

PATRÓN DEL ÁREA DE ACTIVIDAD DE *Neotomodon alstoni alstoni* (RODENTIA: CRICETINAE)*

MARÍA CANELA ROJO**
VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO**

RESUMEN

En el presente trabajo se aporta información sobre el área de actividad y los cambios poblacionales y reproductivos de una población de *Neotomodon a. alstoni* en el Cerro del Ajusco, México, D. F. El área de estudio comprendió 14 400 m²

Se llevaron al cabo ocho periodos de colecta, de marzo de 1978 a mayo de 1979. Entre un periodo y el siguiente se dejaron pasar aproximadamente 40 días. Se empleó el método de captura-recaptura utilizándose 144 trampas tipo Sherman, cebadas con hojuelas de avena.

La densidad poblacional fluctuó de 54.8 individuos/ha. en primavera a 9.7 individuos/ha. en invierno.

Se observaron altos porcentajes de actividad reproductora durante todo el año, acentuándose en los meses de primavera y verano. Asimismo, se obtuvo el mayor número de juveniles en verano y el de semiadultos en otoño.

El área de actividad de machos fue ligeramente más grande que la de las hembras. En ambos sexos se observó una relación directa de dicha área de actividad con los porcentajes de actividad reproductora. Se hace notar la influencia que tienen, sobre el área de actividad de hembras, sus diferentes estados reproductivos (receptivas, preñadas y lactantes).

Se observó, también, el solapamiento de la población en general y de machos y hembras por separado, obteniéndose porcentajes muy bajos del mismo.

Finalmente, se comparan estos resultados con el modelo de regulación poblacional propuesto por Peticrew y Sadleir (1974) para *Peromyscus* en zonas templadas.

Palabras clave: *Neotomodon alstoni alstoni*, área de actividad, actividad reproductora, solapamiento, densidad poblacional.

ABSTRACT

Home range activity was recorded in relation to population density and reproductive patterns for a population of *Neotomodon alstoni alstoni* in the Cerro del Ajusco, D. F., México. Changes in population density and reproductive activity were similar compared to temperate populations of *Peromyscus*. There was no correlation between home range sizes and density. However, we found a significant positive correlation between home range size and reproductive activity in both sexes. Males showed a greater movement pattern, and it is suggested that females breeding condition (e. g., receptives, pregnant and lacting) influenced significantly their movements. Low percentages of home range over-

* El presente trabajo es parte de la tesis profesional del primer autor.

** Becarios, Instituto de Biología, Laboratorio de Mastozoología, UNAM.

lapping were observed for both sexes. Finally, these results were in accordance with the predictions of the model proposed by Petticrew and Sadleir (1947) for temperate populations of *Peromyscus*.

Key words: *Neotomodon alstoni alstoni*, home range, reproductive activity, overlapping, population density.

INTRODUCCIÓN

Una cantidad significativa de estudios desarrollados en zonas templadas sobre diferentes especies de peromiscinos han sugerido varios modelos que explican su dinámica poblacional, patrón reproductivo y áreas de actividad (revisados por Terman, C. J., 1968; Stickel, L. F., 1968; Fuller, W. A., 1969; Harling, J. 1971; Hunter *et al.*, 1972; Petticrew y Sadleir, 1970; Fairbain, D. F., 1977a, b; Taitt, M., 1981 y otros autores).

Petticrew y Sadleir 1974 (P-S) han propuesto un modelo general referente a la regulación en el número de individuos de *Peromyscus maniculatus*. Este modelo sugiere que dentro de la época de reproducción, el número de machos adultos está regulado, probablemente, por conductas agonísticas entre ellos. Asimismo estos individuos inciden en la sobrevivencia (y/o emigración?) de los juveniles presentando una conducta agresiva hacia ellos. Al término de la reproducción, la sobrevivencia de los juveniles es alta, alcanzando su mayor número durante este tiempo. Por otro lado, las hembras son más tolerantes entre ellas y su número tiende a aumentar durante la época reproductiva. En resumen, durante la época reproductiva, el número de machos y juveniles está determinado por la conducta agonística de los machos adultos, en tanto que el número de hembras está regulado por la longitud del periodo reproductivo.

A su vez, el área de actividad de un individuo nos da idea de su comportamiento territorial o espacial. Variaciones en el área de actividad pueden corresponder a diferentes respuestas a cambios bióticos (densidad de población, Terman, C. R., 1968; comportamiento agonístico, Eisenberg, J. F., 1968; Healey, M. C., 1967; Sadleir R.M.F.S. 1965; Taitt, M., 1981) y abióticos (Stickel, L. F., 1968; Fordham, R. A., 1971; Taitt M., 1981).

El presente trabajo tiene por objetivos: 1) examinar el modelo anterior con respecto a las áreas de actividad que presenta una población de *Neotomodon a. alstoni*; 2) determinar qué factores pueden influir en el área de actividad de esta especie.

ANTECEDENTES

Originalmente el género *Neotomodon* fue descrito por Merriam, C. H., 1898 con tres especies, colocándolo en un grupo intermedio entre los géneros *Microtus* y *Peromyscus*. Miller, G. S. y J. A. Rhen, 1901, lo colocan dentro de la familia Muridae incluyéndolo en la subfamilia Neotominae. Goldman, E. A., 1910, ex-

cluye a *Neotomodon* de esta subfamilia y por las semejanzas del cráneo y de la dentición lo coloca dentro de la familia Cricetidae. Davis, W. B., 1944, establece para el género una especie con dos subespecies y Davis, W. B. y L. A. Follansbee, 1945, corroboran lo anterior basados en la forma del cráneo, estructura dentaria y hábitos. A partir de entonces se han realizado estudios de su distribución geográfica (Goldman, E. A. y R. T. Moore, 1946; Villa-R. B., 1953; Hall, E. R., 1981; Ramírez-P. J., 1969); estudios de sistemática (Hooper, T. E. y G. G. Musser, 1964); estudios de su biología con animales en cautiverio (Martín, E. F. y Ticul Álvarez, 1982; Estrada, L. E., 1978; Zarco, P. B., 1981); ontogenéticos (Guzmán, G. L., 1969); relacionados a los ectoparásitos y comensales que hospedan (Barrera, A., 1968, 1969; Hentschel, A. E., 1979); citogenéticos (Uribe, A. M., 1972, 1977); anatómicos (Esquivel M. P., 1975; Montoya C. G., 1978).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El área de estudio pertenece a la delegación Tlalpan, Distrito Federal, situada en la ladera norte del Cerro del Ajusco. Se encuentra localizada sobre los paralelos 19°14' latitud norte y 99°14' longitud oeste, a una altitud de 2 850 metros sobre el nivel del mar. El acceso a esta localidad es a través de la carretera que lleva al Albergue Alpino Ajusco, en la vecindad del kilómetro 14.5 (Mapa 1).

Topografía

El Cerro del Ajusco pertenece a la formación Chichinautzin formada durante el Plioceno y caracterizada por tener derrames de lava basáltica (Carta Geológica de México, 1968). Este cerro forma parte de la cordillera Neovolcánica de México, que corre de este a oeste sobre el paralelo 19°.

El área de estudio se caracteriza por ser un terreno muy poco accidentado, teniendo en la parte norte un suelo bastante rocoso y en la parte central una zona de pinos, donde la capa de suelo es rica en materia orgánica.

Clima

Según la carta de climas de DETENAL, 1970, el clima de la región corresponde al tipo: C(W2)(W)(b)i, considerado como el más húmedo de los templados, subhúmedo con régimen de lluvias de verano. El verano es fresco, largo e isotermal. Durante el invierno se hacen frecuentes las heladas. La temperatura media del mes más frío oscila entre -3° y 18°C ; la del mes más caliente entre 6.5° y 22°C .

Vegetación

En el área de estudio se encuentran las siguientes especies arbóreas: *Pinus montezumae*, *P. hartwegii*, *P. patula*, *P. radiata* y *Cupressus* sp. Actualmente está bajo un programa de reforestación. Los zacatonales que forman parte de la vegetación asociada, cubren casi la totalidad del suelo del área de estudio. Están formados por gramíneas altas y fasciculares pertenecientes, principalmente, a los géneros *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Festuca*. Además, se encuentran arbustos del tipo de las compuestas como *Bacharis glutinosa* y una gran cantidad de plantas anuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió 14 400 m². Durante el estudio se dividió en cuadrantes de 10 m de lado. Los vértices de cada cuadro tuvieron asignados una letra y un número, de la A a la L y del 1 al 12 respectivamente, obteniéndose 12 líneas por cada lado. En cada vértice se colocó una trampa orientada hacia el centro del área. Se empleó el método de captura-marcado-recaptura, utilizando 144 trampas tipo Sherman cebadas con hojuelas de avena.

Se llevaron al cabo ocho períodos de colecta, de marzo de 1978 a mayo de 1979, en las siguientes fechas:

Periodo 1. Del 21 de marzo al 7 de abril de 1978. Primavera.

Periodo 2. Del 15 al 29 de mayo de 1978. Primavera.

Periodo 3. Del 6 al 20 de julio de 1978. Verano.

Periodo 4. Del 25 de agosto al 8 de septiembre de 1978. Verano.

Periodo 5. Del 17 al 31 de octubre de 1978. Otoño.

Periodo 6. Del 16 al 30 de diciembre de 1978. Otoño-invierno.

Periodo 7. Del 8 al 22 de febrero de 1979. Invierno.

Periodo 8. Del 22 de abril al 6 de mayo de 1979. Primavera.

Cada uno de estos periodos consistió en 10 días de trabajo interrumpidos por 5 días de descanso. Entre un periodo y el siguiente se dejaron pasar, aproximadamente, 40 días. Las colectas realizadas fueron nocturnas, debido a que esta especie presenta su actividad máxima durante estas horas (Davis, W. B., y L. A. Follansbee, 1954).

La colocación de las trampas se realizó por la tarde, de 18.00 a 19.00 horas. Al día siguiente a las 07.00 horas se recogían las trampas, recopilando los siguientes datos: número de trampa e individuo, sexo, peso y medidas somáticas. El estado reproductor de los machos se tomó de acuerdo con el tamaño y posición de los testículos y para las hembras, la presencia de embriones, el desarrollo mamario, estado de la sínfisis púbica y de la vagina. Posteriormente se marcaba al ejemplar mediante la técnica de ectomización de falanges (Martof, B. S., 1953), liberándose después en el sitio de captura.

Area de actividad

Para obtener el área de actividad o ámbito hogareño de esta especie, se utilizó el método de área de actividad de Hayne D. W., 1949, 1950. Este método se basa en encontrar el centro geográfico de actividad del animal, trazando un sistema de coordenadas y localizando dentro de él sus capturas. A partir de este punto se trazó una línea al punto de captura más lejano considerándose ésta como radio de una circunferencia cuya superficie nos indica un estimador del área de actividad.

Sobrelapamiento

Para obtener el sobrelapamiento de machos y de hembras se efectuó un conteo del número de trampas y frecuencia de capturas de los individuos, tomando como sobrelapamiento solamente las trampas en que cayeron dos o más individuos diferentes.

Dado que el análisis demográfico y reproductivo está basado en técnicas de trampeo, Sánchez-Cordero, V., 1980, determinó el índice de trampeo (*sensu* Krebs, C. J., *et al.*, 1976) para machos y hembras en esta población. El alto porcentaje de este índice (mayor del 80%) nos permite obtener resultados confiables.

RESULTADOS

Dentro de la zona de estudio se capturaron, además de *Neotomodon a. alstoni* otras especies de roedores que fueron *Microtus m. mexicanus*, *Peromyscus maniculatus* y *Reithrodontomys megalotis*. De todas éstas, *N. a. alstoni* fue la que presentó mayor abundancia.

1) Densidad Poblacional.

Al referirnos al número de individuos capturados (Gráfica 1), se observa que se alcanza un máximo durante la primavera con 54.8 individuos/ha. La densidad desciende paulatinamente en las siguientes colectas hasta alcanzar su mínimo durante el otoño-invierno, con un valor de 9.7 individuos/ha. En la última colecta, primavera 1980, se observa una leve recuperación.

En las gráficas 2a. y 2b, se muestran, en porcentaje, las estructuras de edades de los individuos capturados para machos y hembras respectivamente. Ambos presentan un patrón similar en los cambios de la densidad. Los machos adultos predominan en todas las colectas, mientras que los semiadultos alcanzan un 10% como máximo durante la quinta colecta (otoño, 1979). Los machos juveniles alcanzan un máximo de 5% en las colectas correspondientes a finales de verano y otoño. Las hembras adultas, a su vez, predominan en todas las colectas.

Las semiadultas alcanzan un máximo de 15% en otoño, en tanto las juveniles presentaron porcentajes muy bajos. Es claro que el porcentaje más alto de individuos semiadultos y juveniles corresponde al mes de octubre. De acuerdo con el modelo de P-S, esta época debe corresponder al periodo final en la fase reproductiva de los machos.

2) Área de actividad, densidad y reproducción.

En la gráfica 3, se observa el número de machos que fueron procesados para la obtención del área de actividad. Este número es ligeramente más bajo al de los individuos capturados, ya que el método seguido para su obtención requería de individuos que fueran capturados más de una sola vez y en más de una sola trampa.

El área de actividad aumenta, durante la primavera, alcanzando su máximo en el verano con 3 193 m² para luego disminuir en el otoño e invierno alcanzando un mínimo de 564 m².

La gráfica 4 representa el área de actividad de las hembras, con el número de éstas procesado. Durante las primeras colectas se observa una fluctuación entre el área de actividad y la densidad poblacional. A finales de otoño e invierno se registra una relación inversa entre el número de hembras procesado y su área de actividad.

En la gráfica 5, se relacionan, por colecta, los porcentajes de actividad que presentan. Aquí se observa una relación directa para machos activos reproductivamente, entre su área de actividad y sus porcentajes de actividad reproductora. Durante las cinco primeras colectas se alcanza un máximo de actividad reproductora, llegando al 100% en la primavera y el verano, para bajar bruscamente a un 40% en el otoño y a un 30% en el invierno. En la primavera de 1980, se alcanza un 65% de actividad reproductora. Su área de actividad correspondiente, aumenta hasta alcanzar su máximo durante el verano, con 3 193 m² y desciende hasta los 796 m² durante el final del otoño. Se recupera ligeramente en el invierno y primavera siguientes, con 967 m². El análisis de correlación fue significativo ($r=0.748$, $P<0.01$, $n=7$) lo cual sugiere que a mayor actividad reproductora corresponde una mayor área de actividad.

En la gráfica 6, se relaciona por colecta, los porcentajes de actividad reproductora de hembras, así como el área de actividad que presentan. Durante las cuatro primeras colectas, de primavera a verano, el porcentaje de reproducción es alto, variando entre 80 y 95% hasta alcanzar un 100% durante el otoño. No se observa actividad durante la colecta de invierno y se incrementa al 92% durante la siguiente primavera. Con respecto al área de actividad, se observa un descenso hasta finalizar el verano, para fluctuar posteriormente. Con el objeto de ampliar las posibles explicaciones al relacionar las hembras reproductivas con su área de actividad, éstas se desglosaron en receptoras, preñadas y lactantes (Tabla 1).

Las hembras receptoras disminuyen su área de actividad gradualmente a lo largo del año. No hubo captura de hembras receptoras durante el invierno y se observa un ligero ascenso en la siguiente primavera. El promedio del área de actividad fue de 1 241 m². El área de actividad de hembras preñadas se encuentra en el intervalo de 490 a 1 552 m². Su promedio fue de 979 m². Las hembras lactantes sólo se presentaron durante la segunda, cuarta, quinta y sexta colecta. Su promedio fue de 1 684 m².

En la Tabla 2 se resumen los resultados obtenidos para el solapamiento de áreas de actividad de machos y hembras de *Neotomodon a. alstoni*. Se observaron, en general, índices de solapamiento muy bajos. El valor máximo obtenido para los machos fue de 61% y el de las hembras de 47.3% llegando a no presentar solapamiento en el otoño e invierno. Asimismo, se observaron valores bajos de solapamiento para el número total de individuos, siendo el máximo de 60.5% en la primavera y el mínimo de 20.7% en el verano.

DISCUSIÓN

La presente discusión se basa, principalmente, en la comparación de nuestros resultados con los citados por varios autores para el género *Peromyscus*. Estudios comparativos entre diferentes poblaciones o especies relacionadas, son importantes para elucidar mecanismos causales que determinan su comportamiento poblacional y reproductivo.

Densidad de población.

La densidad poblacional, obtenida en este estudio, cae dentro del intervalo de 1 a 43 individuos/ha. mencionado para diferentes especies del género *Peromyscus* (Caldwell, L. D., 1964; Davenport, L. B. Jr., 1964; Manville, R. H., 1949; Stickel, L. F., 1960; Sullivan, T. P., 1977). El patrón de fluctuación en *Neotomodon* es similar al de poblaciones de *Peromyscus* de zonas templadas; un descenso, a medida que la época de reproducción avanza hasta alcanzar una densidad baja en época no reproductiva. No se encontró una correlación significativa entre la temperatura, precipitación y densidad poblacional (Sánchez-Cordero, V., *op. cit.*). Dado que se capturaron regularmente otras especies de roedores —*P. maniculatus*, *M. mexicanus* y *R. megalotis*— fue importante determinar si no existió algún efecto competitivo que pudiera influir en la fluctuación poblacional de *Neotomodon*. No se encontró correlación entre las densidades de población que sugiriera una interacción competitiva (Sánchez-Cordero, V., *op. cit.*). Este resultado es importante ya que todas las inferencias poblacionales son resultado, probablemente, de interacciones intraespecíficas y no interespecíficas, durante el año de estudio.

Reproducción y Área de actividad.

La época de reproducción, de esta población, se extiende de marzo a noviembre en los machos y de marzo a diciembre en las hembras. Sadleir, R. M. (1974) y Fairbain, D. J., (1977), encontraron un patrón reproductivo similar. Sin embargo, el periodo no reproductivo es más corto en *Neotomodon*. Esto permite que la fluctuación poblacional sea moderada y que el número de individuos que entra en la siguiente época reproductiva sea relativamente alto, como lo predice el modelo de P-S. *Neotomodon* se ajusta a este modelo como lo indica la gráfica 1. El porcentaje de individuos que inicia el siguiente periodo reproductivo (primavera 1980), es relativamente alto con respecto a poblaciones de *Peromyscus* de zonas templadas (Healey, M. C., 1967; Fuller, W. A., 1969; Sadleir, R. M., 1974; Fairbain, D. J., 1977a b).

Durante la época de reproducción, el modelo de P-S sugiere que, el número de machos adultos, está determinado por una conducta agonística entre ellos. A su vez, los machos adultos suprimen la sobrevivencia (¿y/o emigración?) de los juveniles, también por conducta agonística.

A partir de esta hipótesis del modelo de P-S se pueden sugerir las siguientes predicciones:

1. El solapamiento de áreas de actividad de los machos adultos es mínimo en la época reproductiva.
2. El número de individuos juveniles, capturados, alcanza su nivel más bajo en los picos de reproducción de machos adultos.

Los resultados de este trabajo demuestran que en los porcentajes más altos de machos activos, se obtuvieron los porcentajes más bajos de solapamiento de sus áreas de actividad. Además, el área de actividad de éstos, varía directamente con la actividad reproductora ($r=0.750$, $P<0.01$, $n=7$). Esto sugiere que el número de machos capturados en esta época, está regulado por una conducta territorial. Eisenberg, J. F., 1963a, ha demostrado que machos activos reproductivamente, presentan una conducta agonística mayor que los machos inactivos en *Peromyscus*. Con respecto a los juveniles, observamos que el número de individuos capturados, aumenta conforme la época reproductiva de los machos empieza a declinar, alcanzando un máximo en la fase final.

Por otro lado, ambos sexos presentaron áreas de actividad mayores en primavera y verano y menores a finales de otoño e invierno. Este patrón se repite aparentemente en la mayoría de las especies que informa la literatura (Terman, C. R., 1968; Stickel, L. F., 1968; Taitt, M., 1981). Las hembras tuvieron, en general, áreas de actividad menores que los machos. Estos cambios, en el área de actividad, se han relacionado con variaciones en la disponibilidad del alimento. Fordham, R. A., 1871; Fairbain, D. J., 1977 y Taitt, M., *op. cit.*, han demostrado que al aumentar la disponibilidad de alimento, las áreas de actividad han disminuido significativamente para machos y hembras de *Peromyscus*. Taitt, M., *op. cit.*, propone que los machos expanden su área de actividad en primavera, para

obtener el alimento necesario e incrementar su peso y reproducirse. Asimismo, las hembras incrementan su área, aunque en menor proporción. Nuestros datos concuerdan con este patrón (Figs. 3 y 4). Esto sugiere, que la disponibilidad del recurso alimenticio, es un factor importante que determina el área de actividad de los machos y hembras en nuestra población. Si este razonamiento es correcto, entonces un programa de suplemento alimenticio en *Neotomodon* reduciría su área de actividad en este periodo. De acuerdo con el modelo de P-S, los machos incrementan su área de actividad en primavera, como resultado de conducta agonística entre ellos. De esta manera, es importante determinar el efecto del alimento (disponibilidad del recurso) sobre la agresión (conducta agonística) y el área de actividad. Un experimento que contemple este aspecto, sería sumamente útil, si se logran medir la conducta agonística y el área de actividad de manera independiente.

Fairbairn, D. J., *op. cit.*, sugiere otra hipótesis que explica el aumento del área de actividad de machos en primavera. Durante este periodo, los machos compiten fuertemente por las hembras. Dado que el número de hembras se reduce, la relación de machos a hembras disminuye. Por tanto, los machos excluyen a otros, aumentando su área de actividad y, por ende, la probabilidad de contacto con un mayor número de hembras. De acuerdo con esta hipótesis, la conducta agonística y el área de actividad, están relacionadas, directamente, con el número de hembras y no con la disponibilidad del alimento. Sin embargo, los datos en nuestro estudio, indican que existe un aumento en el número de hembras durante este periodo, a diferencia de las poblaciones de *Peromyscus* en zonas templadas (Fig. 2b). Este resultado sugiere que el aumento del área de actividad, está relacionado con la disponibilidad del alimento y no con el número de hembras.

Las hembras, a su vez, incrementan su número a finales de primavera y principios de verano, como lo indica el modelo de P-S. Este periodo comprende un alto porcentaje de hembras receptivas (Sánchez-Cordero, V., *op. cit.*), que coincide con un máximo en el área de actividad de los machos. Asimismo, las hembras disminuyen su actividad en este tiempo.

La diferencia en el área de actividad de las hembras en los distintos estadios reproductivos —receptivas, preñadas y lactantes— está asociada, muy probablemente, a la demanda energética de estas fases. La mayor área de actividad la presentaron las hembras lactantes, ya que en esta fase la demanda energética es máxima (Millar, J. S., 1975), seguida por hembras preñadas y receptivas. Por tanto, las hembras lactantes tienen que ampliar su área de actividad, para obtener más alimento y satisfacer su demanda energética; esto explicaría el bajo porcentaje de solapamiento entre las hembras lactantes. Taitt, M., *op. cit.*, observó que, al agregar alimento a una población de *Peromyscus*, las hembras lactantes disminuyeron su área de actividad, con respecto a un testigo. Esto sugiere que el área de actividad en hembras está afectada por su condición reproductiva y la disponibilidad del alimento en el ambiente.

En resumen, se pueden destacar los siguientes puntos de este trabajo:

1) La densidad poblacional para *N. a. alstoni* cae dentro del intervalo mencionado para diferentes especies del género *Peromyscus*.

2) El patrón del área de actividad y periodo reproductivo de nuestra población se ajusta al modelo propuesto por Peticrew y Sadleir (1974) (P-S).

El periodo reproductivo es más corto en *N. a. alstoni* y esto permite que la fluctuación poblacional sea moderada y que el número de individuos que entra en la siguiente época reproductiva sea relativamente mayor.

Los machos adultos amplían su área de actividad durante la época reproductiva debido, probablemente, a una conducta agonística e inciden en la sobrevivencia y/o emigración de los juveniles. A su vez, las hembras lactantes aumentan su área de actividad, para obtener más alimento y suplir su alta demanda energética.

3) Se sugiere desarrollar un experimento que contemple un programa de suplemento alimenticio, con el objeto de demostrar el efecto de la disponibilidad del alimento sobre la conducta agonística de machos, estadios reproductivos de hembras y áreas de actividad.

AGRADECIMIENTOS

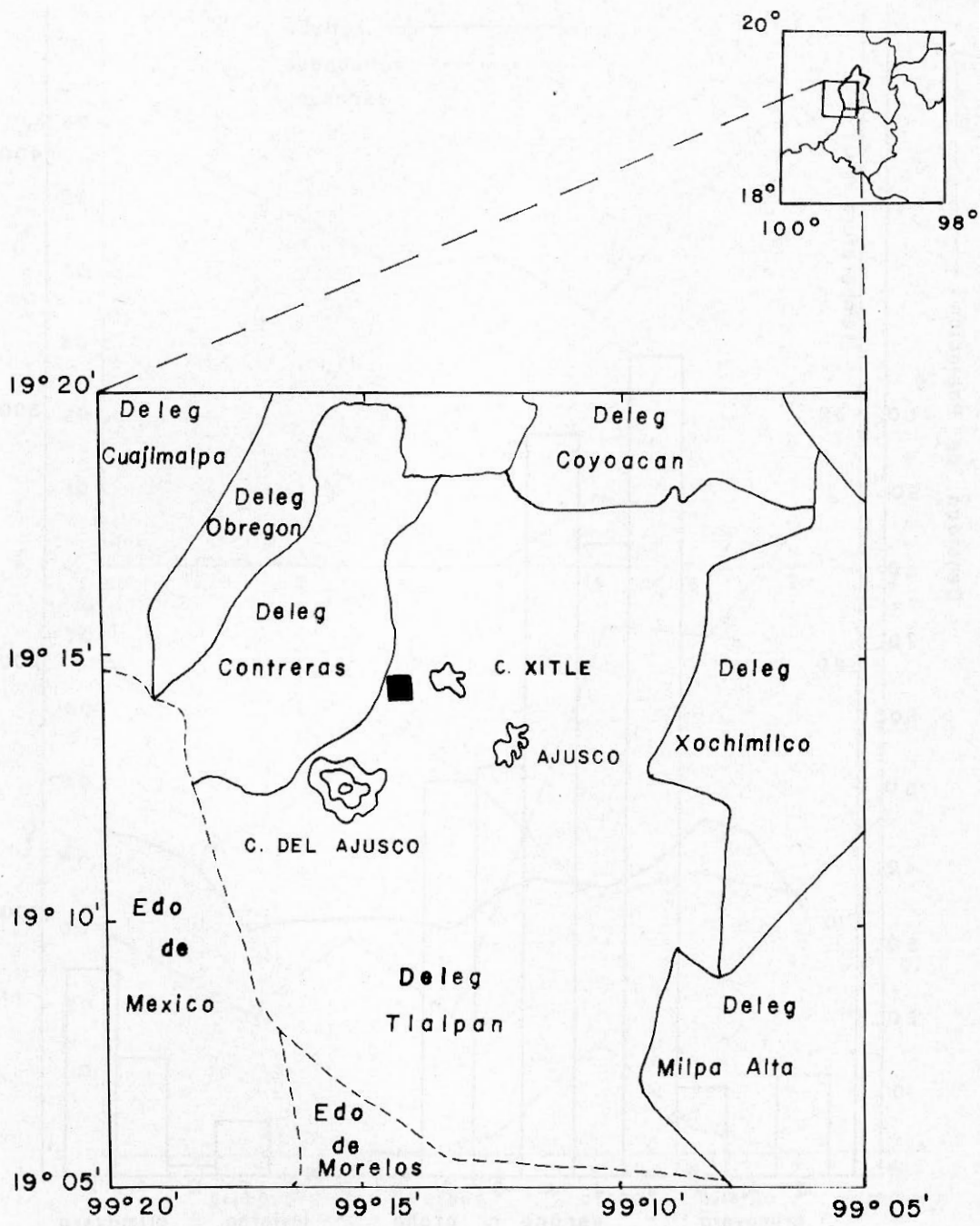
Los autores agradecen al Dr. Bernardo Villa-Romírez por su revisión crítica al manuscrito y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

LITERATURA CONSULTADA

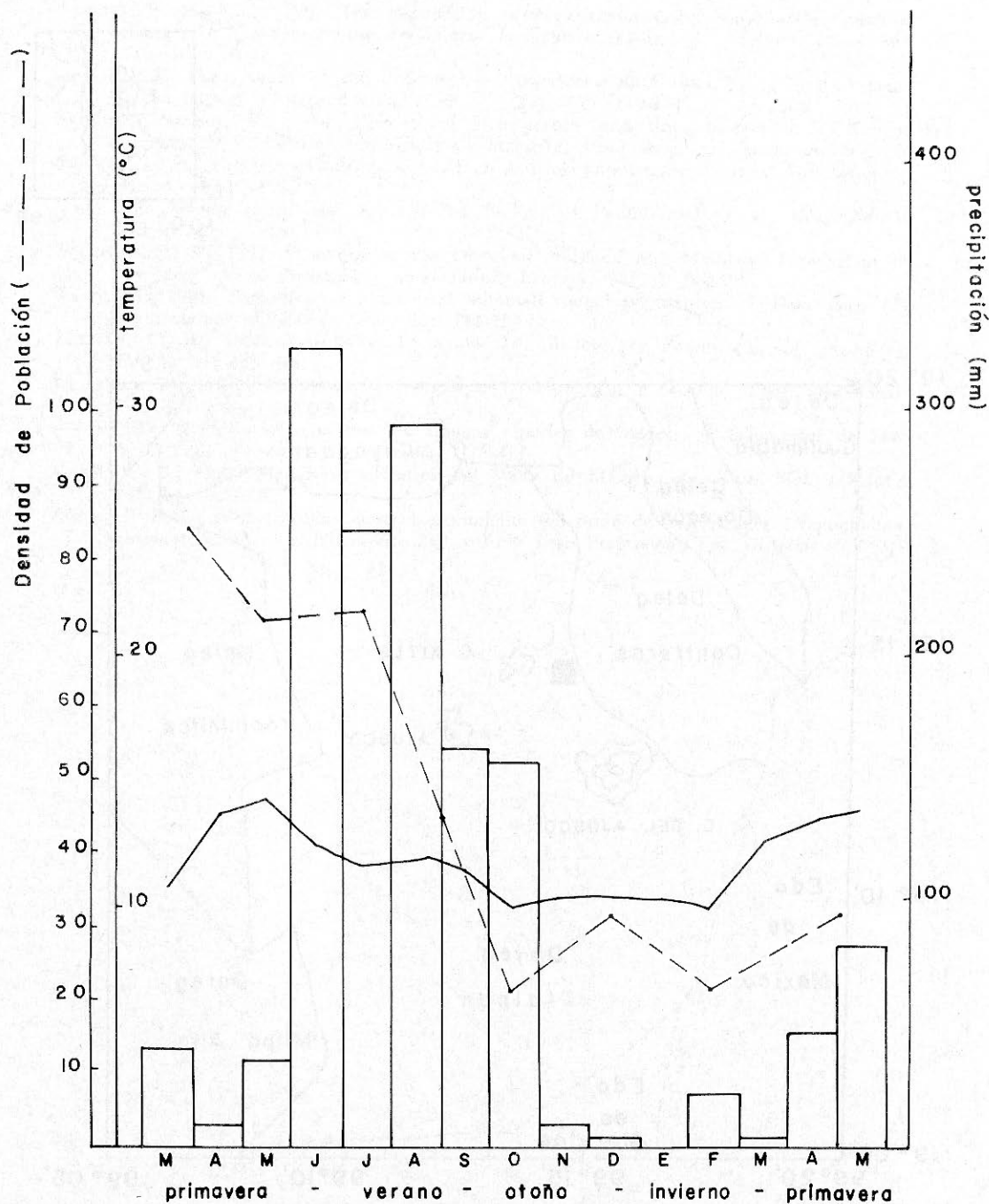
- BARRERA, A., 1968. Distribución cliserial de los sifonáptera del Volcán Popocatepetl, su interpretación Biogeográfica. *An. Inst. Biol. UNAM, México* 39, ser Zool., (1): 35-100.
- , 1969. Notes on the behavior of *Laberopsyllus traubi*, a cucujoid-beetle associated with the Volcano Mouse *Neotomodon alstoni* in Mexico. *Proc. of the Ent. Soc. of Wash.*, 71: 481-486.
- CALDWELL, L. D., 1964. An investigation of competition in natural populations of mice. *Jour. Mamm.*, 45: 12-30.
- CARTA DE CLIMAS DE DETENAL. 1970. México, 14 Q-V.
- CARTA GEOLÓGICA DE MÉXICO. 1968. Hoja México. *Inst. Geol. UNAM*.
- DAVENPORT, L. B., Jr., 1964. Structure of two *Peromyscus polionotus* populations in old-field ecosystems at the AEC Savannah River Plant. *Jour. Mamm.*, 45:95-113.
- DAVIS, W. B., 1944. Notes on Mexican Mammals. *Jour. Mamm.*, 25(4): 370-403.
- DAVIS, W. B., and L. A. FOLLANSBEE, 1945. The mexican Volcano Mouse *Neotomodon*. *Jour. Mamm.*, 26(4): 401-411.
- EISENBERG, J. F., 1963a. The intraspecific social behavior of some cricetine rodents of the genus *Peromyscus*. *Amer. Midland Nat.*, 69: 240-246.
- , 1968. Behavior Patterns. In: *Biology of Peromyscus* (J. A. King Edit.), 451-490.
- , 1981. *The Mammalian Radiations. Univ. of Chicago Press*. Chicago, London 610 pp.
- ESQUIVEL, M. P., 1975. Estudio de la musculatura craneal y cervical en el ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM*.
- ESTRADA, L. E., 1978. Estudio sobre la reproducción del ratón de los volcanes (*Neotomo-*

- don a. alstoni*) silvestre y nacido en el laboratorio (F1 y F2). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM*.
- FAIRBAIN, D. J., 1977a. The spring decline in deer mice: death or dispersal? *Can. J. Zool.*, 55(1): 84-92.
- , 1977b. Why breed early? A study of reproductive tactics in *Peromyscus*. *Can. J. Zool.*, 55(5): 862-871.
- FORDHAM, R. A., 1971. Field populations of deer mice with supplemental food. *Ecology*, 52: 138-146.
- FULLER, W. A., 1969. Changes in numbers of three species of small rodent near Great Slave Lake, N.W.T., Canada, 1964-1967, and their significance for general population theory. *Ann. Zool. Fennici*, 6: 113-144.
- GOLDMAN, E. A., 1910. Revision of the Wood Rats of the genus *Neotoma*. *N. Amer. Fauna*, 31: 1-124.
- GOLDMAN, E. A. and R. T. MOORE, 1946. The Biotic Provinces of Mexico. *Jour. Mamm.*, 26(4): 347-360.
- GUZMÁN, G. L., 1969. Variación ontogénica de los molares del ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM*.
- HALL, E. R., 1981. The Mammals of North America. Vol. II. *The Ronald Press Co.*, N. York.
- HARLING, J., 1971. A technique for precisely timing captures of *Peromyscus maniculatus*. *Can. J. Zool.*, 49: 1275-1277.
- HAYNE, D. W., 1949. Calculation of Size of Home Range. *Jour. Mamm.*, 30(1): 1-17.
- , 1950. Apparent home range of *Microtus* in relation to distance between traps. *Jour. Mamm.*, 30: 26-39.
- HEALEY, M. C., 1967. Aggression and self-regulation of population size in deer mice. *Ecology*, 48: 377-392.
- HENTZCHEL, A. E., 1979. Biología del pseudoescorpión *Dinocheirus* sp. asociado a *Neotomodon alstoni* (Mammalia: Rodentia). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM*.
- HOOPER, T. E. and G. G. MUSSER, 1964. Notes on classification of the rodents genus *Peromyscus*. *Ocass. Papers, Mus. Zool. Univ. Michigan*, 125: 1-57.
- HUNTER, D. M., et al., 1972. Studies on the ecology of cuterebrid parasitism in deer mice. *Can. J. Zool.*, 50: 25-29.
- KREBS, C. J., 1976. *Microtus* Population Biology: Dispersal in fluctuating Populations of *M. townsendii*. *Can. J. Zool.*, 54: 79-95.
- MANVILLE, R. H., 1949. A study of small mammal populations in northern Michigan. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan*, 73: 1-83.
- MARTIN, E. F., y TICUL ÁLVAREZ S., 1982. Crecimiento y desarrollo en el laboratorio de *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae). *An. Esc. Nal. Cienc. Biol., Méx.*, 26: 55-84.
- MARTOF, B. S., 1953. Territoriality in the green frog *Rana clamitans*. *Ecology*, 34: 165-174.
- MERRIAM, C. H., 1898. A New Genus (*Neotomodon*) and three new species of murine rodents from the mountains of Southern Mexico. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 12: 127-129.
- MILLAR, J. S., 1975. Tactics of energy partitioning in breeding *Peromyscus*. *Can. J. Zool.*, 53: 967-976.
- MILLER, G. S. and J. A. RHEN, 1901. Systematic results of the study of North American land Mammals to the close of the year 1900. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 30(1): 1-352.
- MONTONA, C. G., 1978. Morfología del aparato reproductor masculino de *Neotomodon alstoni* Merriam 1898 (Mammalia: Cricetidae). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM*.
- PETTICREW, B. C., and R. M. F. S. SADLEIR, 1970. The use of index trap lines to estimate population numbers of deer mice (*Peromyscus maniculatus*) in a forest environment in British Columbia. *Can. J. Zool.*, 48: 385-389.
- , 1974. The ecology of deer mouse *Peromyscus maniculatus* in a coastal coniferous forest. I Population dynamics. *Can. J. Zool.*, 52: 107-118.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., 1969. Contribución al estudio de los mamíferos del Parque Nacional "Lagunas de Zempoala", Morelos, Méx. *An. Inst. Biol. UNAM, ser. Zool.*, (2): 253-290.

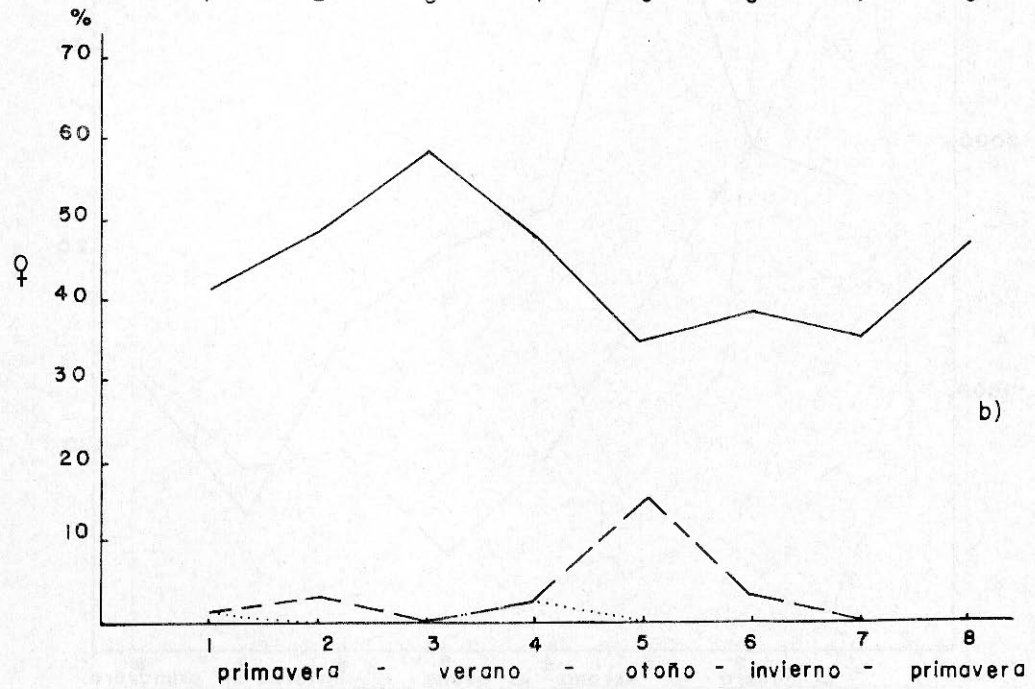
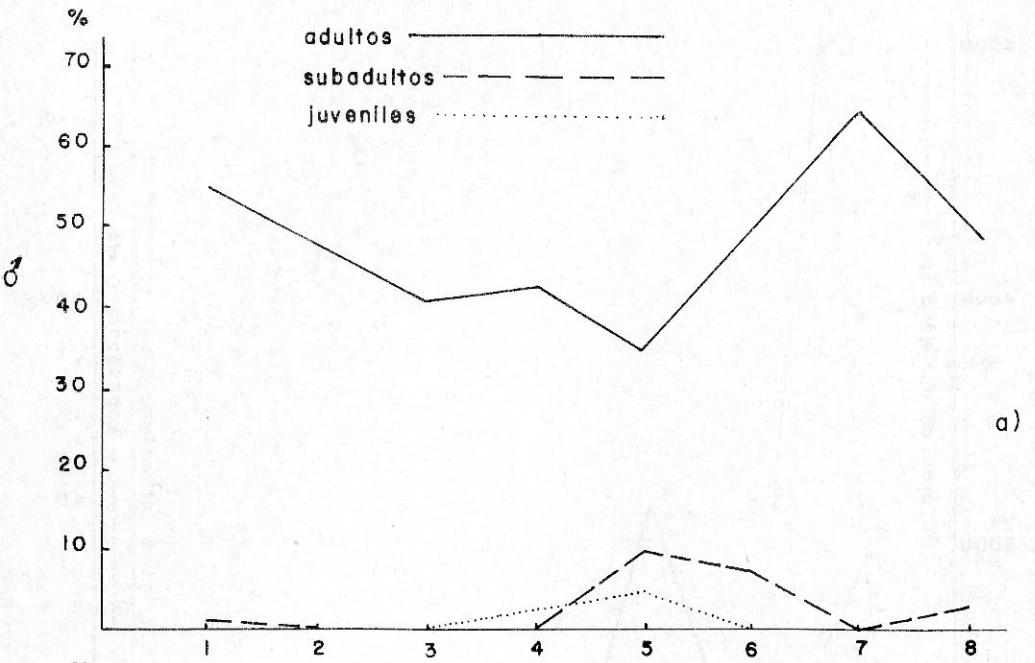
- SADLEIR, R. M. F. S., 1965 The relationship between agonistic behaviour and population changes in the deer mouse *Peromyscus maniculatus* (Wagner). *J. Anim. Ecol.*, 34: 331-352.
- , 1974. The ecology of the deer mouse *Peromyscus maniculatus* in a coastal coniferous forest. II Reproduction. *Can. J. Zool.*, 52: 119-131.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., 1980. Patterns of Demography and Reproduction in a Rodent Community in Central Mexico. Tesis Maestría. *Univ. Michigan, Ann. Arbor.*
- STICKEL, L. F., 1960. *Peromyscus* ranges at high and low populations densities. *Jour. Mamm.*, 41: 433-440.
- , 1968. Home range and Travels. In: *Biology of Peromyscus*. (J. A. King Edit.), 373-407 pp.
- SULLIVAN, T. P., 1977. Demography and Dispersal in island and Mainland Populations of the deer mouse *Peromyscus maniculatus*. *Ecology*, 58(5): 964-978.
- TAIT, M., 1981. The effect of extra food on small rodent populations: I. Deer mice (*P. maniculatus*). *J. Anim. Ecol.*, 50: 111-124.
- TERMAN, C. R., 1968. Population Dynamics. In: *Biology of Peromyscus*. (J. A. King Edit.), 412-445 pp.
- URIBE, A. M., 1972. Estudios citogenéticos en *Neotomodon a. alstoni*. Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM.*
- , 1977. Estudios citogenéticos en algunas especies de roedores y lagomorfos de México. Tesis Doctoral. *Fac. Ciencias, UNAM.*
- VILLA, R. B., 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 23(1-2): 269-492.
- ZARCO, P. B. L., 1981. Estudio sobre el crecimiento del ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) nacido en el laboratorio (F1 y F2). Tesis Profesional. *Fac. Ciencias, UNAM.*



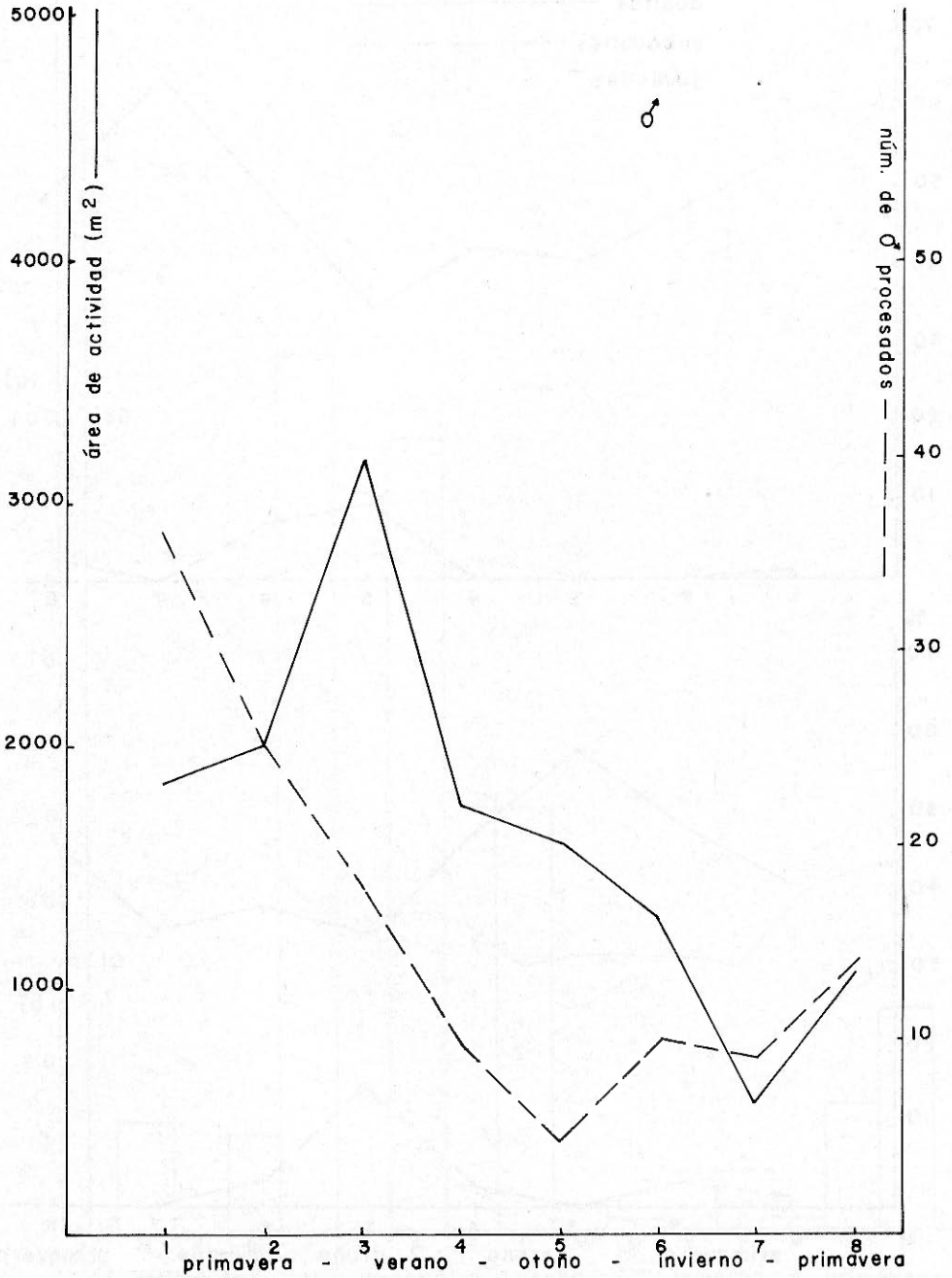
Mapa 1. Localización del área de estudio (■).



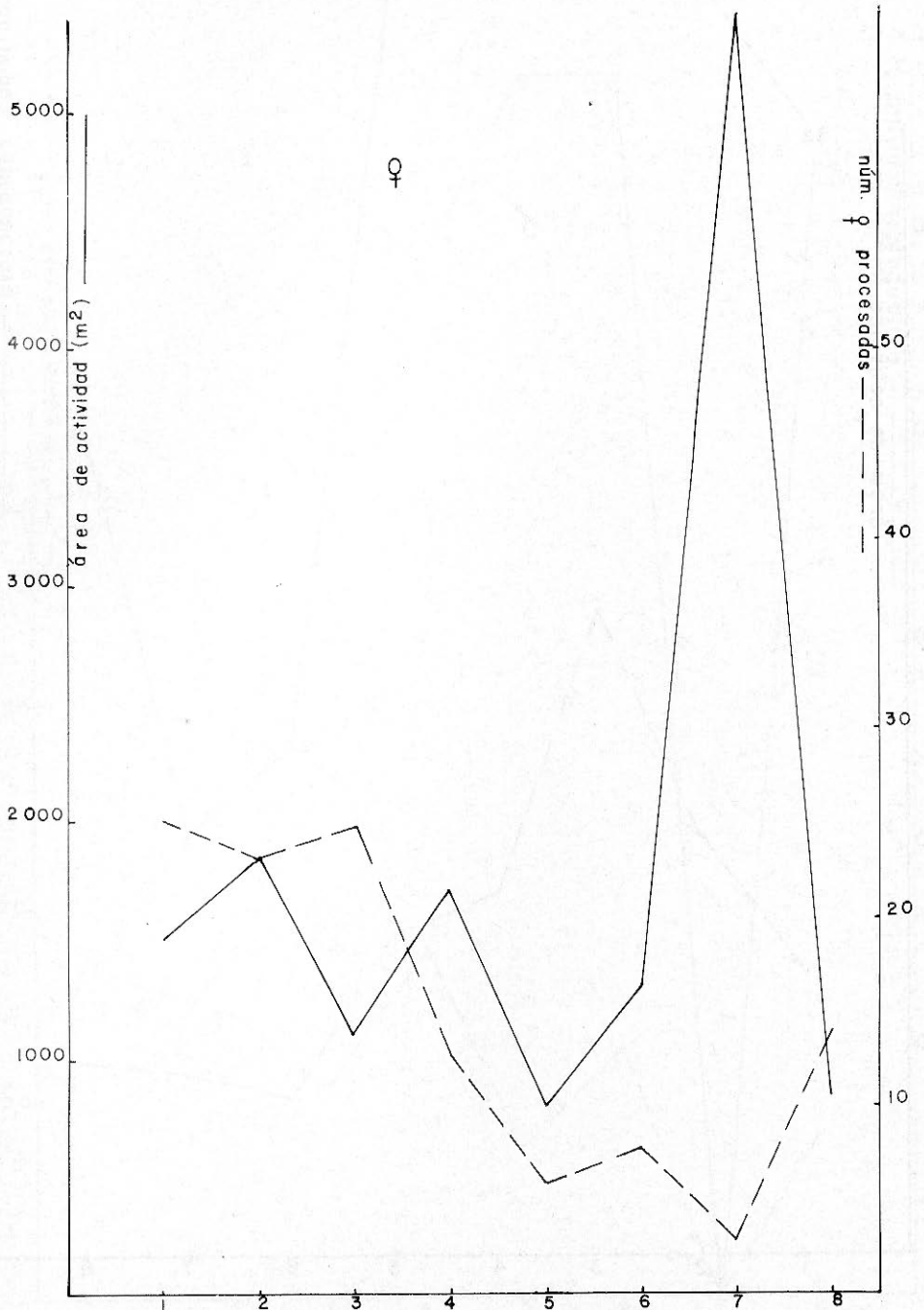
Gráfica 1. Cambios mensuales en la precipitación pluvial y en la temperatura según la estación "Ajusco", relacionados a los cambios de densidad de población presentados por *Neotomodon a. alstoni*.



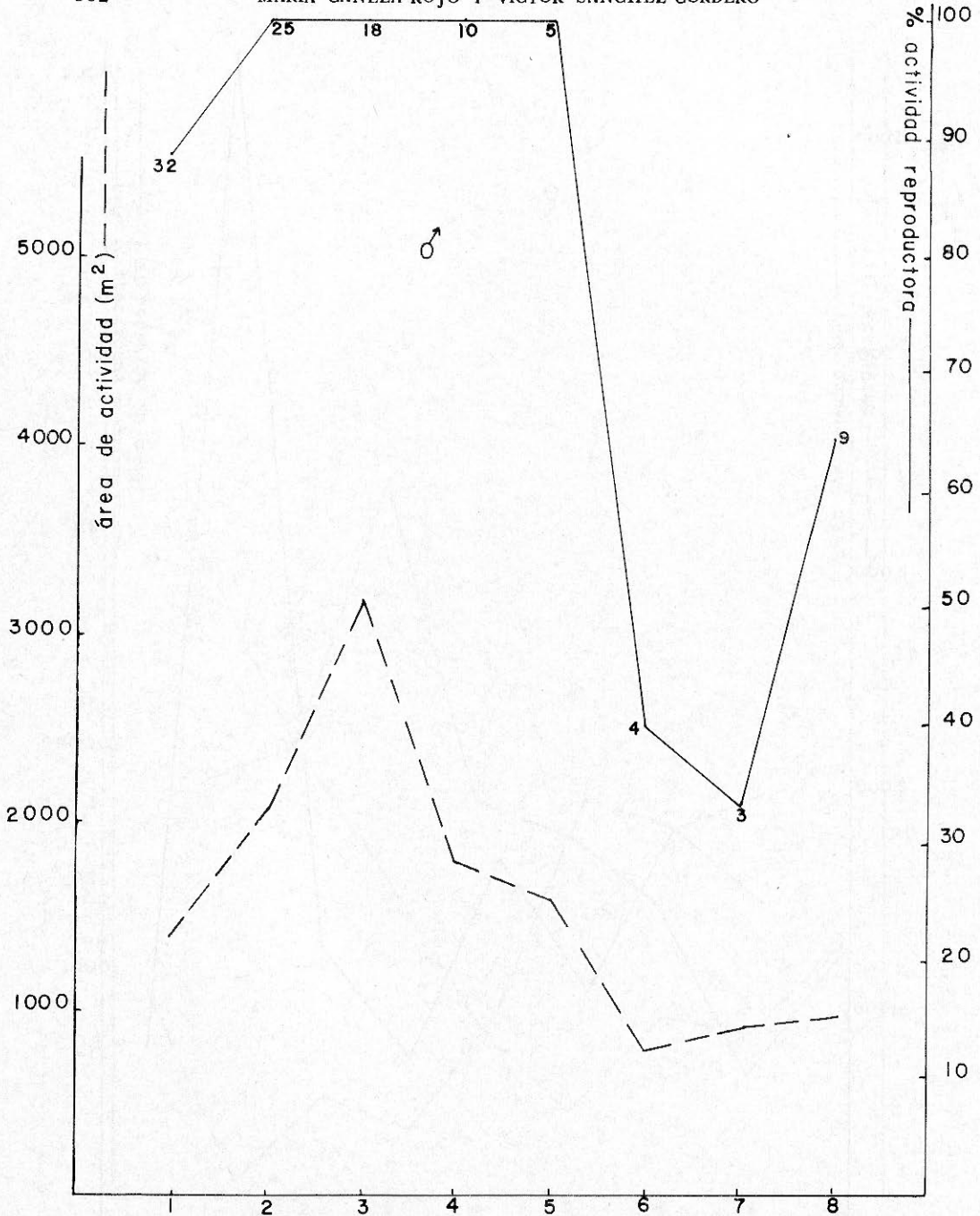
Gráficas 2 y 2b. Estructura de edades del ratón de los volcanes por sexos, machos y hembras respectivamente.



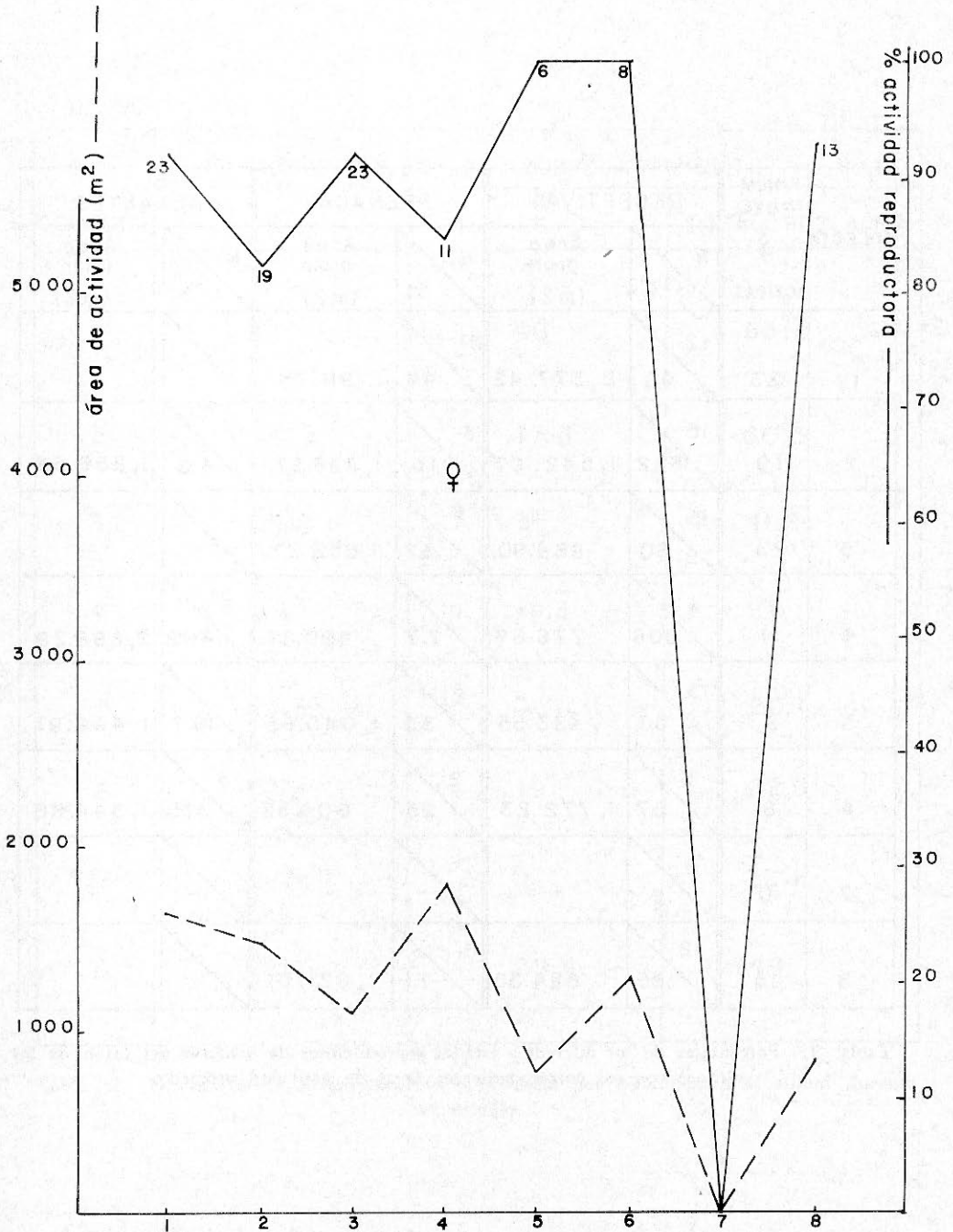
Gráfica 3. Área de actividad de machos con respecto al número de individuos procesado.



Gráfica 4. Área de actividad de hembras con respecto al número de individuos procesado.



Gráfica 5. Porcentajes de actividad reproductora de machos de *Neotomodon* así como el área de actividad que presentaron. Los números en la gráfica representan el tamaño de muestra.



Gráfica 6. Porcentajes de actividad reproductora de hembras de *Neotomodon*, así como el área de actividad que presentaron. Los números en la gráfica representan el tamaño de muestra.

COLECTA	NÚM. TOTAL ♀ ACTIVAS	RECEPTIVAS		PREÑADAS		LACTANTES	
		N %	Area prom. (m ²)	N %	Area prom. (m ²)	N %	Area prom. (m ²)
1	23	12 48	2,377.42	11 44	811.75	- -	-
2	19	15 65.2	1,542.07	3 13	1,338.97	1 4.3	1,256.53
3	23	15 60	964.90	8 32	1,552.27	- -	-
4	11	4 30.8	776.67	1 7.7	490.87	6 46.2	2,686.29
5	6	3 50	433.55	2 33	1,040.65	1 16.7	1,448.97
6	8	3 37	1,772.23	2 25	604.32	3 37.5	1,344.86
7	0	- -	-	- -	-	- -	-
8	13	12 85	824.33	1 7.1	1,021.01	- -	-

Tabla 1. Porcentajes de los diferentes estados reproductores de hembras del ratón de los volcanes con sus correspondientes áreas de actividad promedio.

No. COLECTA	PORCENTAJES DE SOBRELAPAMIENTO		
	♂	♀	TOTAL POBLACION
1	61	40	53.5
2	40.3	47.3	60.5
3	29.8	31	41.9
4	24	14.3	20
5	13.3	0	20.7
6	27.3	19	22.9
7	21.7	0	22.2
8	28.2	29.4	49

Tabla 2. Porcentajes de sobrelapamiento presentados por *Neotomodon a. alstoni* durante su estudio.