Mutation Res. The relationship between the number of implantations and the rate of intra-uterine death in mice. v. 3: p. 444-541.
- MC CLEARN, G. 1960. J. comp. physiol. Psychol; Strain differences in activity of mice. Influence of illumination. v. 53: p. 142-143.
- MEEHAN, A. P. 1984. Rats and mice; Movement, reproduction awareness of the enviroment. Food and Feeding. Rentokil. p. 30-86.
- MONCADA PAZ, J.S. 1994. Evaluación de daño ocasionado por roedores en el cultivo de camote Ipomoea batatas. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 76 p.
- MOORE, C. 1981. An olfactory basis for maternal discrimination of sex of offspring in rats (Rattus norvegicus). Animal Behavior. 29:383-386.
- NEWSOME, A. 1969. A population study of house mice temporarily inhabiting a South Australian wheat field. Animal Ecology. 38:341-359.
- OLSEN, P. 1981. The stimulating effect of a phytohormone, gibberellic acid, on a reproduction of Mus musculus. Res. Aust. Wildl. 8:321-325.
- PEARSON, O. 1963. History of two local outbreaks of feral house mice. Ecology. 44:540-549.
- PELIKAN, J. 1981. Patterns of reproduction in the house mouse. Biology of the house mouse. Symp. Zool. Soc. (Lond.) 47:205-229.
- RATTNER, B.; MICHEL, S.; BRINKLEY, H. 1978. Embryonic implantation, dietary intake and plasma GH in pregnant mice exposed to hypoxia.

- RICHTER, C.; CLISBY, K. 1941. Phenylthiocarbamide taste thresholds of rats and human beings. *Animal Physiology*. 134:157-164.
- RODRIGUEZ, R. 1987. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Trad. por Braulio Orejas Miranda y Alfredo Fontes Riganti. Maryland, EEUU, WWF. 248 p.
- ROSENBLATT, J. S. 1970. Development and evolution of behavior. Views on the onset and maintenance of maternal behavior in the rat. San Francisco, Cal., EEUU, Trad. por Aronson y Freeman. 45 p.
- SCHMIDT, C. 1978. Olfactory threshold and its dependence on the sexual status in the female laboratory mouse. *Naturwissenschaften*. 601 p.
- SCHNEIDER, K., 1993. POSTCOSECHA; Roedores. Tegucigalpa, Honduras. p. 5-8
- SEBER, G. A. F., 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2 ed. Londres, Griffin. 142 p.
- SIMON, N.; GANDELMAN, R. 1978. Aggression-promoting and aggression-eliciting properties of estrogen in male mice. *Physiologic Behavior*. 21:161-164.
- SMART, J.; Preece, J. 1973. Maternal behavior of under nourished mother rats. *Animal Behavior*. 21:613-619.
- TAYLOR, P.; WAITE, P. 1978. Changes induced in rat trigeminal nuclei by whisker removal. *Proc. Univ. Otago. Med. School*. 56:28-30.
- TAYLOR, K.; HAMMOND, L.; QUY, R. 1974. The responses of captive wild rats (Rattus norvegicus) to human odour and to the odour of other rats. *Mammalia*. 38:581-590.
- THOR, D.; CARR, W. 1979. Sex and aggression: competitive mating strategy in the male rat. *Behavior, Neuralgic Biology*. 26:261-265.
- WEBER, W. 1982. Diseases transmitted by rats and mice. THOMSON. P. 7-10.
- WOLFE, J.; BARNETT, S. 1977. *Biol. J. Linn. Soc.*; Effects of cold on nest building by wild and domestic mice, Mus musculus. p. 73-85.
- ZOLADEK, L.; ROBERTS, W. 1978. The sensory basis of spatial memory in the rat. *Animal Learning Behavior*. 6:77-81.