



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Carrera de Biología

ASPECTOS POBLACIONALES Y ECOLÓGICOS DE
Peromyscus alstoni (Rodentia: Muridae) EN UN
BOSQUE DE PINO EN LA PERIFERIA
DEL PARQUE NACIONAL IZTA-POPO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLÓGIA

Presenta:

Miriam Romero Quiroz.

Dulce María Huerta Magdaleno.

Directora:

Biól. Alberto Méndez Méndez.

México D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la fortaleza de seguir adelante, por haberme permitido culminar este sueño y sobre todo por haberme dado una familia tan maravillosa.

A MI PADRE

Alejandro Huerta Gil.

Por confiar en mí, por ser no solamente mi padre sino además mi amigo, por respetar cada una de las decisiones que he tomado sean para bien o para mal, pero sobre todo porque me siento muy orgullosa de ti. Te quiero mucho papi.

A MI MADRE

María Elena Magdaleno Guzmán.

Por confiar en mí, por brindarme el apoyo y la fuerza de seguir adelante, por dejarme cometer errores para después aprender de ellos, por ser la mujer más maravillosa de este mundo. Te quiero y te admiro mucho mamita.

A MIS HERMANAS

Aide Marisol Huerta Magdaleno.

Por apoyarme a lo largo de mi carrera, por no ser solamente mi hermana sino además mi amiga. Por darme siempre ánimos de seguir adelante. Porque te quiero y te admiro mucho. Gracias.

Ana Laura Huerta Magdaleno.

Por ser mi cómplice en cada una de mis locuras, por compartir cada uno de mis fracasos y mis victorias, por que te quiero no solamente como una hermana sino como una madre. Gracias.

A MI SOBRINA

Elizabeth Cruz Huerta.

Por haberle dado sentido a mi vida.

A MIS AMIGOS

Víctor, Carlos, Gabriel, Hugo, Elia, Diana, Fernando, Victoria, Alejandra, Verónica, Yajaira, Juanita, Yesenia, Yazmín, Miriam y Miguel.

Por enseñarme a ser una mejor persona y demostrarme que la vida puede ser vista de distintas maneras.

Dulce

AGRADECIMIENTOS

PROFESOR ALBERTO MÉNDEZ MÉNDEZ.

Por todo el apoyo que me brindó a lo largo de este proyecto. Por la dedicación, el tiempo, la confianza pero sobre todo por compartir conmigo sus conocimientos y el haberme permitido aprender de usted. Mil gracias.

PROFESOR ARMANDO CERVANTES SANDOVAL.

Por su dedicación, tiempo y enseñanzas que me brindó a lo largo de este proyecto.

A MIS SINODALES.

Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández
M. e. C. Eliseo Castellanos de Rosas
M. en C. Armando Cervantes Sandoval
Biól. Cristóbal Galindo Galindo

Por su participación en esta travesía, por enriquecer éste trabajo con sus enseñanzas y aportaciones. Muchas Gracias.

GUADALUPE

Por apoyarme y brindarme las facilidades a lo largo de este proyecto pero sobre todo por confiar en mí.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE CAMPO.

Por su colaboración en este proyecto, por que su ayuda fue muy importante para la culminación de este trabajo.

Dulce

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi familia, principalmente **a mis padres y hermana**, quienes, sin ningún interés, me apoyaron para dar este paso en mi vida; es por esto que:

Quiero agradecerles lo que ahora soy.

A mis padres:

Gracias por darme la vida,

Por darme amor, caricias y sonrisas.

Por enseñarme a crecer, a través del sufrimiento, curándome las heridas y consolándome en mis lamentos.

Gracias por el ejemplo de honradez, entusiasmo y calidez que he recibido.

Gracias por los regaños y desacuerdos, por las verdades y descontentos.

A mi hermana:

Gracias por ser el ejemplo para enseñarme a afrontar mis errores y a superar las adversidades que se encuentran a mi paso.

A los tres:

Gracias por los consejos que me han dado para enseñarme como es la vida.

Pero sobre todo, gracias por estar a mi lado en el momento justo y el más anhelado.

MIRIAM ROMERO QUIROZ
(2007)

Agradecimientos

Quiero agradecer a las personas que me acompañaron en el camino que recorrí para llegar hasta aquí (familiares, compañeros y amigos), ya que confiaron en mí y me ayudaron a no dejarme vencer por las adversidades que se presentaron en él.

Agradezco a los profesores:

- ✿ M. en C. Armando Cervantes Sandoval (asesor de la parte estadística)
- ✿ Biól. Alberto Méndez Méndez (Director de tesis)
- ✿ Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández
- ✿ M. en C. Eliseo Castellano de Rosas
- ✿ Y Biól. Cristóbal Galindo Galindo

Quienes enriquecieron este trabajo con sus observaciones y opiniones. Del mismo modo, a los compañeros de sexto semestre que colaboraron con el trabajo de campo.

También agradezco a una persona especial (Miguel), que representa una pieza importante en mi vida, quien me ayudó y apoyó hasta el último paso para la realización de este proyecto.

MIRIAM ROMERO QUIROZ
(2007)

ÍNDICE

ÍNDICE DE GRÁFICOS	I
ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	8
IV. HIPÓTESIS	9
V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
VI. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	14
VII. MÉTODO	18
VIII. RESULTADOS	
VIII.1 Características de la vegetación	23
VIII. 2 Análisis demográfico	
Abundancia	28
Sobrevivencia	30
Reclutamiento	32
Proporción sexual	33
Estructura de edades	36
Condición Reproductiva	42
VIII.3 Área de influencia	46
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
X. CONCLUSIONES	57
LITERATURA CITADA	59
ANEXO 1. Decreto del Parque Nacional Iztaccíhuatl- Popocatepetl	
ANEXO 2. Formato de verificación de condiciones ambientales	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Abundancia (Número de animales presentes en las capturas)	..... 29
Gráfico 2. Abundancia de Zona A, Zona B y Zona C	..... 29
Gráfico 3. Persistencia del total de la población	..... 31
Gráfico 4. Persistencia en hembras y machos	..... 31
Gráfico 5. Reclutamiento de la población	..... 32
Gráfico 6. Proporción sexual total	..... 33
Gráfico 7. Proporción sexual de la ZA	..... 34
Gráfico 8. Proporción sexual de la ZB	..... 35
Gráfico 9. Proporción sexual de la ZC	..... 35
Gráfico 10. Estructura de edades total	..... 36
Gráfico 11. Estructura de edades (Machos) de la ZA	..... 38
Gráfico 12. Estructura de edades (Machos) de la ZB	..... 38
Gráfico 13. Estructura de edades (Machos) de la ZC	..... 39
Gráfico 14. Estructura de edades (Hembras) de la ZA	..... 40
Gráfico 15. Estructura de edades (Hembras) de la ZB	..... 41
Gráfico 16. Estructura de edades (Hembras) de la ZC	..... 41
Gráfico 17. Condición reproductiva total de machos	..... 42
Gráfico 18. Condición reproductiva total de hembras	..... 43
Gráfico 19. Condición reproductiva de la ZA	..... 44
Gráfico 20. Condición reproductiva de la ZB	..... 45
Gráfico 21. Condición reproductiva de la ZC	..... 45
Gráfico 22. Comparación del área de influencia entre machos y hembras	..... 46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Temporada del año y sesiones de trampeo	28
Cuadro 2. Comparación de residencia promedio entre machos y hembras	30
Cuadro 3. Proporción sexual de machos y hembras	33
Cuadro 4. Proporción sexual de cada zona	34
Cuadro 5. Estructura de edades	36
Cuadro 6. Estructura de edades por zona de machos	37
Cuadro 7. Estructura de edades por zona de hembras	39
Cuadro 8. Condición reproductiva de la población	42
Cuadro 9. Condición reproductiva por zonas	43
Cuadro 10. Comparación del área de actividad promedio entre machos y hembras	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Área de estudio	..... 11
Fig. 2. Gráfica de P/T	..... 12
Fig. 3. Panorámica del área de estudio	..... 14
Fig. 4. <i>Peromyscus alstoni</i> del Orden Rodentia	..... 17
Fig. 5. Método general de trabajo	..... 22
Fig. 6. Zonas localizadas en el área de estudio (A, B y C)	..... 23
Fig. 7. Características de ZA	..... 24
Fig. 8. Características de ZB	..... 25
Fig. 9. Características de ZC	..... 27

RESUMEN.

Se realizó un estudio de las condiciones actuales de una población del ratón de los volcanes (*Peromyscus alstoni*) en una zona de bosque de pino y pastizal alpino en los límites del Parque Nacional Izta-Popo (3,512 m.s.n.m.), Municipio de Amecameca. Se cubrió un período anual de colecta totalizando 1320 trampas noche. Con el método de captura-marca-recaptura se colectaron 173 individuos (90 hembras y 83 machos) un total de 426 veces.

Se investigaron los siguientes rasgos poblacionales: abundancia, reproducción, sobrevivencia y área de influencia, observando que la abundancia fue mayor en los períodos de transición entre los meses de lluvia y de sequía, lo cual estuvo relacionado con una mayor actividad reproductiva. Se obtuvo una sobrevivencia alta expresada por una persistencia de 20% y una permanencia promedio de 274 días. La población exhibió un área de influencia de 183.82 m² encontrando diferencia significativa entre sexos, 263.92 m² para machos y 103.67 m² para hembras.

El área de estudio presentó evidencias claras de fragmentación por perturbaciones de origen antrópico (principalmente, incendios, tala y pastoreo), lo cual influye sobre las condiciones de la vegetación, diferenciando tres zonas con arreglo y composición florística distinta. Aparentemente la presencia de roedores no se vio afectada la mayor parte del tiempo por estas diferencias en el microhábitat, con excepción de algunos momentos del proceso reproductivo.

Los resultados confirman la gran adaptabilidad de esta especie a condiciones cambiantes dentro de su área de distribución en el Eje Neovolcánico (Eje Volcánico Transversal, Eje Volcánico Transmexicano) del cual es endémico.

I. INTRODUCCIÓN.

El conocimiento y la investigación sobre la mastofauna ha tenido un considerable avance en América del Norte y en Europa donde se han realizado importantes contribuciones al conocimiento de este grupo; en comparación con el mundo en desarrollo, es el que posee las faunas más ricas. En México el progreso en este campo no ha sido completo, a pesar de que el país ocupa a nivel mundial el segundo lugar en diversidad de mamíferos, con una riqueza mastofaunística representada por 440 a 466 especies terrestres y por 38 a 50 de especies marinas (Retana y Lorenzo, 2002). Dentro de esta amplia diversidad destaca el orden de los roedores, siendo el grupo mejor representado y más ampliamente distribuido.

Los roedores constituyen un grupo de mamíferos interesantes para muchos biólogos profesionales y aficionados. No sólo son pequeños animales interesantes en sí mismos, sino que además, en virtud de su abundancia y de su amplia gama de adaptaciones ecológicas constituyen un componente importante de casi todos los ecosistemas terrestres (Delany, 1981). En los distintos ambientes donde existen son considerados como fuente principal de alimento para algunos depredadores y por tanto representan un elemento básico de las relaciones tróficas. Por otra parte son de gran importancia económica al constituir alternativas de alimento o material de laboratorio, aunque algunas veces su presencia puede convertirse en plaga e incluso puede llegar a ser reservorio o transmisor de enfermedades que afectan la salud del hombre y de sus animales. Finalmente, son de gran importancia ecológica al ser considerados dispersores de semillas.

La demografía y la estructura de las poblaciones silvestres de roedores han sido ampliamente estudiadas, encontrándose diversos patrones generalmente asociados a los cambios estacionales (Wolf, 1985a, Galindo y Krebs, 1987), a las presiones ejercidas por otras especies (Heske *et. al.* 1984, Hestbeck, 1988,) o a la disponibilidad de alimento y otros recursos (Wolff 1985b, Vázquez *et. al.* 2004).

Al igual que en otros grupos animales la diversidad, la abundancia y distribución de sus poblaciones guardan estrecha dependencia con las condiciones ambientales en que viven y de esa relación se derivan diferentes estrategias en el uso del hábitat de las especies, debido a las distintas adaptaciones al ambiente (Danielson y Anderson, 1999). En este sentido la utilización de recursos por los roedores en un hábitat dado, es el resultado complejo de una serie de interacciones de factores tales como las características del medio, las especies presentes, su comportamiento poblacional, la disponibilidad de recursos alimenticios, así como las relaciones que mantienen las especies del lugar y la estructura del hábitat (Meserve, 1981).

Las poblaciones de roedores dependen de la cubierta vegetal para su alimentación y en algunas especies para la construcción de sus madrigueras, tal es el caso de los ratones de pradera del género *Microtus* (Birney *et. al.* 1976), y particularmente *Microtus mexicanus*, para el cual el tipo de cubierta vegetal y humedad influyen en su distribución local (Getz, 1985); en cambio en otras especies la cantidad de cobertura vegetal les afecta en menor grado, tal es el caso del ratón ciervo, *Peromyscus maniculatus* (Price y Waser, 1984) y de los ratones de cosechas *Reithrodontomys sp* (Sullivan, 1979). Es por ello que la selección precisa de su hábitat podría representar la sobrevivencia de estos mamíferos menores, debido a que éste presenta su acceso a diferentes recursos (alimento, refugio, posibilidades de apareamiento).

Bajo este panorama, las investigaciones sobre los diversos aspectos de la biología y las características ecológicas de los roedores resultan de vital importancia para comprender la dinámica de los ecosistemas de los que forman parte. En este sentido, el presente trabajo tiene por objeto el estudio de los aspectos poblacionales y las correspondientes implicaciones ecológicas, de una especie particularmente interesante de ratones del género *Peromyscus*, *P. alstoni* el cual es endémico de los ambientes montañosos del Eje Neovolcánico de la República Mexicana; buscando contribuir al conocimiento que actualmente existe sobre esta

especie y en general sobre los roedores de esta región. Por tal motivo, los resultados obtenidos permitirán hacer una contribución a las necesidades de conservación, control y aprovechamiento de esta especie.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Conocer el comportamiento poblacional del ratón de los volcanes *Peromyscus alstoni*, así como algunos aspectos ecológicos relacionados con su hábitat.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Conocer el tamaño de la población presente en el área de estudio.
- Describir las características demográficas: abundancia, sobrevivencia y reclutamiento.
- Evaluar la condición reproductiva de machos y hembras.
- Determinar el área de influencia y evaluar las posibles relaciones con las condiciones particulares del sitio.

IV. HIPÓTESIS

Si, *P. alstoni* es una especie de reconocida adaptabilidad ecológica y sus poblaciones se desarrollan de manera exitosa en los distintos ambientes de montaña, entonces se espera que se encuentre bien representada en el área de estudio y que sus características demográficas, reproductivas y de uso del espacio correspondan con las variaciones de los elementos del hábitat.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

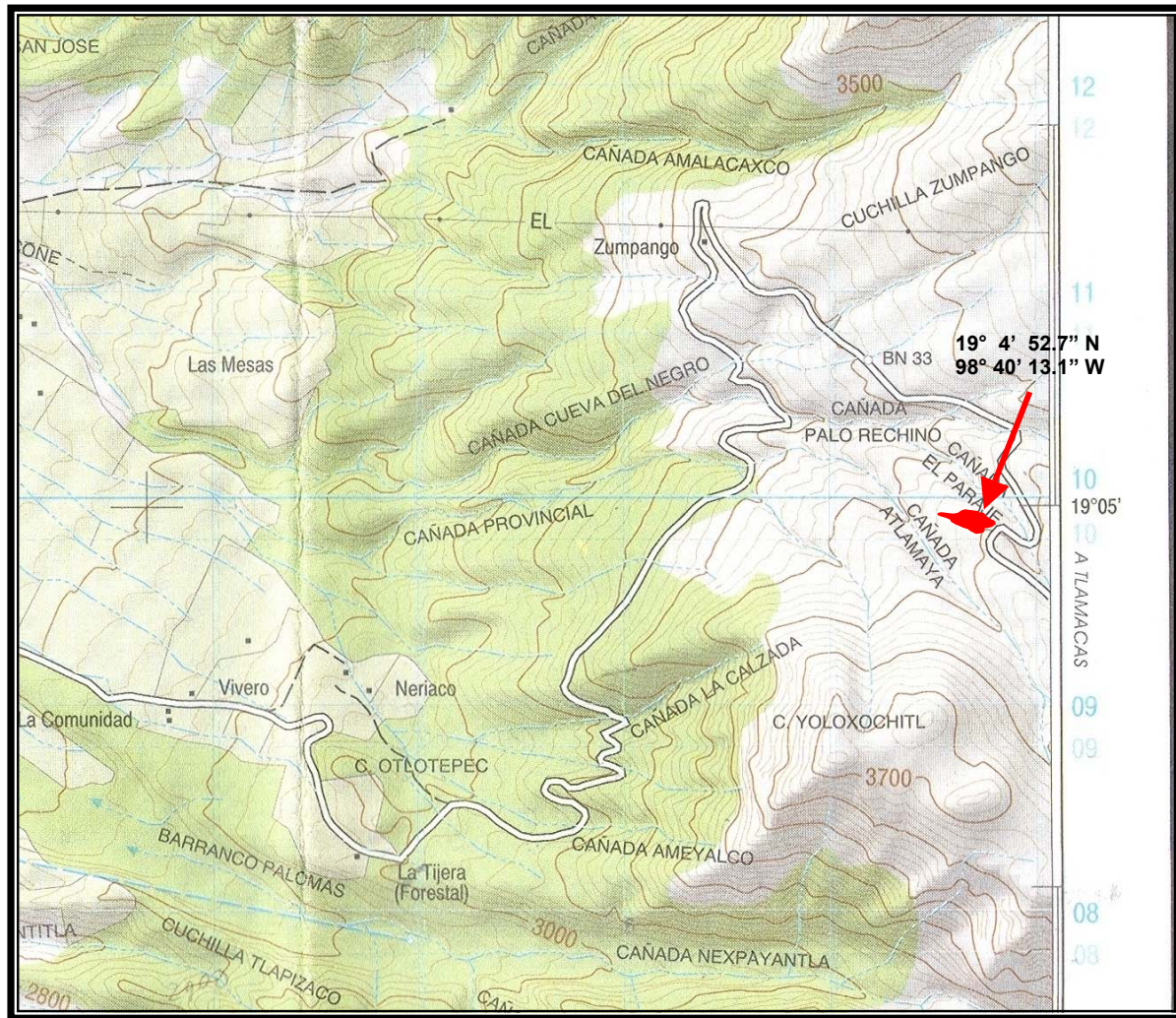
LOCALIZACIÓN

El área de estudio se localiza en la vertiente noroccidental del volcán Popocatepetl, sus coordenadas centrales son 19° 04' 52.7" de latitud norte y 98° 40' 13.1" de longitud oeste (en UTM X = 534559 Y = 2109923), con una altitud de 3512 m. s. n. m. en la colindancia de la poligonal del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (**Figura 1**)¹.

CLIMA

Con base en los datos de la estación meteorológica Huayatlaco (Paso de Cortés), el clima de la zona es del tipo Cc (w2) (w)iw" semifrío húmedo con régimen de lluvias de verano, con una temperatura media anual de 7.7°C. El mes más frío es enero con 6.4 °C y el más caliente es abril con 9.2°C. La oscilación térmica es de 2.8°C. La precipitación total anual es de 1186.8 mm. Febrero es el mes más seco con 13.1 mm y el más lluvioso es septiembre con 203.9 mm. El cociente P/T es de 154.1 y el porcentaje de lluvia invernal es 4.8. Presenta una canícula entre los meses de junio y septiembre. En la **Figura 2** se muestra la gráfica de precipitación y temperatura de la estación referida.

¹ En el **Anexo I** se incluye copia del decreto de esta ANP (1935) y de la modificación de sus linderos (1948).



 **Área de estudio.** Entre la Cañada El paraje y Cañada Atlamaya.

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

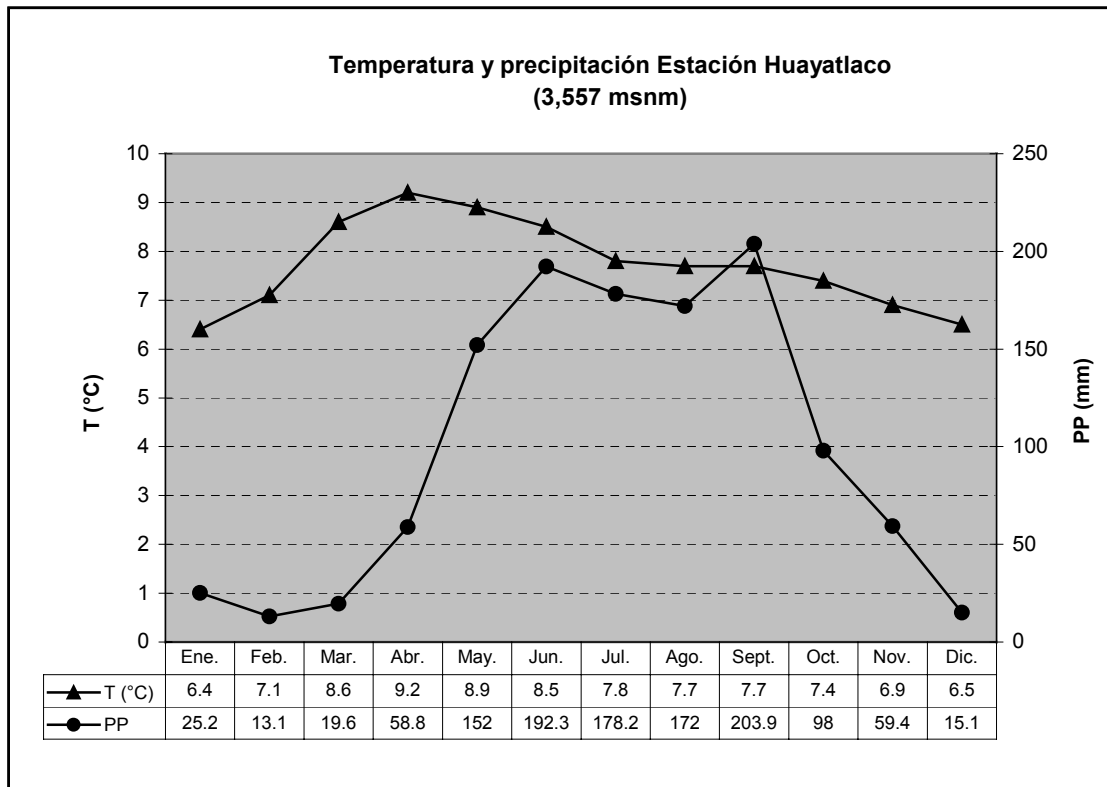


FIGURA 2. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN HUAYATLACO, SACADOS DE CHÁVEZ Y TRIGO (1996).

GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE

Corresponde a una ladera con exposición noroeste y una pendiente moderada de 18°. El relieve es de tipo ondulado y con buenas condiciones de drenaje.

SUELO

En el área predominan suelos de tipo andosol y regosol en condiciones de bajo intemperismo cuyos rasgos generales son los siguientes:

Los regosoles se caracterizan por formarse a partir del material suelto (no aluvial) como las cenizas volcánicas sin ningún horizonte diagnóstico salvo un "A" ócrico y por lo general son pobres en materia orgánica y en nutrimentos. Estos suelos se encuentran relacionados con los litosoles y andosoles en áreas con material suelto (arenoso, gravoso o pedregoso). En el Parque Nacional Izta-Popo los regosoles se localizan a menor altitud (debajo de los 3,900 m. s. n. m.) y en zonas de cañadas y pendientes pronunciadas.

Los andosoles se caracterizan por derivarse de cenizas volcánicas recientes. Este material de origen confiere a los suelos propiedades específicas como son baja densidad aparente por la presencia de amorfos y materia orgánica, ricos en vidrios volcánicos; son suelos ligeros con alta retención de humedad y de nutrimentos, pueden presentar un horizonte "A" úmbrico, mólico, ócrico o vítrico (de acuerdo al porcentaje de materia orgánica y de vidrios volcánicos) y un horizonte "B" cámbico poco desarrollado; se encuentran relacionados con los litosoles, regosoles y cambisoles en zonas de transición entre unidades o de relieve abrupto, en depósitos de material grueso de acarreo. Las fases que se representan en esta unidad son la lítica (rocosa) pedregosa y gravosa (Chávez y Trigo, 1996).

VEGETACIÓN

De acuerdo con la clasificación propuesta por Rzedowski (1979), el tipo de vegetación en el área de estudio corresponde a Bosque de Pino. Chávez y Trigo (1996) especifican que se trata de un bosque abierto perennifolio donde las especies dominantes pertenecen al género *Pinus*, principalmente *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. rudis*. **Figura 3.**



FIGURA 3. PANORÁMICA DEL AREA DE ESTUDIO

El
estrato
arbustivo
está

representado por *Buddleia parviflora*, *Ribes ciliatum*, *Eupatorium spp.*, *Salix paradoxa*, *Eringium spp.* y *Senecio spp.* También se presentan especies favorecidas por el efecto de incendios, tales como *Lupinus montanus*.

El estrato herbáceo presenta mayor cobertura que el arbóreo y está compuesto por gramíneas amacolladas o “zacates”. Las especies más frecuentes en este estrato son *Muhlebergia macroura*, *M. quadridentata*, *Calamagrostis toluencis*, *Festuca toluencis*, *F. amplissima*, *Alchemila procumbens*, *Arenaria spp.* *Stipa ichu*, *Lupinus spp.* y *Penstemon spp.*

VI. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

TAXONOMÍA

Peromyscus alstoni (**Figura 4**) pertenece al Orden Rodentia, inicialmente se incluyó en Familia Cricetinae (Simpson, 1945). Trabajos posteriores realizados por Carleton y Musser (1984) asignaron la especie a la Superfamilia Muridae, y Subfamilia Sigmodontinae. Fue originalmente descrito en el género *Neotomodon*, en el cual se incluyeron tres especies. Davis y Follansbee (1945) reconocieron una especie con dos subespecies, pero Williams y Ramírez-Pulido (1984) consideraron a *P. alstoni* como monotípico. Yates *et. al.* (1979) consideraron a *Neotomodon* bajo sinonimia con *Peromyscus*.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

P. alstoni es de tamaño mediano comparado con otros miembros del mismo género. Tiene orejas grandes casi desnudas, pelaje suave y denso. Dorsalmente presenta una coloración que va de grisácea a café marrón y ventralmente es de color blanquecino. La cola es relativamente corta y bicolor. Las medidas externas y medidas craneales (en mm) para machos adultos y hembras adultas de acuerdo a (Williams y Ramírez-Pulido, 1984) son: longitud total 204.4 (179 a 227), 211.1 (192 a 240); longitud de la cola, 90.7 (80 a 103); 94.1 (86 a 111), longitud de la pata trasera, 25.8 (24 a 27), 25.6 (24 a 28), longitud de la oreja 20.8 (18 a 25), 21.1 (19 a 23).

DISTRIBUCIÓN

P. alstoni es una especie que se encuentra en las partes altas de la franja neovolcánica transversal de México, de donde es endémica. Esta especie se ha reportado en el norte de Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, noroeste de Morelos, Tlaxcala, en el centro de Puebla y al oeste de Veracruz (Williams y Ramírez-Pulido, 1984).

ONTOGENIA Y REPRODUCCIÓN

Los registros indican que la estación reproductiva de *P. alstoni* comienza a principios de junio y termina en septiembre, el tamaño de la camada es de 2 a 5 crías, el período de gestación es de alrededor de 27 días. Esta especie muestra evidencias de que temporalmente es monógama y los padres exhiben cuidado parental (Williams y Ramírez-Pulido, 1984).

HÁBITAT

P. alstoni se encuentra típicamente asociado con pastizales de zacatón y bosques de pino abiertos, aunque trabajos recientes indican que se distribuyen en bosques mixtos de menor altitud y posiblemente en áreas suburbanas y agrícolas (Williams y Ramírez-Pulido, 1984).

CONDUCTA

P. alstoni construye sistemas de nidos cuya longitud varía de 48 a 169 cm de longitud y un diámetro alrededor de 50 mm. Es un organismo de hábitos nocturnos y se sugiere que la mayor actividad ocurre primariamente antes de la media noche (Davis y Follansbee 1945). El agrupamiento y la distribución espacial de los pastizales donde se distribuye evitan la necesidad para esta especie de construir senderos especiales (Davis y Follansbee, 1945; Hall y Dalquest, 1963) en Stephen, Ramírez-Pulido y Baker, 1985).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

Se ha reportado como una especie preferente herbívora (Fa *et. al.* 1990) o bien como omnívora oportunista. Puede comer una gran variedad de alimentos incluyendo semillas, insectos, polen, setas, flores, tallos de plantas y raíces (Ayala y Guerrero *et. al.* 1998).



FIGURA 4. *PEROMYSCUS ALSTONI* DEL ORDEN RODENTIA

VII. MÉTODO

VII.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

Se realizó inicialmente un levantamiento de información sobre las características ecológicas del sitio, para ello se tomó como base el formato utilizado en las prácticas de ecología de la carrera de Biólogo de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (**anexo 2**) complementado con registros propios de los autores. La poligonal debidamente georeferenciada del área de estudio se obtuvo con un GPS (eTrex Legend personal navigator) marca Garmin.

Esta descripción inicial indicó una condición heterogénea del paisaje, siendo posible diferenciar tres tipos distintos de microhabitat, principalmente por las características de la vegetación. Para cada una de estas subáreas (denominadas Zonas A, B y C respectivamente) se colectaron ejemplares de las especies más conspicuas para su determinación.

VII. 2 PROCEDIMIENTO DE TRAMPEO

En cada una de las zonas se estableció un cuadrante de trampeo con 20 estaciones cada uno, espaciadas 10m entre sí. Se aplicó un programa de recolecta de datos que permitió obtener información del ciclo anual. Con esta finalidad se realizaron tres sesiones de trampeo iniciales de naturaleza prospectiva, posteriormente cuatro sesiones de trampeo durante la estación lluviosa del año (mayo-octubre) y cuatro sesiones durante la época seca (noviembre-abril). Cada sesión consistió en dos noches de trampeo y el tiempo entre una y otra fue mensual. Estas especificaciones son consistentes con los métodos de trampeo comúnmente usados y recomendados para este tipo de investigaciones (Fa J. *et al.* 1996, Prieto, 1987 y Romero-Almaraz *et al.* 2000).

En cada sesión de trabajo se colocó una trampa tipo Sherman en cada una de las estaciones de trampeo de cada cuadrante. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de hojuelas de avena, crema de cacahuete y esencia de vainilla. Cabe mencionar que existen muchas variantes en el uso de cebos para roedores y se eligió este por ser de los que mejores resultados reporta (Sánchez *et. al.* 1985).

Las trampas se colocaban por la tarde, durante o poco antes de ocaso, y se revisaban por la mañana del día siguiente. Las trampas eran retiradas después del segundo día para su limpieza y preparación para la próxima sesión. El esfuerzo del trampeo acumulado durante 11 sesiones de colecta totalizó 1320 trampas noche. Se capturaron 153 individuos (79 hembras y 74 machos) un total de 426 veces.

Todos los individuos capturados por primera vez fueron marcados (Halliday, 1996 y Heder *et al.*, 1994) para poder darles un seguimiento individual mediante captura-marca-recaptura durante todo el estudio, lo cual permitió el cálculo del área de influencia y contribuyó a evitar cualquier sobreestimación poblacional

En todas las capturas los animales fueron pesados, medidos y examinados para determinar su sexo, edad y condición reproductiva, y posteriormente se liberaron en el mismo sitio donde se capturaron. Los datos fueron registrados en una bitácora para su análisis posterior

VII. 3 ANÁLISIS DEMOGRÁFICO.

Tamaño de la población

En cada sesión de trampeo la abundancia fue estimada como el número actual de animales capturados (Bonaventura *et. al.* 2003 y Romero-Almaraz *et. al.* 2000) y se obtuvo tanto para el total del área (6,500 m²) como para cada cuadrante (1000 m²).

La sobrevivencia fue evaluada a partir de dos medidas: La “residencia”, que significa el tiempo promedio que los ratones individualmente están presentes en el sitio de estudio y la “probabilidad de persistencia” o “persistencia” que se refiere a la proporción media de ratones capturados durante una sesión de trampeo que son capturados otra vez en una sesión subsecuente (Swilling y Wooten, 2002).

El reclutamiento fue calculado como la tasa de aparición de nuevos individuos (no capturados previamente). La reproducción y la inmigración, desde el exterior del área, comprenden los dos componentes del reclutamiento.

Proporción sexual.

El radio o tasa sexual de adultos se determinó a partir de los datos de abundancia de machos y hembras y se presentó como proporción de machos con relación a las hembras.

Estructura de edades

Los ratones fueron registrados como adultos o juveniles con base en el peso, talla, y condición reproductiva. Inicialmente se tomó como base la propuesta de Ostfeld, *et al.* (1985) quienes asignaron la categoría adulto o juvenil basados en el peso corporal mínimo. Para esta población el peso mínimo para los ejemplares adultos fue de 40 g.

Condición reproductiva

La condición reproductiva de las hembras fue asignada a partir del grado de desarrollo de los pezones, la perforación de la vagina, y la presencia de embriones palpables. Los machos fueron considerados reproductivamente activos cuando tuvieron los testículos descendidos (escrotados).

VII.4 ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia es la zona a través de la cual el animal se desplaza normalmente siguiendo sus actividades rutinarias. No es necesariamente la misma a lo largo de la vida del animal y puede variar considerablemente con la densidad de población. En este estudio fue medida utilizando una retícula de puntos de capturas sucesivas de los individuos, siguiendo el método del área mínima propuesto por Delany (1981); esta área se obtiene uniendo los puntos de captura más separados y calculando el área encerrada entre ellos.

La secuencia de pasos del método que se siguió para desarrollar este trabajo se indica gráficamente en la **Figura 5**.

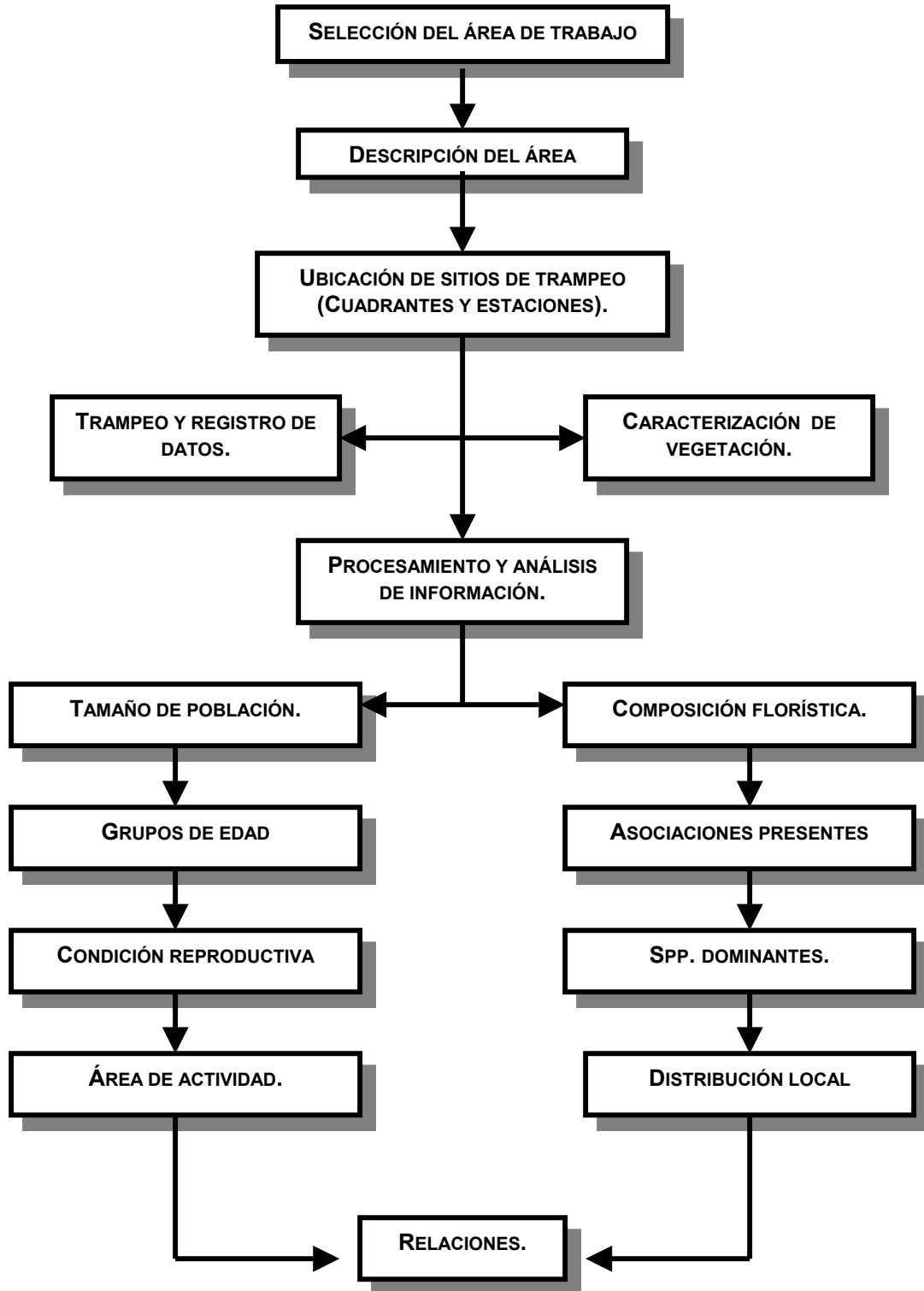


FIGURA 5. MÉTODO GENERAL DE TRABAJO.

VIII RESULTADOS

VIII.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

La vegetación del área estuvo compuesta básicamente de gramíneas (pastos altos) y de árboles (pinos). Las especies más abundantes fueron *Muhlenbergia macroura*., *Festuca sp.* y *Pinus pseudostrobus*, así como otras herbáceas en las partes más perturbadas. **Figura 6.**



FIGURA 6. ZONAS LOCALIZADAS EN EL ÀREA DE ESTUDIO (A, B, C)

La zona A (ZA) corresponde a un sitio que estuvo sometido a incendios recientes, por lo que presenta muestras evidentes de perturbación (**Figura 7**). La lista de especies encontradas en esta zona es la siguiente:

+	• <i>Festuca sp.</i>
↑	• <i>Muhlenbergia sp.</i>
↑	• <i>Lupinus sp.</i>
↑	• <i>Pinus pseudostrobus</i>
↑	• <i>Senecio salignus</i>
↓	• <i>Penstemon campanulatus</i>
-	



FIGURA 7. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA A (ZA)

La zona B (ZB) es un área de pastizal alpino en buen estado de conservación (**Figura 8**). La lista de las especies se indica a continuación:

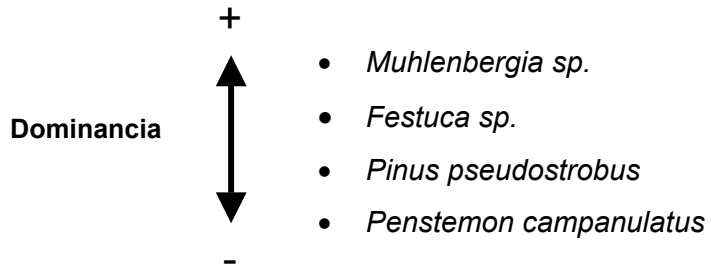


FIGURA 8. CARACTERÍSTICAS DE ZONA B (ZB).

La zona (ZC) es un área arbolada (**Figura 9**). Esta es la zona en la que se encontró el mayor número de especies, las cuales se indican en la siguiente lista:

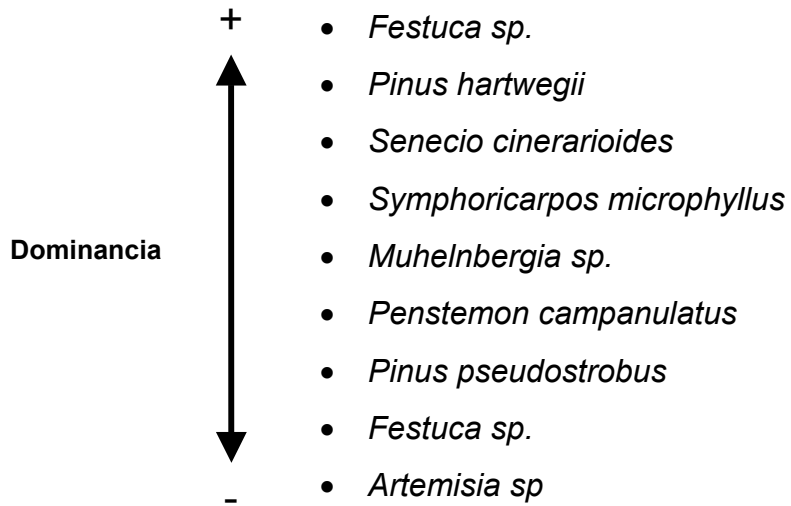




FIGURA 9. CARACTERÍSTICAS DE ZONA C (ZC)

VIII. 2 ANÁLISIS DEMOGRÁFICO.

ABUNDANCIA

Se efectuaron 11 sesiones de colecta, seis en época de lluvias y cinco en temporada de secas. La subdivisión utilizada se basó en la de Batzu y Pitelka (1971), considerando el período de lluvia y el de estiaje. Los meses correspondientes y la abundancia obtenida (número actual de animales capturados en el área) se indican en el siguiente cuadro :

Temporada	Sesión	Mes	Abundancia
Estiaje	1	Abril 2005	27
Lluvias	2	Mayo 2005	43
	3	Junio 2005	24
	4	Septiembre 2005	32
	5	Octubre 2005	63
Estiaje	6	Noviembre 2005	75
	7	Diciembre 2005	47
	8	Marzo 2006	23
	9	Abril 2006	28
Lluvias	10	Mayo 2006	35
	11	Junio 2006	31

CUADRO 1. TEMPORADA DEL AÑO Y SESIONES DE TRAMPEO

La abundancia alcanzó un máximo durante el período de transición de la época de lluvias al período de sequía obteniéndose un valor de 75 individuos (noviembre 2005). El número de individuos asciende paulatinamente durante el siguiente período de transición de la época de lluvia a la época de estiaje; este comportamiento se muestra en el **Gráfico 1 y 2**.

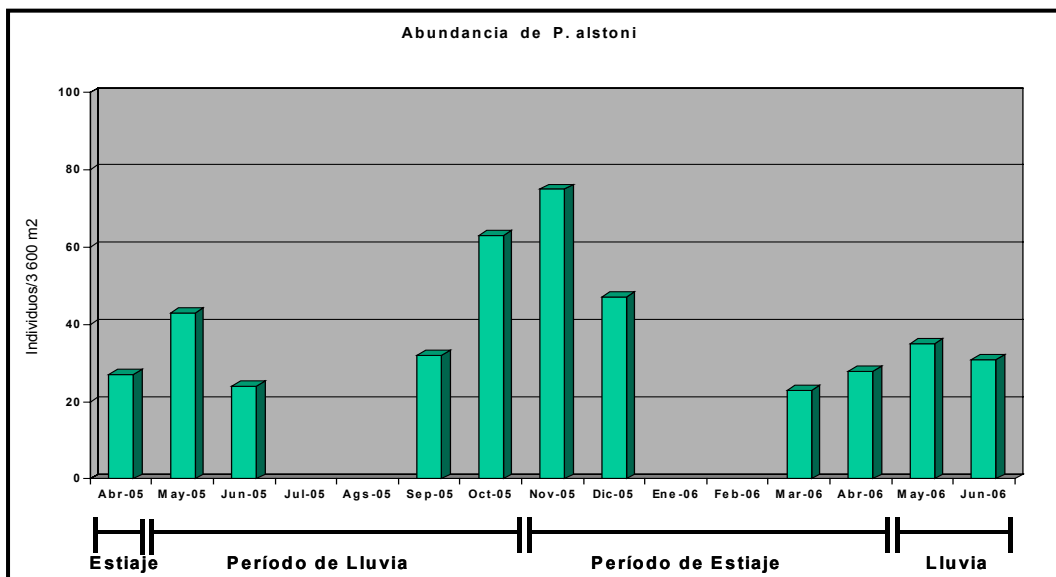


GRÁFICO 1. ABUNDANCIA (NÚMERO DE ANIMALES PRESENTES EN LAS CAPTURAS)

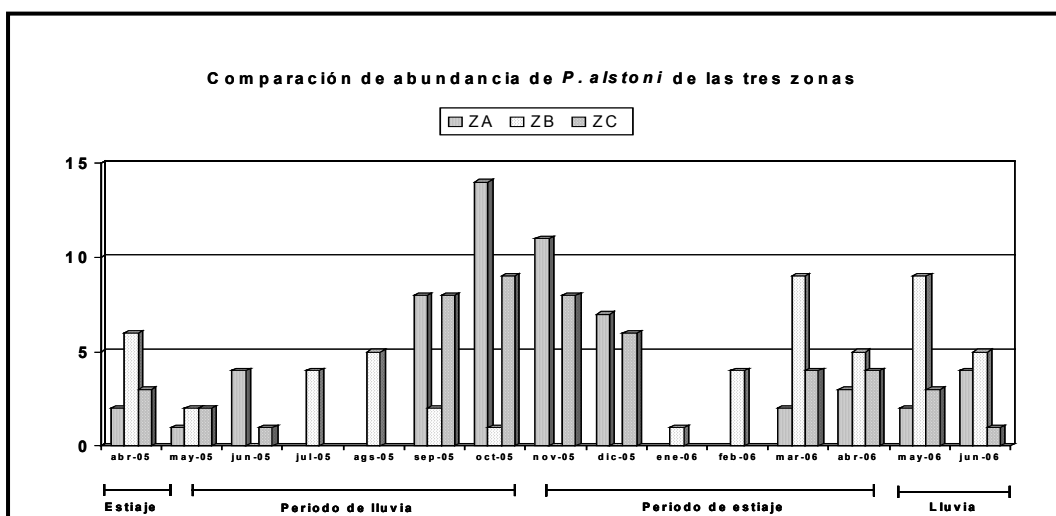


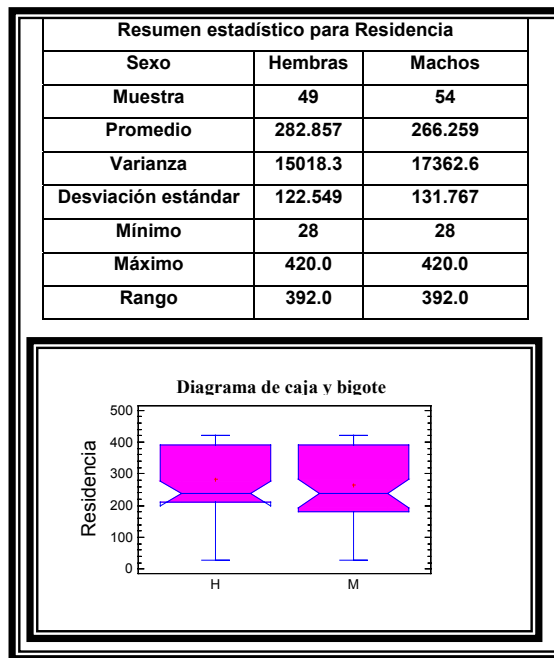
GRÁFICO 2. ABUNDANCIA DE ZONA A, ZONA B Y ZONA C

SOBREVIVENCIA.

Como se especificó en la sección del método, para evaluar la sobrevivencia se tomaron en cuenta dos parámetros, **residencia** y **persistencia**, cuyo comportamiento fue el siguiente:

Residencia.

El tiempo promedio de residencia de la población fue de 274 días, encontrándose una pequeña diferencia entre sexos, ya que para hembras fue de 282 días y para machos de 266 días; para comprobar si esta diferencia era significativa se realizó un análisis estadístico de comparación de medias muestrales y varianzas entre ambos sexos, con un intervalo de 95% de confianza. Los resultados de esta prueba se resumen en el **Cuadro 2**. A partir de este resultado se asume que las hembras y los machos pasaron el mismo tiempo en el área de estudio y que tuvieron un comportamiento similar en cuanto al movimiento en dicha área.



CUADRO 2. COMPARACIÓN DE RESIDENCIA PROMEDIO ENTRE MACHOS Y HEMBRAS.

Persistencia.

En cuanto a la persistencia, se encontró que el 20 % del total de la población es persistente y que el 80% no lo es, lo cual indica que los individuos de esta población pueden habitar el área estudiada y su periferia durante todo su período de vida, ya que no mostraron preferencia o dependencia por algún tipo en particular de sitio (vegetación, sustrato, pendiente). **Gráfico 3.**

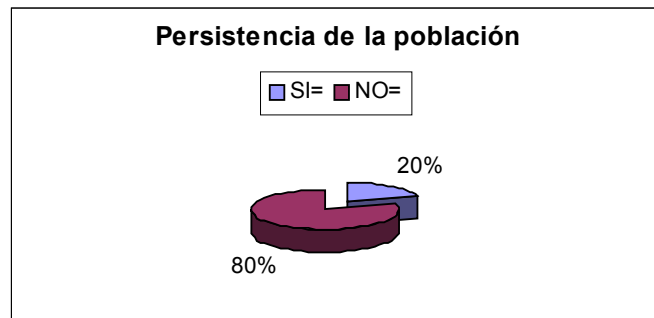


GRÁFICO. 3. PERSISTENCIA DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN.

De manera separada las hembras presentan una mayor persistencia (24%) en comparación con los machos (16%), esto parece indicar que las hembras presentan una mayor estabilidad en el sitio, probablemente asociado a la anidación que se presenta en la época reproductiva. **Gráfico 4.**

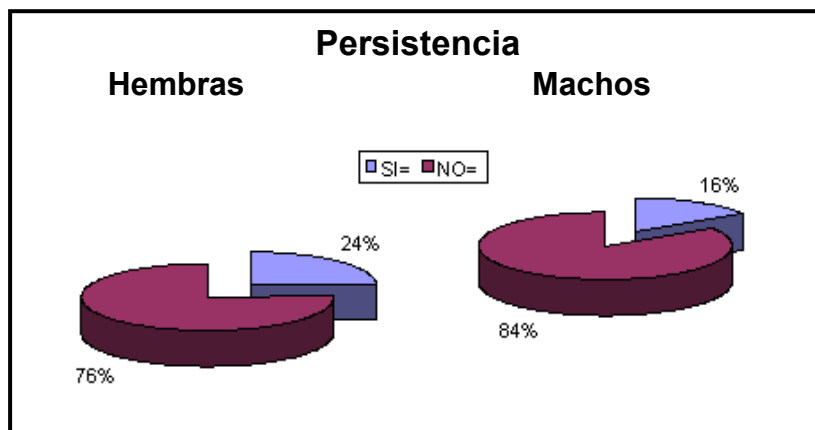


GRÁFICO. 4. PERSISTENCIA EN HEMBRAS Y MACHOS

RECLUTAMIENTO.

El valor promedio de reclutamiento para esta especie fue de 13 ind./sesión de trampeo. En el **Gráfico 5** se puede ver que el reclutamiento ocurrió de manera regular siguiendo el patrón de su ciclo de vida. La llegada de nuevos individuos descendió en el período de lluvia y comenzó a aumentar en septiembre y octubre que es a finales de este período, llegando al máximo número de individuos en la transición del período de lluvia al período de estiaje; comportándose de la misma manera en la transición del período de estiaje al período de lluvia siguiente; lo cual sugiere que puede haber un comportamiento cíclico.

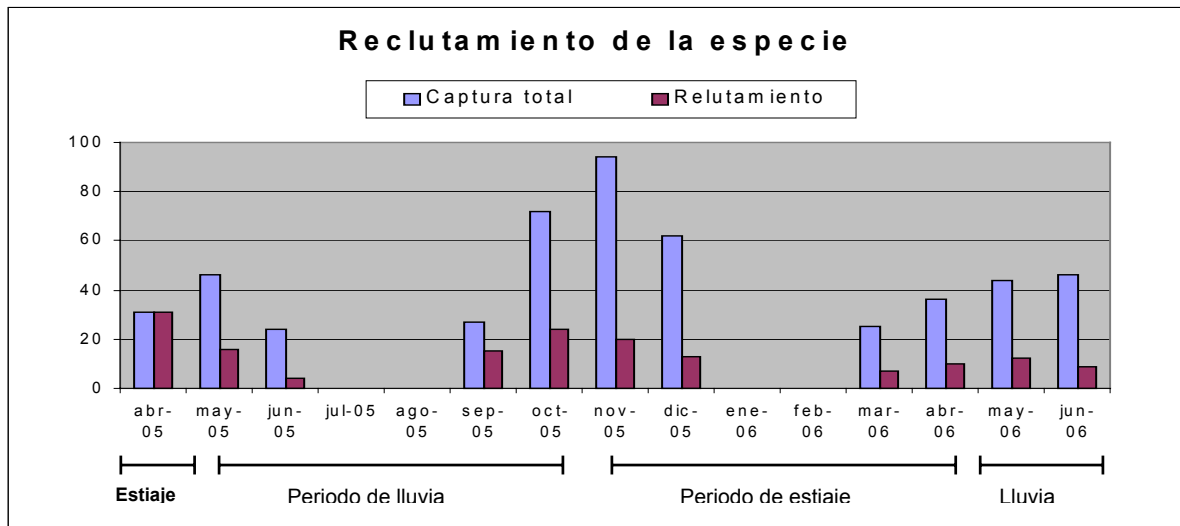


GRÁFICO 5. RECLUTAMIENTO DE LA POBLACIÓN.

PROPORCIÓN SEXUAL.

El total de todos los organismos capturados a lo largo del período de muestreo fue de 173 roedores, de los cuales 83 fueron machos y 90 hembras, obteniendo una proporción sexual de 1:1.08. **Cuadro 3.**

Sexo	Total
♂	83
♀	90
Proporción	1 : 1.08

CUADRO 3. PROPORCIÓN SEXUAL DE MACHOS Y HEMBRAS.

El número comparado de hembras y machos por sesión se muestra en el **Gráfico 6.** En dicho gráfico se aprecia una dominancia de las hembras en el período de transición de la época de lluvia a la época de estiaje. Así mismo se puede observar que los machos predominan en el período de transición de la época de estiaje a la época de lluvia.

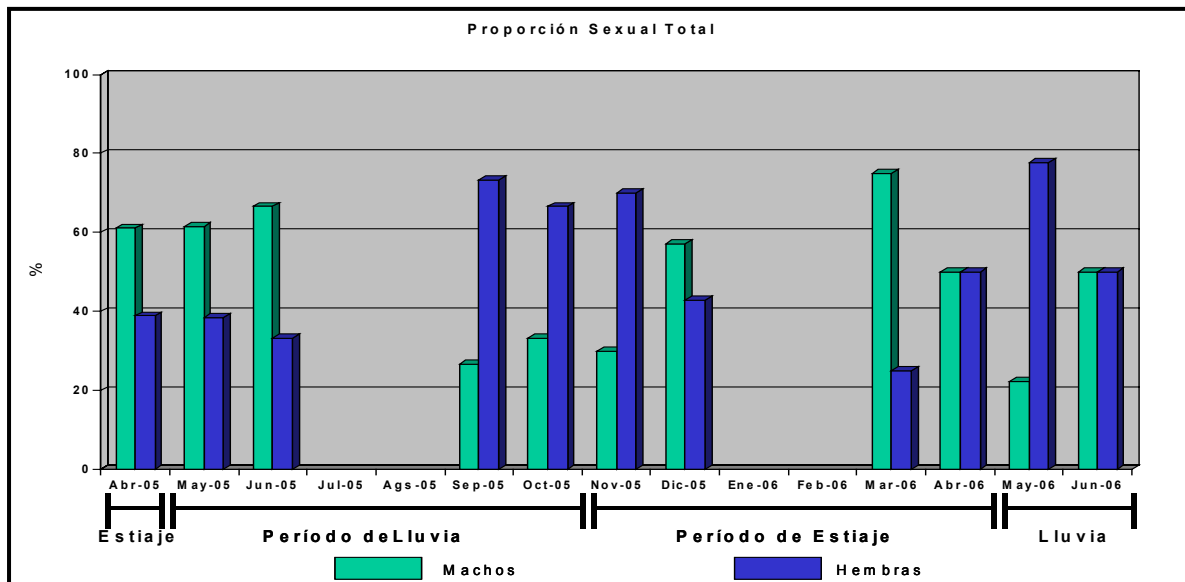


GRÁFICO 6. PROPORCIÓN SEXUAL TOTAL.

Observando estos datos, en función de la zona particular de captura, se obtuvieron las siguientes proporciones (**Cuadro 4**). Las cuales se representan en los siguientes **Gráficos (7, 8 y 9** respectivamente):

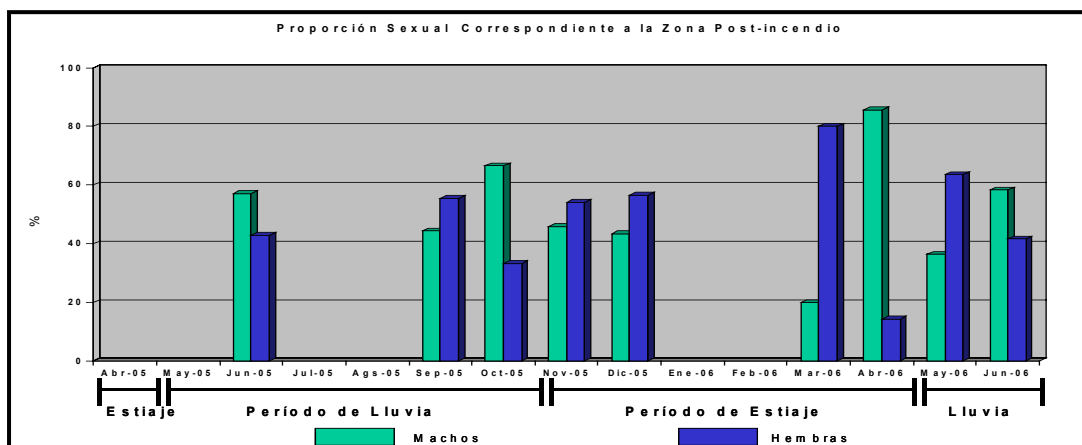
Sexo	Post-incendio (ZA)	Pastizal (ZB)	Pino (ZC)
♂	30	11	21
♀	25	25	23
Proporción	1 : 0.83	1 : 2.27	1 : 0.95

CUADRO 4. PROPORCIÓN SEXUAL DE CADA ZONA.

Estos datos muestran una diferencia con respecto a la proporción de sexos de la población total. Aplicando una prueba t Student ($p = 0.05$) se observó que entre las tres subáreas sí hubo diferencia.

En la ZA se puede observar que predominaron ligeramente las hembras en los meses de marzo y mayo mientras que los machos en el mes de abril; el número de machos con respecto a las hembras fue semejante en los demás meses. Caso contrario sucedió en la ZB donde predominaron ligeramente los machos con respecto a las hembras y finalmente en la ZC predominaron ligeramente las hembras con respecto a los machos.

GRÁFICO 7. PROPORCIÓN SEXUAL DE LA ZA.



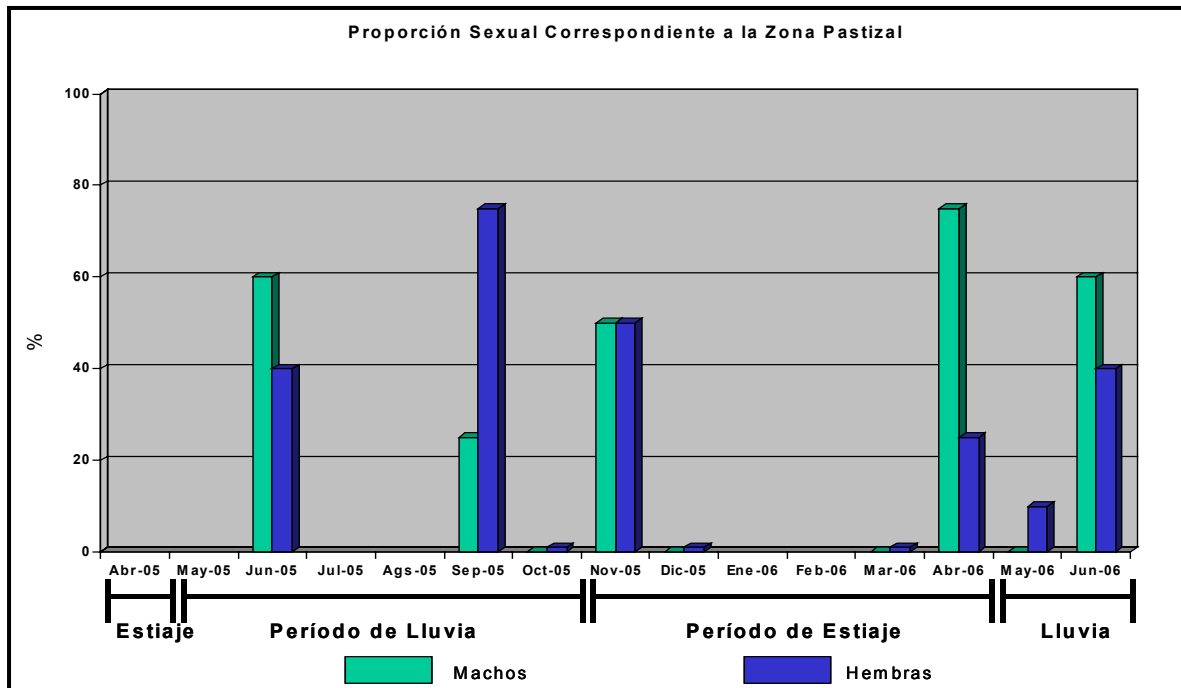


GRÁFICO 8. PROPORCIÓN SEXUAL DE LA ZB.

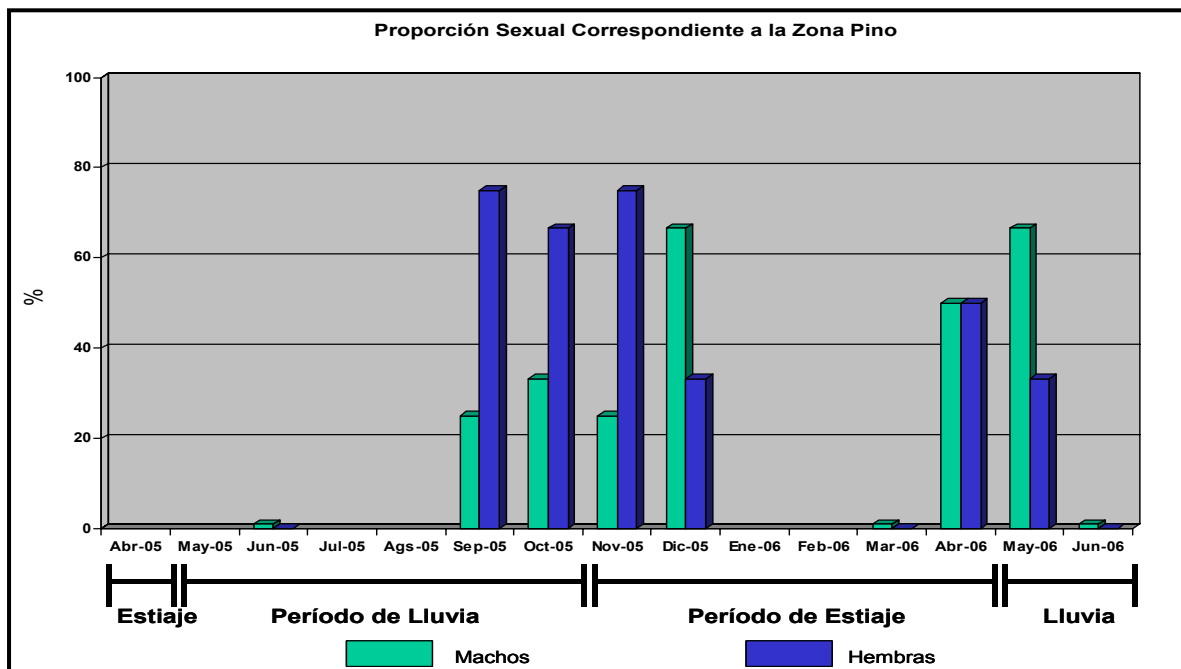


GRÁFICO 9. PROPORCIÓN SEXUAL DE LA ZC.

ESTRUCTURA DE EDADES.

El total de organismos capturados a lo largo del período de muestreo fue de 173, de los cuales 103 fueron adultos y 70 fueron juveniles, de los adultos 47 eran machos y 56 hembras y en el caso de los juveniles 36 machos y 34 hembras

Cuadro 5.

Edad	Total	♂	♀
Adultos	103	47	56
Juveniles	70	36	34

CUADRO 5. ESTRUCTURA DE EDADES.

El número comparado de adultos y juveniles por sesión se muestra en el **Gráfico 10**. En dicho gráfico se aprecia que el número de individuos tanto adultos como juveniles va disminuyendo durante la transición de la época de lluvia a la época de estiaje, mientras que en la transición de la época de estiaje a la época de lluvia mostró un aumento.

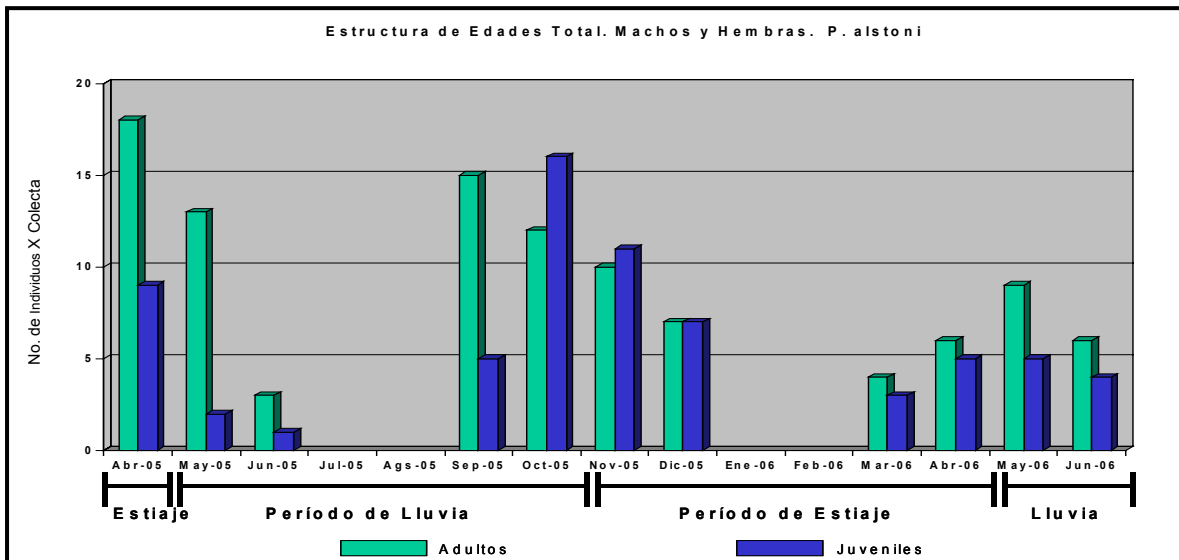


GRÁFICO. 10. ESTRUCTURA DE EDADES TOTAL

Observando estos datos, en función de la zona particular de captura y en el caso específico de los machos, se obtuvieron los siguientes datos **Cuadro 6**.

♂			
Edad	Post-incendio (ZA)	Pastizal (ZB)	Pino (ZC)
Adultos	11	7	12
Juveniles	19	4	9

CUADRO 6. ESTRUCTURA DE EDADES POR ZONA DE MACHOS

Aplicando una prueba t Student ($p = 0.05$) se encontró que entre las tres subáreas sí hubo diferencia, la cual se interpreta en el sentido de que las relaciones de proporción entre las clases de edad no son homogéneas entre las tres zonas.

Atendiendo a los resultados totales, en la zona de post-incendio se capturó un mayor número de individuos juveniles que de adultos contrariamente a lo obtenido en las zonas B y C.

En términos de los periodos de captura se observó la mayor presencia de machos juveniles en el mes de octubre para el caso de la zona de post-incendio y en el mes de diciembre para el caso de la zona de pino, mientras que en los demás meses de colecta el número de adultos con respecto a los juveniles fue semejante. Caso contrario sucedió en la zona de pastizal donde dominaron los adultos. Estas tendencias se aprecian en los **Gráficos 11, 12 y 13** respectivamente:

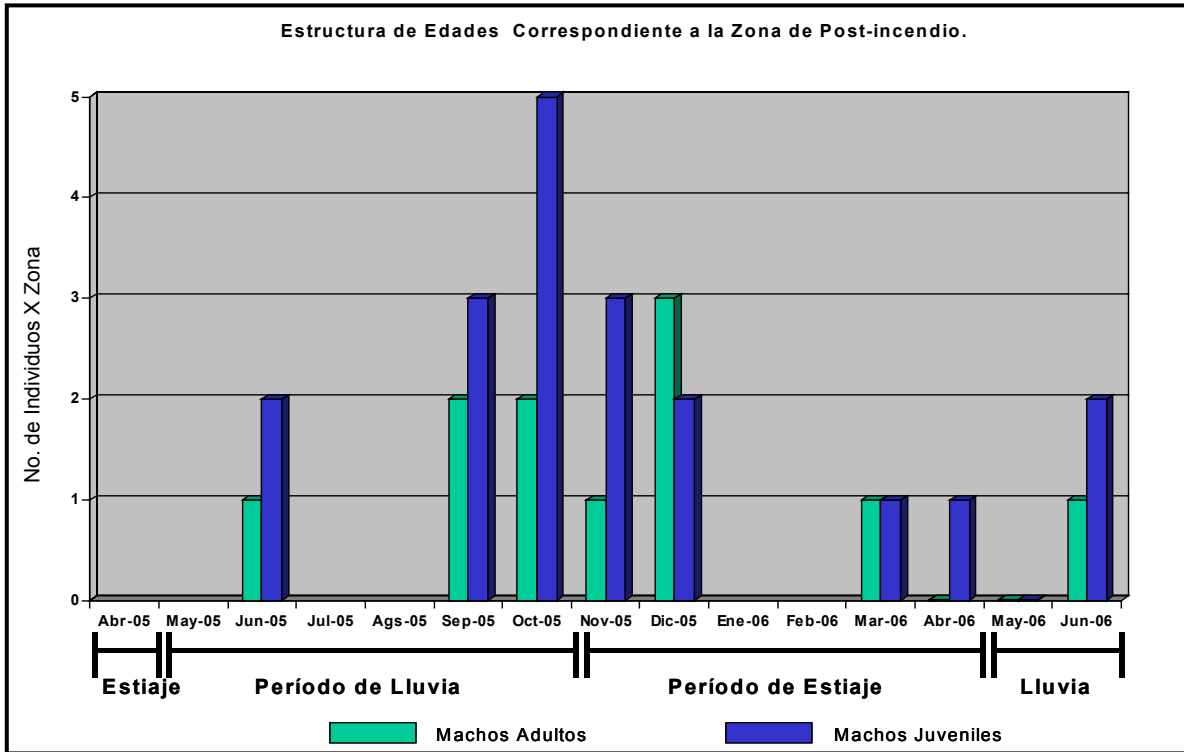


GRÁFICO 11. ESTRUCTURA DE EDADES (MACHOS) DE LA ZA.

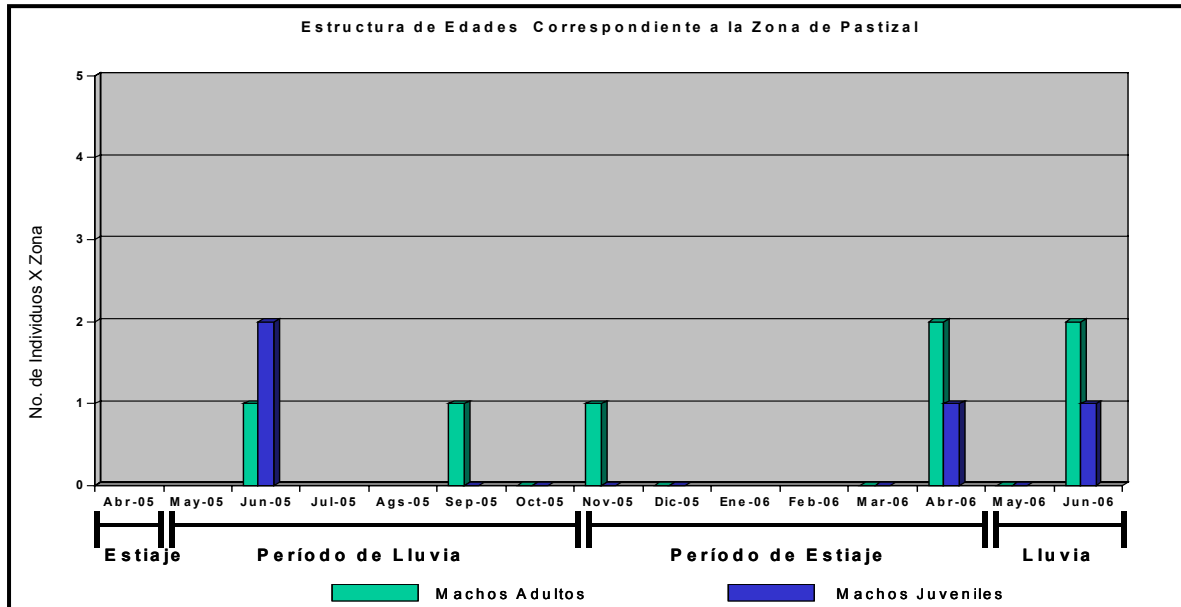


GRÁFICO 12. ESTRUCTURA DE EDADES (MACHOS) DE LA ZB.

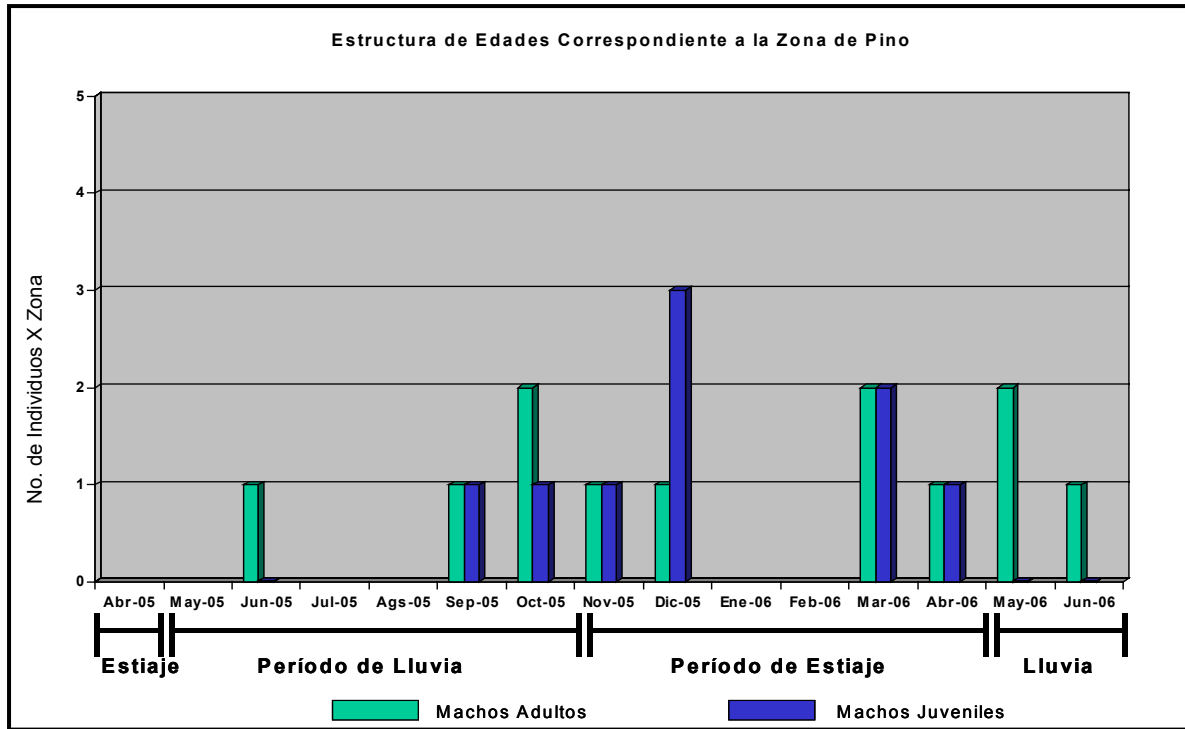


GRÁFICO 13. ESTRUCTURA DE EDADES (MACHOS) DE LA ZC.

Para las hembras, se obtuvieron los siguientes datos **Cuadro 7**.

	♀		
Edad	Post-incendio (ZA)	Pastizal (ZB)	Pino (ZC)
Adultas	13	17	16
Juveniles	12	8	7

CUADRO 7. ESTRUCTURA DE EDADES POR ZONA DE HEMBRAS

Aplicando una prueba t Student a los números totales obtenidos ($p = 0.05$) se encontró que entre las tres zonas sí hubo diferencia. Las cuales se presentan en los **Gráficos 14, 15 y 16**.

Analizando este resultado por zonas ocurrió lo siguiente:

En la zona de pastizal, se puede observar que en el mes de mayo predominaron ligeramente las hembras adultas; esta misma tendencia se observó durante el mes de septiembre la zona de pino.

Para el caso de la zona de pastizal y para el caso de la zona de pino.

Cabe señalar que en la zona de pastizal se capturaron más hembras adultas en la mayoría de los períodos de colecta en comparación a la zona de pino. Caso contrario sucedió en la zona de post-incendio donde predominaron ligeramente las juveniles.

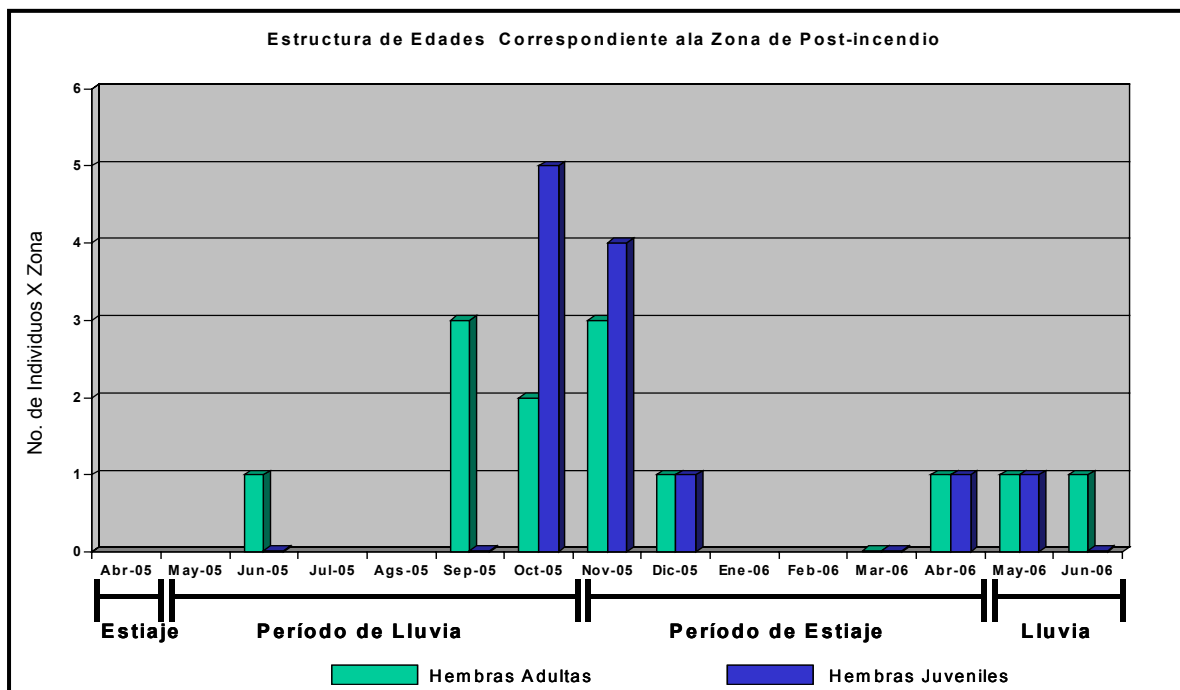


GRÁFICO 14. ESTRUCTURA DE EDADES (HEMBRAS) DE LA ZA.

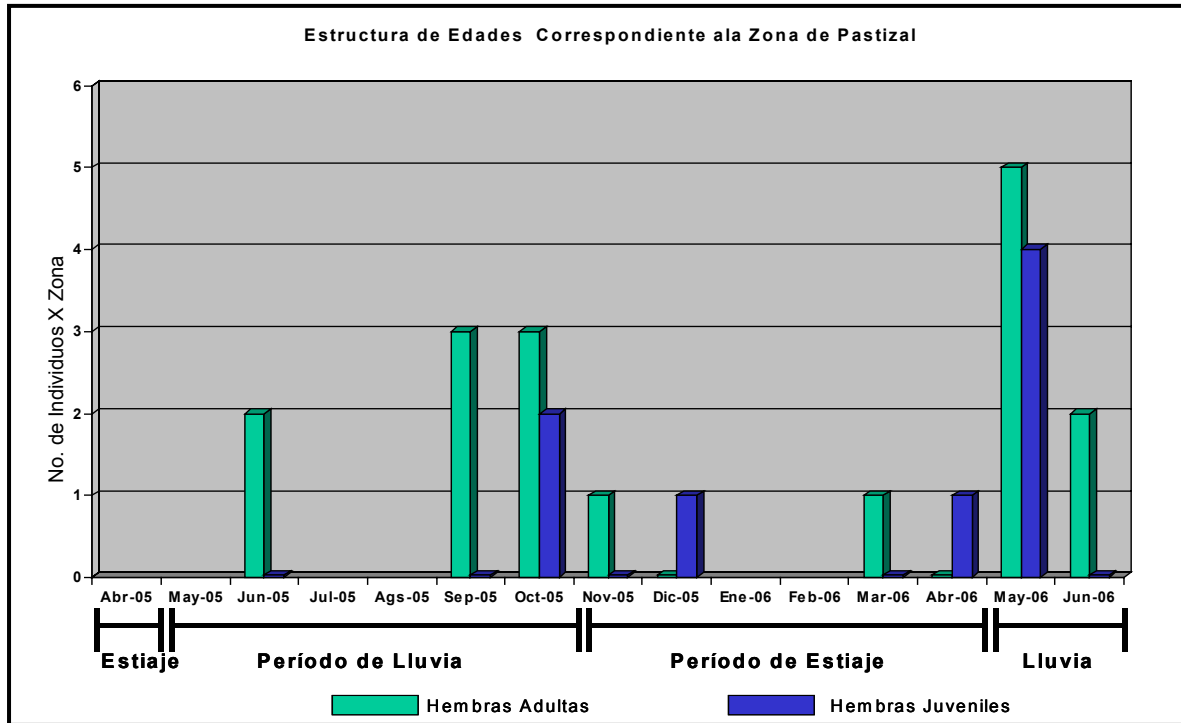


GRÁFICO 15. ESTRUCTURA DE EDADES (HEMBRAS) DE LA ZB.

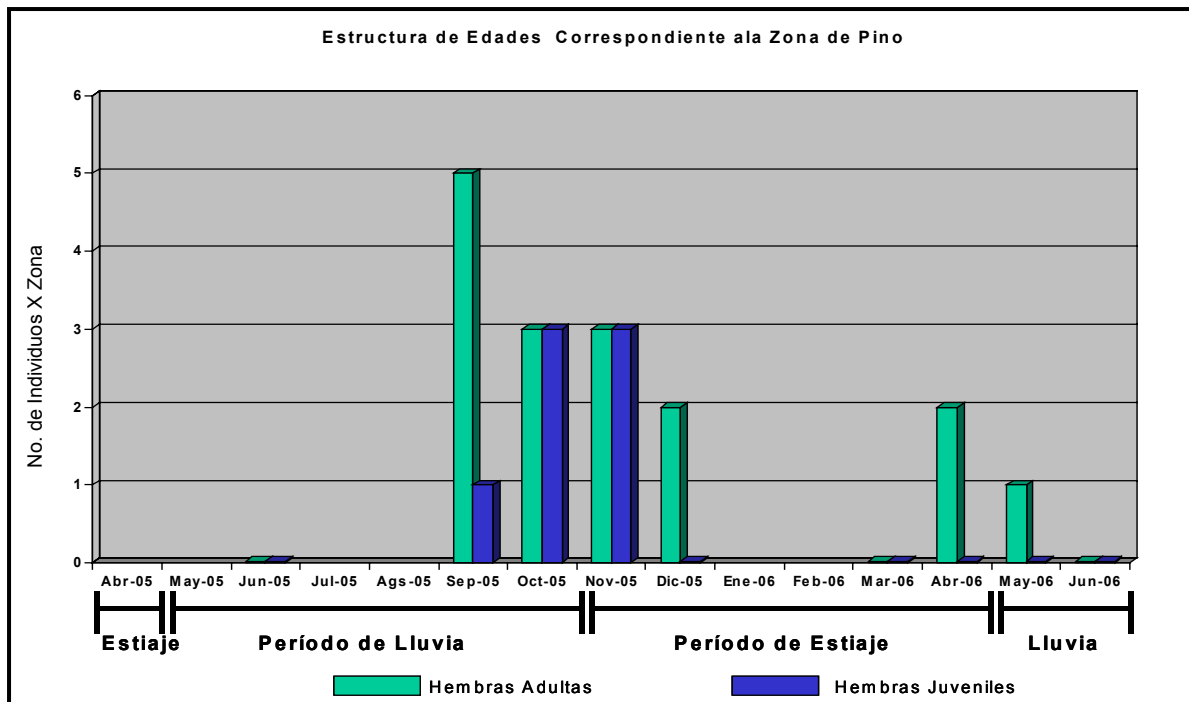


GRÁFICO 16. ESTRUCTURA DE EDADES (HEMBRAS) DE LA ZC.

CONDICIÓN REPRODUCTIVA.

Del total de organismos capturados se determinó la condición reproductiva para 150 de los individuos capturados, de los cuales 79 fueron machos y 71 hembras, los machos fueron separados en activos e inactivos obteniendo 41 machos activos y 38 machos inactivos en el caso de las hembras se obtuvieron 42 hembras activas y 29 hembras inactivas **Cuadro 8**

Sexo	♂	♀
Activos	41	42
Inactivos	38	29
Total	79	71

CUADRO NO. 8. CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE LA POBLACIÓN.

El número comparado de machos activos e inactivos por sesión se muestra en el **Gráfico 17**. En dicho gráfico se aprecia, en la mayor parte del tiempo, una dominancia de machos inactivos y solamente en el período de transición de la época de estiaje a la época de lluvia hubo cierta presencia mayor de activos.

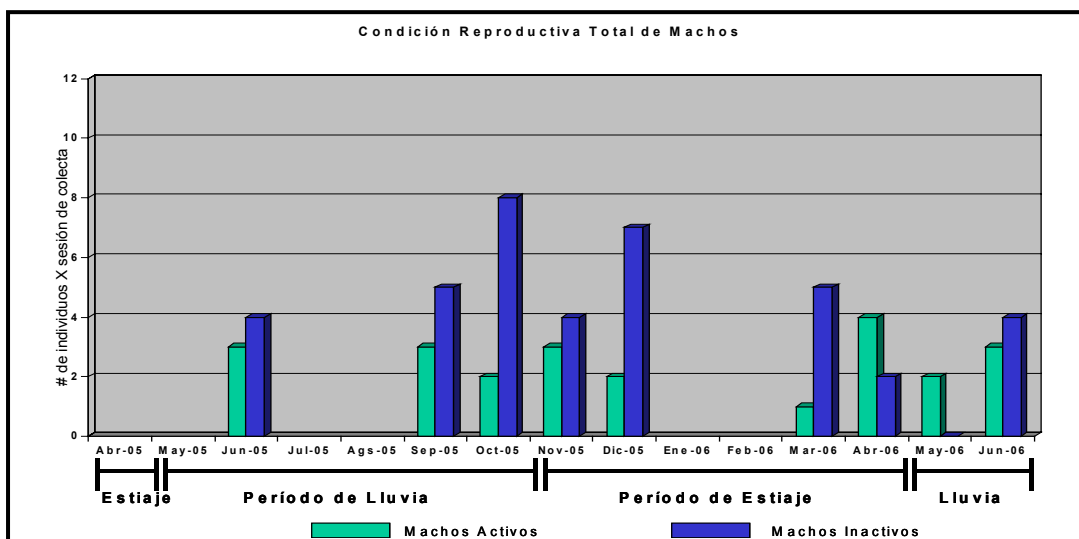


GRÁFICO 17. CONDICIÓN REPRODUCTIVA TOTAL DE MACHOS.

El número comparado de hembras activas e inactivas por sesión se muestra en el **Gráfico 18**. En dicha gráfica se aprecia una dominancia de las hembras inactivas en el período de transición de la época de lluvia al estiaje, mientras que en lo que respecta al período de lluvia así como al de estiaje, predominaron las hembras activas.

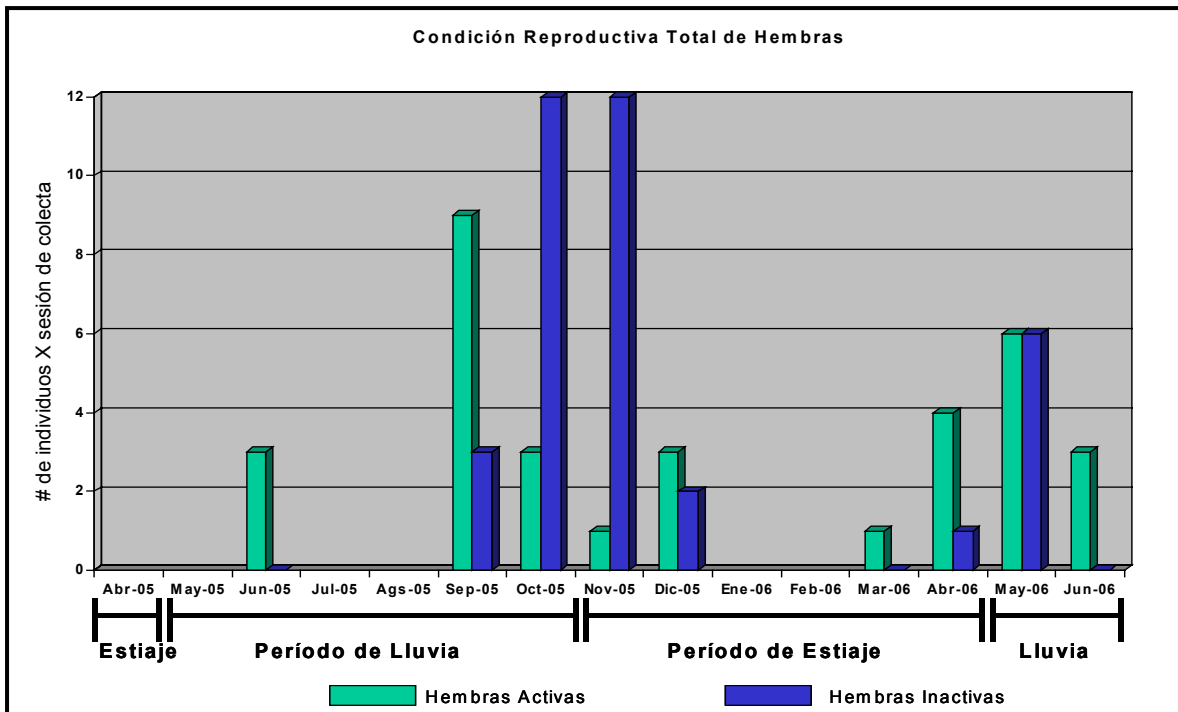


GRÁFICO 18. CONDICIÓN REPRODUCTIVA TOTAL DE HEMBRAS.

Observando estos datos, en función de la zona particular de captura, se obtuvieron los siguientes datos **Cuadro 9**.

Condición Reproductiva	Zonas					
	Post-incendio (ZA)		Pastizal (ZB)		Pino (ZC)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Activos	41	42	37	59	32	34
Inactivos	38	29	18	25	43	37
Total	79	71	55	84	75	71

CUADRO 9. CONDICIÓN REPRODUCTIVA POR ZONAS.

Aplicando una prueba t Student ($p = 0.05$) se encontró que entre las tres subáreas sí hubo diferencia, las cuales se representan en los **Gráficos 19, 20 y 21**.

En la zona de post-incendio se puede observar que predominaron ligeramente los organismos inactivos en los meses de octubre, noviembre y diciembre, mientras que el número de organismos activos fue semejante en los demás meses. Caso contrario sucedió en la zona de pastizal donde se puede observar que el número de organismos activos capturados con respecto a los organismos inactivos fue semejante y finalmente en la zona de pino al igual que en la zona de post-incendio predominaron ligeramente los organismos inactivos aunque en esta zona fue menor el número de animales activos capturados.

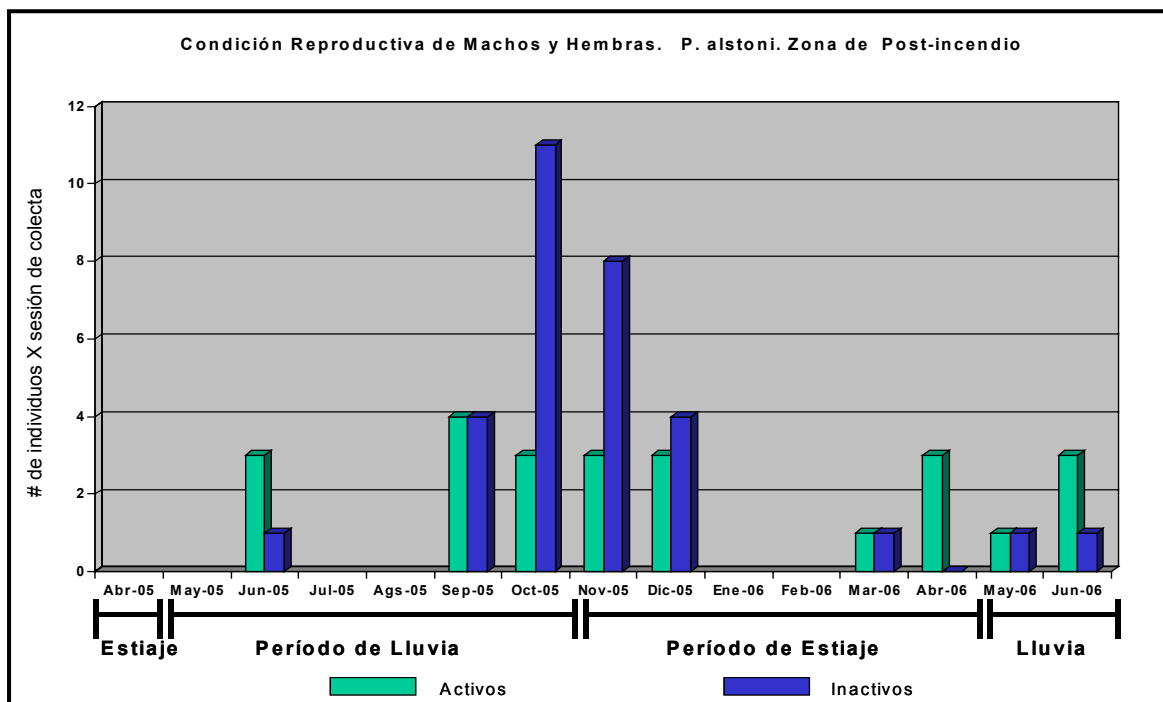


GRÁFICO 19. CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE LA ZA.

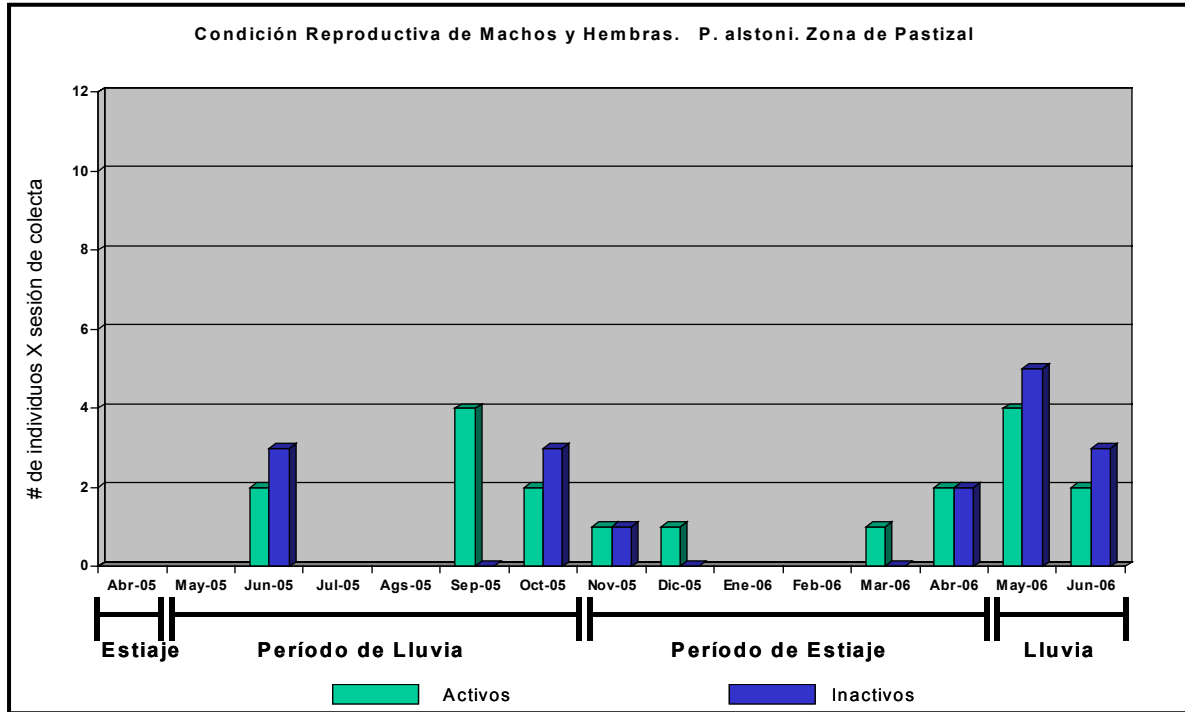


GRÁFICO 20. CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE LA ZB.

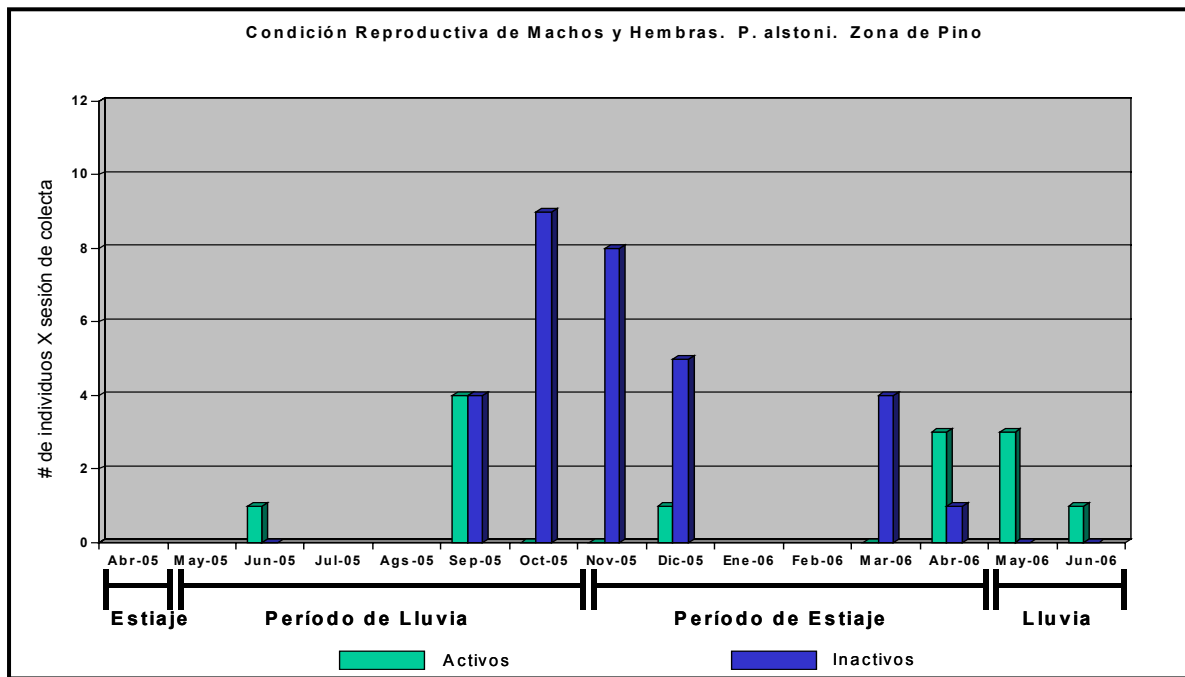


GRÁFICO 21. CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE LA ZC.

VIII. 3 ÁREA DE INFLUENCIA.

Peromyscus alstoni presentó para toda la población un área de influencia promedio de 183.82 m²; encontrándose diferencia entre machos y hembras, ya que para los machos el área promedio fue de 263.92 m²., la cual fue mayor que la obtenida para las hembras, que fue de 103.67 m². Esta comparación se aprecia en el **Gráfico 22**.

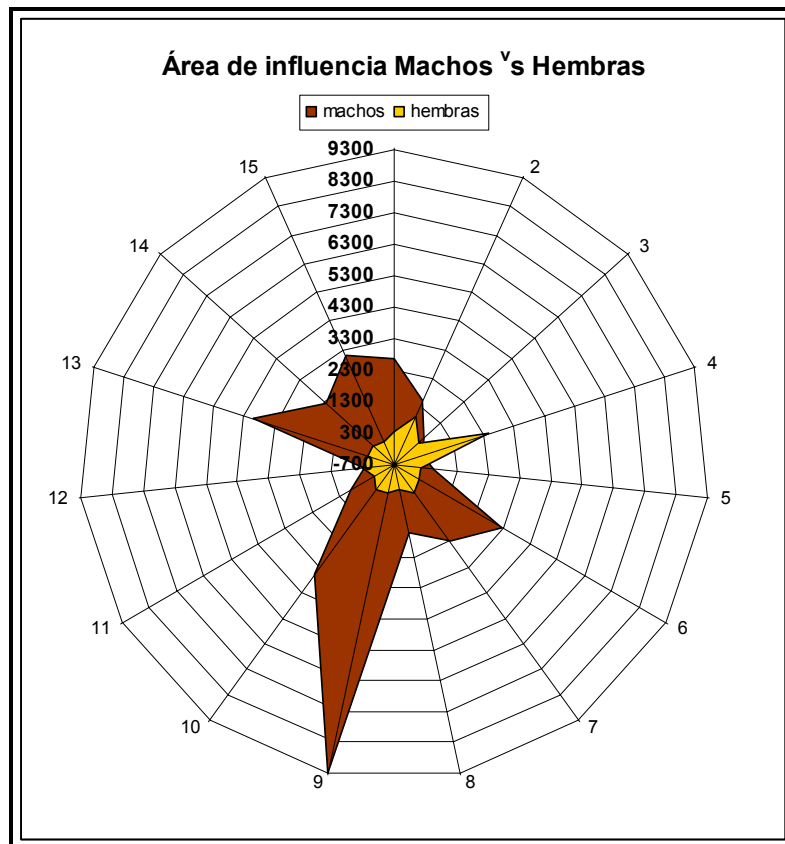
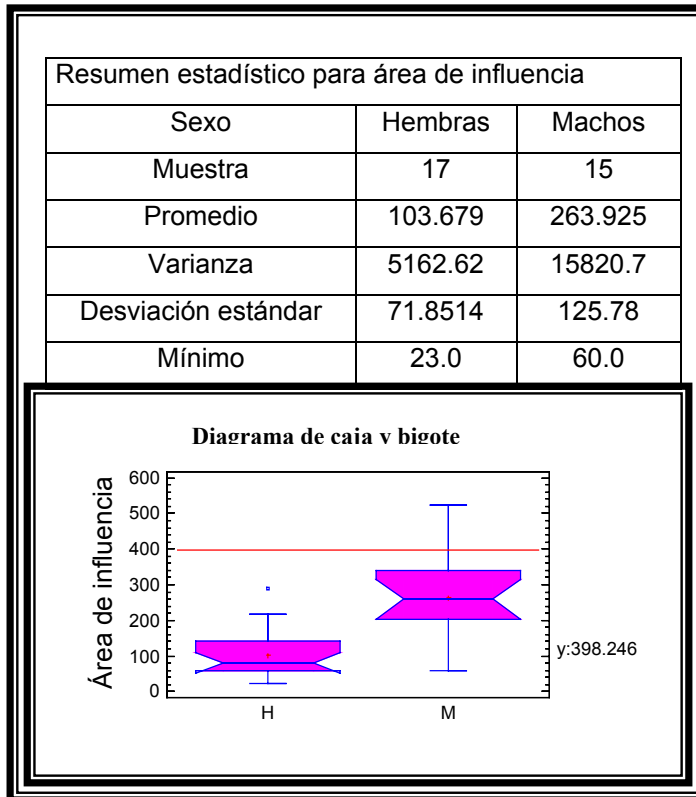


GRÁFICO 22. COMPARACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA ENTRE MACHOS Y HEMBRAS

Se realizó una prueba estadística, en la cual se comparó la media de área de influencia entre machos y hembras, encontrándose estadísticamente con un intervalo de confianza del 95% que hay diferencia significativa, esto se aprecia observando el gráfico 22; debido a este resultado, se puede reportar que el área de actividad no es la misma entre hembras y machos, ya que los machos ocuparon una mayor parte de la superficie (**Cuadro 10**).



CUADRO 10. COMPARACIÓN DE ÁREA DE ACTIVIDAD PROMEDIO ENTRE MACHOS Y HEMBRAS.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

ABUNDANCIA

Como se pudo observar (**Gráfico 1**) la población alcanzó mayor abundancia entre los meses de transición de la época de lluvia a la época de sequía, esto debido probablemente a que durante el período de lluvia se presentan las condiciones idóneas para sus eventos reproductivos como son: una mayor cobertura vegetal para la construcción de madrigueras y protección contra los depredadores así como abundancia de alimento. Estas condiciones fueron reportadas como importantes para la reproducción en el trabajo de Hansen y Warnock (1978) quienes resaltan la importancia de la vegetación en la determinación de la abundancia y distribución de roedores, encontrando que alteraciones en el hábitat dan como resultado cambios en la densidad.

Así mismo Chávez y Gallardo (1993), sugieren que la manifestación de picos poblacionales en *Peromyscus alstoni* están asociados a la precipitación. Lewellen y Vessey (1998a); Merritt *et. al.* (2001) argumentan que la densidad poblacional y reproducción de *Peromyscus* esta influenciada por fluctuaciones de temperatura y disponibilidad de alimento.

Factores intrínsecos como la mortandad y factores ambientales como las bajas temperaturas pueden resultar en abundancias menores y disminución de la tasa reproductiva *per capita* ya que estos dos efectos pueden retrasar el período reproductivo Millar y Gyug (1981).

Estos dos aspectos parecen no ser determinantes en la abundancia de la población estudiada ya que aún tratándose de un ambiente de alta montaña el clima es relativamente benigno y de acuerdo con la sobrevivencia observada (ver apartado siguiente), la mortalidad no es un factor que determine por sí sólo la reducción poblacional.

SOBREVIVENCIA

Los indicadores persistencia y permanencia tuvieron valores relativamente altos, lo cual se traduce en una sobrevivencia prolongada en la población bajo estudio. Si bien es cierto que en cautiverio se ha reportado para el género *Peromyscus* una sobrevivencia de hasta 5 años, los estudios en condiciones naturales reportan períodos comparativamente más cortos, tal es el caso de poblaciones de *Peromyscus alstoni* en el Ajusco para las cuales Chávez y Gallardo (1993) reportan una sobrevivencia promedio de 105 días.

Anderson (1982) y Fleming (1971 y 1974) reportan que sólo una pequeña parte de las poblaciones permanece en un mismo sitio más de 2 años y que la mayor parte desaparece después de los 3 meses. Ahora bien, esta ausencia de individuos después de los 3 meses no necesariamente implica mortandad, sino más bien variaciones en la persistencia debido a las condiciones del medio o a los efectos mismos del trampeo.

En el caso del presente estudio la alta sobrevivencia y la alta proporción de sobrevivientes observada durante el período de trabajo puede analizarse bajo los argumentos establecidos en el trabajo de Gómez (1989) quien explica que para que *Peromyscus alstoni* permanezca en un sitio, éste debe de tener una amplia cobertura vegetal para poder hacer frente a las presiones de alimentación, reproducción y protección contra sus depredadores.

Por otro lado, también es conveniente reconocer que la presencia de individuos no es al azar, incluso en las regiones uniformes y permanentemente colonizadas. Los individuos y a veces los grupos completos, generalmente conocen muy bien la zona en que viven y satisfacen todas sus necesidades. Esta área viene determinada por las necesidades del animal, su tamaño y capacidad para moverse en ella (Kowalski, 1981).

RECLUTAMIENTO

El reclutamiento promedio para esta población fue de 13 ind/sesión de trampeo; presentando mayor incorporación durante la transición del período de lluvia al período de estiaje; y comportándose de la misma manera en la transición del período de estiaje al período de lluvias siguiente. A reserva de que un seguimiento de esta misma población por un período de mas años indicara lo contrario, los resultados obtenidos parecen indicar que esta especie tiene períodos definidos de reclutamiento (nacimientos e inmigraciones); esto concuerda con la discusión hecha por Kowalski (1981), que afirma que la especie que tenga épocas de apareamiento fijas, mostrará obviamente variaciones periódicas en su número de individuos, razón por la cual, una población no es nunca estable, y que todo tipo de factores ambientales produce oscilaciones del equilibrio, logrando así un comportamiento cíclico.

PROPORCIÓN SEXUAL

Al final de la época lluviosa y durante la transición a la mitad seca del año se encontró mayor número de hembras que de machos. Así mismo durante esta transición estacional se presentó el final de mayor actividad reproductiva y bajo estas condiciones la baja numérica de los machos, lo cual puede tener su explicación en su mayor movilidad así como en el desplazamiento provocado por conductas de agresión y territorialidad, tal como lo especifican Granados *et. al.* (1995) y Canela y Sánchez-Cordero (1984), quienes afirman además que los individuos desplazados son subadultos y juveniles.

Bacon *et al.* (1991); Kruuk y Macdonald (1985); Macdonald (1983) y Mace *et al.* (1984) sugieren que las diferentes respuestas en los machos a través de las distintas condiciones ambientales pueden ser explicadas en términos de diferentes requerimientos energéticos y diferentes limitaciones en los recursos alimenticios.

Cuando la disponibilidad de los recursos alimenticios decrece, los machos se ven en dificultad de obtener suficiente cantidad de energía.

Por otro lado se encontró mayor proporción de hembras que de machos en la zona de pastizal comparada con la zona de post-incendio y la zona de pino, esto debido quizá a que las hembras tienden a presentar mayor residencia asociada al cuidado parental así como también a que estos individuos prefieren construir sus madrigueras en la base de los pastos amacollados.

CONDICIÓN REPRODUCTIVA

Aunque se observó la presencia de individuos sexualmente durante todo el periodo de trampeo, la mayor actividad reproductiva estuvo asociada al período lluvioso, lo cual se confirmó por la mayor presencia de juveniles al final de dicho período y durante la transición hacia la mitad seca del año. Este resultado confirma la estacionalidad reproductiva reportada en trabajos previos y hábitat similares (Best, 1995). La estación no reproductiva corresponde al período de secas mientras que durante la estación de lluvias ocurre un mayor número de nacimientos así como también mayor disponibilidad de agua y alimento (Doonan y Slade, 1995). Esto mismo se observó en los trabajos de Ceballos (1989) y Valenzuela (1999), quienes durante la estación de secas encontraron cuadrantes con menor número de madrigueras así como la presencia de una mayor actividad en busca de alimento durante la estación de lluvia.

El fenómeno de la estacionalidad reproductiva, aunque es observable, es menos drástico en estas latitudes que aquellos observados con especies del mismo género en regiones boreales y en las zonas desérticas donde los inviernos y las épocas de sequía son tiempos de escasez potencial de alimento para los pequeños mamíferos, ya que son épocas en que la temperatura o falta de humedad limitan la actividad (Vaughan, 1998). Bajo esta comparación puede desprenderse la afirmación de que las condiciones que imperan en el área estudiada son, a pesar de las altitudes, bastante benéficas.

Otros factores que contribuyen a esta explicación es la disponibilidad de alimento, tal como lo refiere Prieto (1988) quien reporta que esta especie ajusta su reproducción con la máxima disponibilidad y calidad de alimento. Así mismo Stebbins (1977) encontró que la reproducción se encuentra muy relacionada con la disponibilidad de alimento ya que durante esta fase los requerimientos son mayores. Jonson y Sherry (2001); Boutin (1990) afirman que la actividad reproductiva de las hembras es consistente con la adquisición de alimento.

Clutton-Brock (1989) y Trivers (1972) reportan que los sucesos reproductivos en el caso de las hembras se ven limitados por la disponibilidad de alimento y en el caso de los machos por la disponibilidad de hembras. Koprowski y Corse (2005) hacen mención que no se ha demostrado que existan diferencias significativas entre los sexos a pesar de los cambios estacionales en la actividad sexual.

Considerando los cambios en la estructura vegetal, la intensidad reproductiva fue mayor en la zona de pastizal que en la zona de post-incendio y en la zona de pino, esto debido a que *Peromyscus alstoni* se distribuye especialmente en pastizales, por lo que no están acostumbrados a tener actividad en áreas con baja cobertura. Estos individuos prefieren construir sus madrigueras en la base de los pastos amacollados, protegiéndose así de posibles depredadores, además de que la energía que invierten para conseguir alimento es menor en comparación a la energía que requerirían para desplazarse hacia las otras dos zonas en busca de éste.

Esto puede ser analizado bajo los argumentos establecidos en el trabajo de Beatley (1969) quien describe que la fase de recolección de alimento implica un considerable gasto de energía y, durante el mismo los roedores están expuestos a la depredación y, quizá, también a las bajas temperaturas; no obstante la recolección dura apenas una o dos horas cada noche. La elección selectiva de su microambiente de alimentación y el uso de un alimento lleno de energía, les permiten permanecer en la seguridad de sus madrigueras durante la mayor parte del ciclo de 24 horas.

ÁREA DE ACTIVIDAD.

El área de actividad promedio fue de 1395.15 m², encontrándose una diferencia muy marcada entre machos y hembras; estos resultados no coinciden con los reportados por Sánchez-Cordero (1989), donde se menciona que el área de actividad promedio de la especie es de 27.73 m², sin embargo, si es consistente con la afirmación de que los machos presentan regularmente áreas de actividad mayores que las hembras de su misma especie. Esto puede tener su explicación en el hecho de que al terminar el período reproductivo de la población, los machos presentan un período de conducta agresiva con su mismo sexo, lo que hace que los individuos, tanto juveniles como adultos subordinados, se alejen del sitio de nidación. Esto ayuda a que las camadas nuevas tengan éxito ya que al alejarse los machos del sitio la disposición de alimento que proporciona este, es aprovechado por las hembras; esta conducta agresiva es reportada por Granados (1995) quien observó, en un estudio de laboratorio, que los machos de *P. alstoni* exhibían una alta agresividad hacía otros individuos del mismo sexo, principalmente después del apareamiento.

La evidencia en condiciones naturales, de esta conducta territorial, del establecimiento de relaciones de dominancia-subordinación y por tanto de exclusión de individuos jóvenes y adultos inmaduros, fue demostrada por Fa *et al.*, (1996) mediante un estudio de conductas agresivas y comportamiento territorial.

Dadas las distancias registradas, la amplitud del área de influencia obtenida rebasó los límites particulares de las tres zonas en las que diferenció el trampeo, dado que los individuos se desplazan frecuentemente y sin obstáculo a través de estas. En este sentido, el área de influencia como indicador de uso del espacio, es aplicable en un contexto amplio para la población residente en el área total de estudio. Por esta razón no es posible calcular un área de influencia particular para cada zona, sino una sola para el área total.

Condiciones tales como la exclusión explican los desplazamientos observados entre los tres microhábitat referidos, a este respecto, Kozakiewicz *et al.*, (1993) explican que al comparar las distancias recorridas por pequeños mamíferos entre hábitat homogéneos y heterogéneos, los individuos presentaron una adaptación conductual a los paisajes fragmentados; ya que éstos presentaron distancias más largas en hábitat heterogéneos.

Con excepción del período de mayor actividad reproductora, donde parece haber cierta predilección por el pastizal conservado el resto del período de estudio, se apreciaron movimientos individuales a lo largo de toda el área y sus variantes ambientales, a este respecto se sabe que la movilidad aumentada de los pequeños mamíferos en el hábitat heterogéneo depende de aumentar las distancias a recorrer, así como la habilidad de moverse a través de y/o utilizar varios tipos de hábitat diferentes.

Al analizar estas afirmaciones derivadas de estudios sobre ecología del paisaje y pequeños mamíferos se encontró bastante semejanza con el área estudiada en este trabajo, la cual evidentemente representa un ejemplo claro de fragmentación y heterogeneidad del hábitat, en este caso, por perturbaciones antropogénicas. El comportamiento poblacional y el uso del espacio, tal como se observaron en este período, responden de manera muy consistente con la información publicada desde un enfoque ecológico-paisajístico, entendiéndose como paisaje una relación dinámica entre estructura, relaciones y funciones del ecosistema.

Dicho estudio encaminado a identificar y explicar la conducta agonística en comunidades de roedores del eje neovolcánico aportó información importante acerca de la relación directa entre los eventos reproductivos y el incremento de la conducta territorial intra e Inter específica, fenómeno que también se presentaba entre individuos del mismo sexo. En términos de aprovechamiento del espacio este tipo de comportamiento se traduce en una menor sobreposición de las áreas de actividad por la exclusión de los subordinados, quienes se desplazan hacia otras áreas.

La marcada diferencia que se observa entre el valor del área de actividad reportada en trabajos previos con respecto a la obtenida en este estudio puede explicarse a partir de dos argumentos:

1.- Los métodos de obtención son diferentes y necesariamente deben presentar las diferencias correspondientes; en el trabajo de Sánchez-Cordero se obtuvo mediante una estimación de orden matemático, mientras que en el presente estudio fue a partir de la medición y cálculo de una poligonal directa.

2.- Teóricamente, cuanto menor sea la distancia que debe recorrer el animal para satisfacer sus necesidades, menores son las probabilidades de encuentro con depredadores.

En este caso el fenómeno, aparentemente inverso, observado en este estudio puede asociarse por lo tanto con la escasa abundancia de depredadores, la cual se confirmó repetidamente mediante trampeos paralelos con trampas Tomahawk y la búsqueda de rastros de animales mayores. Durante el período de estudio, esta colecta complementaria de datos sobre la fauna del lugar arrojó resultados bastante pobres sobre la presencia de especies depredadoras, confirmándose tan solo la residencia en el área de un ejemplar del grupo de los mustelidos (*Mustela frenata*) y la ausencia de rastros de otros grupos como los felinos, cánidos, reptiles grandes o aves rapaces.

Esta ausencia evidente de depredadores, así como la presencia de alimento de alto valor energético durante buena parte del año (temporada de lluvias) parecen influir de manera determinante en la alta sobrevivencia observada, ya que como afirman Ricklets (1973) y Lawhon y Hafner (1981) para que un individuo sobreviva hasta la edad reproductiva hace falta energía, la cual es obtenida de las semillas, que son la fuente de origen vegetal más concentrada que existe y que les permite invertir, relativamente, poco tiempo comiendo o buscando alimento.

Esta economía energética en la búsqueda de alimento en un hábitat benévolo permite destinar mayor esfuerzo a la reproducción. Bajo este esquema de alimento disponible y condiciones ambientales (principalmente climáticas) relativamente constantes y ausencia de depredadores explica que en estas poblaciones del eje neovolcánico no se presenten fluctuaciones poblacionales en las que se alternan cíclicamente incrementos y descensos espectaculares en la abundancia de las poblaciones, tal como ocurre y se ha documentado en las poblaciones boreales (Beatley, 1969 y Elias *et. al.* , 2004) y en teorías clásicas como la de las relaciones presa-depredador.

X. CONCLUSIONES.

En términos de la selección y preferencias de microhabitat, los sitios que ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de las poblaciones estudiadas son aquellas cuya composición vegetal contiene mayores reservas de semillas, setas y plantas en floración, aún cuando estos sean de ciclo anual. Estas condiciones corresponden básicamente a las áreas con pastizales conservados por encima de las áreas arboladas y aquellas que presentan perturbaciones por incendios.

La estructura de la población está determinada, en primer instancia, por la disponibilidad alimenticia y por la cobertura vegetal, ya que la densidad poblacional es mayor en los meses de transición de la época de lluvia que en la época de sequía.

Presenta una alta sobrevivencia que está influenciada por la alta cobertura vegetal que tiene el área de estudio, la cual le proporciona gran disponibilidad de alimento y un buen sitio para construir sus madrigueras.

Esta especie cuenta con períodos de reclutamiento fijos (ya sea por nacimientos e inmigraciones) que coinciden a finales del período de lluvias en donde se presenta el período reproductivo.

Estos individuos presentan una proporción sexual típica 1:1, lo que garantiza que todas las hembras tengan una pareja segura en la época reproductiva; se notan unas pequeñas diferencias entre las zonas (A, B y C) debido al comportamiento reproductivo, en caso de las hembras, y post-reproductivo, en el caso de los machos, sin embargo y pese a las pequeñas diferencias la proporción sexual es 1:1 para toda el área de estudio.

Su actividad reproductiva se asocia al periodo de lluvias (mayo-noviembre) que es cuando hay una máxima disponibilidad y calidad de alimento lo que provoca que dicha población incremente su abundancia en el mes de octubre.

Los machos presentan una mayor área de actividad que las hembras, esto se asocia al periodo reproductivo, debido a que las hembras se encargan de cuidar y proporcionar alimento a las crías, lo que provoca que las hembras no recorran grandes distancias de sus madrigueras; caso contrario de lo que ocurre con los machos, ya que estos presentan una conducta agonística con su mismo sexo después del apareamiento, lo cual provoca que se alejen del sitio de nidación y busquen refugio en otro lugar que les brinde las condiciones adecuadas para su sobrevivencia.

LITERATURA CITADA.

- Anderson, D: S. 1982. **Comparative population ecology of *Peromyscus mexicanus* in a Costa Rican wet forest.** Ph. D. Dissertation. University of Southern California. Los Angeles, CA., pp. 320.
- Ayala-Guerrero, F. J., Ramos, L., Vargras-Reyna, G. 1998. **Sep patterns of the volcano mouse (*Neotomodon alstoni alstoni*).** *Physiology*. 64 (4): 577-580.
- Bacon, P. J., Ball, F. G. y Blackwell, P. G. 1991. **A model for territory and group formation in a heterogeneous habitat.** *Journal of Theoretical Biology* 148: 445-468.
- Batzu, G. O. y Pitelka, F. A. 1971. **Condition and diet of cycling populations of the California vole: *Microtus californicus*.** *Journal of Mammalogy*. 52:141-163.
- Beatley, J. C. 1969. **Dependence of desert rodents on winter annuals and precipitation.** *Ecology*, 50:721.
- Best, T. L. 1995. ***Sciurus nayaritensis*.** *Mammalian Species*. 492: 1-5.
- Birney, E., Grant W. y Baird, D. 1976. **Importance of vegetative cover to cycles of *Microtus* populations.** *Ecology* 57 (5): 1043-1051.
- Bonaventura, S. M., Pancotto, V., Madanes, N. Vicari R. 2003. **Microhabitat use and density of *Sigmodontine* rodents in *Spartina densiflora* freshwater marshes, Argentina.** *Journal of mammalogy* 67 (3): 367-377.
- Boutin, S. 1990. **Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems, and the future.** *Canadian Journal of Zoology* 68:203-220.

- Brady, M. J. y Slade, N. A. 2001. **Diversity of grassland rodent community at varying temporal scales: The role of ecologically dominant species.** Journal of Mammalogy 82 (4): 974-983.
- Canela, R. M. y Sánchez-Cordero, V. 1984. **Patrón del área de actividad de *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia: Cricetinae).** An. Inst. Biol. UNAM, México 55(2): 285-306.
- Carleton, M. D., y Musser, G. G. 1984. **Muroid rodents.** pp. 289-379, in Orders and families of recent mammals of the world (S. Anderson and J. K. Jones, Jr. eds.). John Wiley and Sons, New York, pp. 686
- Ceballos, G. 1989. **Population and community structure of small mammals from tropical deciduous and arroyo forests in Western Mexico.** Ph. D. dissertation. University of Arizona. pp. 163-196.
- Chávez, J. M., y Trigo, N. B. 1996. **Programa de Manejo para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl.** UAM. Unidad Xochimilco. pp. 299.
- Chávez, T. C. y Gallardo, V. R. 1993. **Demografía y reproducción de *Neotomodon alstoni* en la Sierra del Ajusco México.** Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, DF.
- Clutton-Brock, D. H. 1991. **The evolution parental care.** Princeton University Press. New York.
- Danielson B. J. y G. S. Anderson. **Habitat selection in geographically y complex landscapes in: Barret.** (G. W. and J. D. Peles. Eds). 1999. Landscape Ecology of Small Mammals. Springer N. Y. U.S.A. pp. 106.

- Davis, W. B. y Follansbee, L. A. 1945. **The mexican volcano mouse *Neotomodon alstoni alstoni***. Journal of Mammalogy. 26(4): 401-411.
- Delany, M. J. 1981. **Ecología de los micro mamíferos**. Ediciones Omega, S. A. Barcelona España. pp. 44.
- Donan, T. J. y Slade, N. A. 1995. Effects of supplemental food on population dynamics of cotton rats, *Sigmodon hispidus*. Ecology. 76 : 814-826.
- Elias, P. S., J., Witman y Hunter, M. L. 2004. ***Peromyscus leucopus* abundance and acorn mast: population fluctuation patterns over 20 years**. Journal of Mammalogy, 85(4): 743-747.
- Entwistle, A. C. y Stephenson , P. J. 2000. **Priorities for the conservation of Mammalian diversity**. Cambridge, England.
- Fa, J. E. 1990. **Conservation motivated analysis of mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt**. National Geographic Research. 5:296-316.
- Fa J. Sánchez V. y A. Méndez. 1996. **Interespecific agonistic behaviour in small mammals in a Mexican high-elevational grassland**. Journal of Zoology Lond 239: 396-401.
- Fleming, T. H. 1971. **Population ecology of three species of neotropical rodents**. Miscellaneous Publications. Museum of Zoology, University of Michigan, 143:1-77.
- Fleming, T. H. 1974. **The population ecology of two species of Costa Rican heterovind rodents**. Ecology, 55:493-51.

- Galindo, C. y Krebs, C. J. 1987. **Population regulation in deer mice: The role of females.** Journal of Animal Ecology. 56: 11-23.
- Getz, L. 1985. **Habitats.** In: Biology of New World Microtus (ed. Robert H. Tamarin). Spec. Publ. AMER, Soc. Mammalogists. 8(1): 893.
- Glennon, M. J., Porter, W. F. y Demers, C. L. 2002. **An alternative field technique for estimating diversity of small-mammal populations.** Journal of mammalogy. 83(3): 734-742.
- Gómez, R. M. 1989. **Efectos de “fuegos controlados” sobre la ecología de las poblaciones de pequeños roedores en un pastizal alpino en la cima, DF., México.** Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de estudios Superiores Zaragoza. pp. 105.
- Granados, H., J. Luis, A. Carmona, G. Espinosa y T. Arenas. 1995. **Comportamiento agresivo del macho del ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Rodentia:Cricetidae).** Laboratorio de biología animal. Ciudad Universitaria. México, D.F.
- Haberl, W. y Krystufek. 2003. **Spatial distribution and population density of the harvest mouse *Micromys minutus* in a habitat mosaic at lake Neusiedl, Austria.** Mammalia, 1(67): 355-365.
- Hall, E. R., y Dalquest W.W. 1963. **The mammals of Veracruz.** Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 14:165-362.
- Halliday, T. R. 1996. **Ecological census techniques, a Handbook.** Edited by William, J. Sutherland. Cambridge University Press.

- Hansen, L. y Batzli, G. O. 1978. **The influence of food availability on the white-footed mouse: populations in isolated woodlots.** Canadian Journal of Zoology. 56:2530-2541.
- Heske, E. J., Ostfeld, R. S. y Lidicker, W. Z. 1984. **Competitive interactions between *Microtus californicus* and *Reithrodontomys megalotis* during two peaks of *Microtus* abundance.** Journal of mammalogy. 65(2): 271-280.
- Hestbeck, J. B. 1988. **Population regulation of cyclic mammals: a model of the social fence hypothesis.** Oikos 52: 156-168.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. Y Foster, M. S. 1994. **Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians.** Smithsonian Institution Press. Washington Dc.
- Iñiguez, L. I. y Santana, D. 1993. **Patrones de distribución y riqueza de especie de los mamíferos del occidente de México.** Pp. 64-67, en Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, DF. 1:320.
- Johnson, D. M. y Sherry, T. W. 2001. **Effects of food availability on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica.** Journal of Animal Ecology 70: 402-410.
- Koprowski, J. L. y Corse. M. C. 2005. **Time budgets, activity periods, and behaviour of Mexican fox squirrels.** Journal of Mammalogy. 86(5): 947-952.
- Kowalski, K. 1981. **Mamíferos, manual de teratología.** H. Blume ediciones. Madrid, España. Pp. 532.

- Kozaklewicz, M. 1993. **Habitat insolation and ecological barriers: the effect on small mammal populations and communities.** Acta Theriologica 38:1-30.
- Kruuk, H. y Macdonald, D. 1985. **Group territories of carnivores: empires and enclaves.** Pp. 521-536 in **Behavioral ecology: ecological consequences of adaptative behaviour** (R. M. Sibley and R. H. Smith, eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.
- Lawhon, D. K. y M. S. Hafner, 1981. **Tactile discriminatory ability and foraging strategies in kangaroo rats and pocket mice.** Ecología, 50:303.
- Lewellen, R. H. y Vessey, S. H. 1998. **Modeling biotic and abiotic influences on population size in small mammals.** Oecologia. 113:210-218.
- Macdonald, D. 1983. **The ecology of carnivore social behaviour.** Nature 301: 379-384
- Mace, G. M., Harvey, P. H. y Clutton-Brock. 1984. **Vertebrate home-range size and energetic requirements.** Pp.32-53 in **The ecology of animal movement** (I. R. Swingland and P. G. Greenwood, eds.). Clarendon Press, Oxford. United Kingdom
- Merritt, J. F., Lima, M. y Bozinovic, F. 2001. **Seasonal regulation in fluctuating small mammal populations: feedback structure and climate.** Oikos. 94: 505-514
- Meserve, P.L. 1981. **“La Utilización de recursos en roedores simpátridos: El Papel del Hábitat.”.** Medio Ambiente . Chile. pp.114.

- Olivera, J., Ramírez-Pulido, J. y Williams, S. L. 1986. **Reproducción de *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia: muridae) en condiciones de laboratorio.** Acta zoológica mexicana 16: 27.
- Ostfeld, R. S., William, Z., Lidicker Jr. y Heske, E. J. 1985. **The relationship between habitat heterogeneity, space use and demography in a population of California voles.** Oikos. 45:433-442.
- Price, M., y Waser, N. 1984. **On the relative abundance of species postfire changes in a coastal sage scrub rodent community.** Ecology, 65(4): 1161-1169.
- Prieto, M. 1987. **Hábitos alimenticios y reproducción de tres especies de roedores Cricetidos: *Neotomodon alstoni*, *Peromyscus maniculatus* y *Reithrodontomys megalotis* (Familia Cricetidae).** Tesis Maestría. Facultad de ciencias, UNAM. pp.140.
- Rzedowski, J. 1979. **Vegetación de México.** Limusa, México, pp. 432.
- Retana, O. G. y Lorenzo, C. 2002. **Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación.** Acta Zool. Méx. 85:25-49.
- Romero-Almaraz, M., Sánchez-Hernández, C., García-Estrada C. y Owen, R. 2000. **Mamíferos Pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio.** An. Inst. Biol. UNAM, México. pp.151.
- Sánchez-Cordero, V. 1989. **Patterns of demography and reproduction in a rodent community in central Mexico.** Tesis Maestría. Univ. Michigan, E.U.A. pp. 97.

- Sánchez, C., Rojas A. E. y Chávez, C. B. 1985. **Fluctuación de población de *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia: Cricetinae En la Sierra del Ajusco, México.** Instituto de Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 7: 105-114.
- Sandell, M. 1989. **The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores.** Pp. 164-182 in Carnivore behavior, ecology, evolution (J. L. Gittleman, ed.). Chapman & Hall, London, United Kingdom.
- Simpson, G. G. 1945. **The principles of classification and a classification of mammals.** Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 85:1-350.
- Stancampiano, A. J. y Schnell, G. D. 2003. **Microhabitat affinities of small mammals in southwestern Oklahoma.** Journal of mammalogy. 85(5): 948-958.
- Stebbins, L. L. 1977. **Energy requirements during reproduction of *Peromyscus maniculatus*.** Can. J. Zool. 55(10): 1701-1704.
- Stephen, L. W., Ramírez-Pulido, J. y Baker, R. B. 1985. ***Peromyscus alstoni*.** Mammalian Species. 242:1-4
- Sullivan, T. 1979. **Demography of populations of deer mice in Coastal Forest and Clearcut (logged) habitats.** Journal of Zoology. 57(9): 1636-1648.
- Swilling, W. R. Jr. y Wooten, M. C. 2002. **Subadult dispersal in a monogamous species: The Alabama beach mouse (*Peromyscus polionotus ammobates*).** Journal of Mammalogy. 83(1): 252-259.
- The Mammalian Species, No. 242, The American Society of Mammalogists.

- Torre, I., Arrizabalaga S. y Flaquer C. 2004. **Three methods for assessing richness and composition of small mammal communities.** Journal of mammalogy. 85(3):524-530.
- Trivers, W. J. 1972. "**Mammals**". En: Sutherland, W. S. Ed. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press. United King. pp. 260-278.
- Valenzuela, D. 1999. **Efectos de la estacionalidad ambiental en la densidad, la conducta de agrupamiento y el tamaño del área de actividad de pequeños mamíferos en selvas tropicales caducifolias.** Ph dissertation. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal. pp. 113-136
- Vaughan, T. A. 1998. **Mamíferos.** Interamericana McGraw-Hill. Flagstaff, Arizona. pp. 587.
- Vázquez, L. B., Camarón, G. N. y Medellín, R. A. 2004. **Characteristics of diet of *Peromyscus Aztecus* and *Reithrodontomys Fulvescens* in montane western Mexico.** Journal of Mammalogy. 85(2): 196-205.
- Wauters, L. A., Suhonen, J. y Dhondt, A. A. 1995. **Fitness consequences of hoarding behavior in the Eurasian red squirrels.** Proceedings of the Royal Society of London. B. Biological Sciences 262: 277-281.
- Williams, S. L. y Ramírez-Pulido, J. 1984. **Morphometric variation in the volcano mouse *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia: Cricetidae).** Annals of the Carnegie Museum. 53: 163-183.
- Williams, S. L., Ramírez-Pulido, J. y Baker, R. J. 1985. ***Peromyscus alstoni*.** Mammalian Species. 242: 4.

- Wolff, J. O. 1985. **Comparative population ecology of *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus***. Journal of Zoology. 63: 1548-1555.
- Wolff, J. O. 1985. **The effects of density, food, and interspecific interference on home range size in *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus***. Journal of Zoology. 63: 2657-2662.
- Yates, T. L., Baker, R. J. y Barnett, R. K. 1979. **Phylogenetic analysis of karyological variation in three genera of Peromyscine rodents**. Journal of Zoology. 28:40-48.
- Yunger, J. A. 2002. **Response of two low-density populations of *Peromyscus leucopus* to increased food availability**. Journal of mammalogy. 83(1):267-279

ANEXO 1

DECRETO DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL

08-11-1935 DECRETO QUE DECLARA PARQUE NACIONAL, LAS MONTAÑAS DENOMINADAS IZTACCÍHUATL Y POPOCATÉPETL.

Al margen un sello que dice: Poder Ejecutivo Federal.—Estados Unidos Mexicanos. México.—Secretaría de Gobernación.

El C. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, se ha servido dirigirme el siguiente Decreto:

LAZARO CARDENAS, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Con fundamento en los artículos 22 y 41 de la Ley Forestal de 5 de abril de 1926, y atendiendo a lo dispuesto en los artículos 39, 47 y 48 del Reglamento de dicha Ley, y CONSIDERANDO, que las montañas culminantes del Territorio Nacional, que forman la división de sus principales valles ocupados por ciudades populosas y que, a la vez constituyen la división de las cuencas hidrográficas y por su propia extensión contribuyen de manera considerable a la alimentación de las aguas de los ríos, manantiales y lagunas de los mismos valles, sosteniendo su régimen hidráulico si están cubiertas de bosques, como deben estarlo para evitar la erosión de sus terrenos en declive y para mantener el equilibrio climático de las comarcas vecinas, se hace de todo punto necesario que esas montañas culminantes sean protegidas de manera eficaz en sus bosques, pastos y yerbales que formen una cubierta suficientemente protectora del suelo y de las demás condiciones climáticas y biológicas; conservación forestal que no puede obtenerse de una manera eficaz si prevalecen los intereses privados vinculados en la propiedad comunal o ejidal o de particulares que tienden a la excesiva explotación de los mismos elementos forestales; siendo por todo ello indispensable que dichas montañas culminantes se constituyan con el carácter de Reservas Forestales de la Nación; y en aquellas que, como son las montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl, que por su portentosa silueta y típicos perfiles coronados de nieve perpetua forman en el panorama nacional majestuosos relieves que señalan a esas montañas como monumentos de excepcional belleza y grandiosidad, con sus elevadas cumbres cubiertas de nieve en prodigioso contraste en un territorio intertropical, y con una vegetación forestal boscosa y una fauna de animales silvestres especiales, que imprimen a las propias montañas un carácter de verdaderos museos vivos de la Flora y de la Fauna comarcanas a esas montañas singulares, llenando así las mismas los caracteres de Parques Nacionales que por acuerdo de las Naciones civilizadas se ha convenido en señalar y destinar esa categoría de relieves terrestres y de bosques con la designación especial de Parques Nacionales.

CONSIDERANDO, que entre las montañas culminantes del Territorio Nacional las denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl son, sin duda, las más portentosas y significativas por sus mismos perfiles y situación inmediata, la una de la otra, en el centro principal más poblado de la República, donde importa a todo trance proteger su suelo contra la degradación, manteniendo o restaurando sus bosques en perfecto estado y sus praderas de bello contraste para la garantía del buen clima regular de las ciudades vecinas, como son la Capital de la República y demás poblaciones del Distrito Federal, así como la capital del Estado de Puebla y otras de sus ciudades de importancia, como Atlixco, Izucar de Matamoros, Texmelucan, y, asimismo, en el Estado de Morelos, las ciudades de Cuernavaca, Cuautla y Yauatepec; para todas las cuales, así como para sus ricos valles y cursos de agua importantes para la agricultura y la industria es necesario asegurar la conservación forestal de las dos montañas mencionadas.

CONSIDERANDO, finalmente, que la misma gran belleza natural de estas montañas y la de su flora y fauna forman un atractivo poderosísimo para el desarrollo del gran turismo, acondicionando, al efecto, buenos caminos de acceso para ascender a ellas, partiendo de cualquiera de las ciudades ya citadas; y, considerando, también, que todo ello vendrá a dar mucho mayor valor a los pueblos cercanos colindantes, cuyos campesinos trabajadores encontrarán buen aprovechamiento para sus propias actividades obteniendo a la vez, una gran mejoría en sus propios cultivos agrícolas de las llanuras inmediatas; por todo ello, el Ejecutivo de mi cargo tiene a bien expedir el siguiente
DECRETO:

ARTICULO PRIMERO.

Se declara Parque Nacional a las montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl, comprendiendo a los contrafuertes que las unen, Parque Nacional como sitio de belleza natural protectora y museo vivo de la flora y de la fauna comarcanas.

ARTICULO SEGUNDO.

El límite inferior de este Parque Nacional será trazado por el Departamento Forestal y de Caza y Pesca siguiendo una curva de nivel de 3,000 metros de altitud sobre el nivel del mar, salvando únicamente las porciones de terrenos agrícolas y poblados que se encuentren dentro de la misma curva, estableciendo la línea límite del Parque Nacional a una distancia de 100 metros, por lo menos, de los correspondientes poblados y cultivos.

ARTICULO TERCERO.

El propio Departamento Forestal y de Caza y Pesca, tendrá bajo su dominio la administración y gobierno del dicho Parque Nacional del Iztaccíhuatl y Popocatepetl, con la intervención de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público respecto a los gastos y productos que el mencionado gobierno y, administración ocasione.

ARTICULO CUARTO.

La Secretaria de Hacienda y Crédito Público procederá conforme a la ley, a la indemnización correspondientes a la expropiación de los terrenos de las dos montañas de que se trata, que queden comprendidos en el perímetro que el artículo segundo señala. Por tanto mando se publique, circule y se le dé el debido cumplimiento. Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo de la Unión, en la ciudad de México D. F. a los veintinueve días del mes de octubre de mil novecientos treinta y cinco.- Lázaro Cárdenas.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, Miguel A. de Quevedo.- Rúbrica.- Al C. Secretario de Gobernación.- Presente. Lo que comunico a usted para su publicación y demás fines. Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 7 de noviembre de 1935. - El Secretario de Gobernación, Silvano Barba González.- Rúbrica.

MODIFICACION, DE LINDEROS DEL PARQUE NACIONAL " IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL" 11-02-1948

En el Diario Oficial de fecha 11 de febrero de 1948 se publicó el Decreto que establece a favor de la fábrica de Papel de San Rafael y Anexas, S.A, una Unidad Industrial de Explotación Forestal, en varios Municipios de los Estados de México, Puebla y Morelos, que en su parte relativa dictan sus transitorios lo siguiente:

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Se modifican los linderos del Parque Nacional Iztaccíhuatl y Popocatepetl fijados por decreto de 29 de octubre de 1935, publicado el 8 de noviembre del mismo año, los que quedarán en la forma siguiente: cota de 3,600 metros sobre el nivel del mar en los cerros de Tlálóc y Telaron y las montañas del Ixtaccíhuatl y Popocatepetl, quedando con una superficie de 25,679 hectáreas con jurisdicción en los municipios de Texcoco, Ixtapaluca, Chalco, Tlalmanalco, Ozumba de Alzate, Atlautla y Ecatingo del Estado de México; Tlahuapan, San Salvador el Verde, Teotlaltzingo, Chiantzingo, Huejotzingo, San Andrés Calpan, San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco, Atlixco y Tochmilco del Estado de Puebla, y Tetela del Volcán del Estado de Morelos.

SEGUNDO.- Se declara zona de protección forestal del poblado de Río Frío, Municipio de Tlalmanalco, Estado de México, la zona comprendida por un radio de 2 kilómetros a partir de la parroquia del lugar.

TERCERO.- Las explotaciones y aprovechamientos que se efectúen en el área de la Unidad para el abastecimiento de la Industria Consumidora no tendrán obligación de elaborar durmientes para las empresas ferrocarrileras a que se refiere el Decreto de 15 de septiembre de 1943.

CUARTO.- La Industria Consumidora queda obligada a hacer en el terreno, dentro del plazo improrrogable de un año, contando a partir de la fecha de publicación de este Decreto, las obras de mampostería que a satisfacción de la Dirección General Forestal y de Caza, sirvan de hitos o señales de los vértices perimetrales e internos del área de la Unidad, así como de los demás indispensables que entre los extremos de las líneas indique la autoridad forestal para facilidad de los trabajos topográficos y seguridad del deslinde. Este proceso de amojonamiento deberá iniciarlo la Industria Consumidora simultáneamente en los límites de la Unidad con los Parques Nacionales y zona de protección comprendidos dentro del área total.

QUINTO.- Este Decreto entrará en vigor a partir del día de su publicación en el "Diario Oficial de la Federación" Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los quince días del mes de octubre de mil novecientos cuarenta y siete.- El Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Miguel Alemán.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura y Ganadería, Nazario Ortiz Garza.- Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas, Agustín García López.- Rúbrica.- Por A. del Secretario de Hacienda y Crédito Público.- El Subsecretario Enc. del despacho, Eduardo Bustamante.- Rúbrica.- El Secretario de la Economía Nacional, Antonio Ruiz Galindo.- Rúbrica.- Al C. Héctor Pérez Martínez, Secretario de Gobernación.- Presente.

Nota: Sobre la Fábrica de Papel de san Rafael mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de febrero de 1992 se indica lo siguiente: ACUERDO POR EL QUE SE DECLARA EXTINGUIDA LA UNIDAD INDUSTRIAL DE EXPLOTACIÓN FORESTAL QUE SE ESTABLECIÓ A FAVOR DE FÁBRICAS DE PAPEL DE SAN RAFAEL Y ANEXAS, S.A. EL 15 DE OCTUBRE DE 1947.
11-02-1992

ANEXO 2

FORMATO DE VERIFICACIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Formato de Verificación de las Condiciones Ambientales

Punto de verificación No. _____ Fecha: _____ Realizado por: _____
Localidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____
Coordenadas: Lat. N: _____ Long. W: _____ altitud: _____msnm Longitud Pendiente: _____
Elevación mínima: _____msnm Elevación máxima: _____msnm

Posición topográfica:

<input type="checkbox"/>	No determinada	<input type="checkbox"/>	Valle	<input type="checkbox"/>	Planicie
<input type="checkbox"/>	Lomerio bajo	<input type="checkbox"/>	Lomerio medio	<input type="checkbox"/>	Lomerio alto
<input type="checkbox"/>	Domo redondeado	<input type="checkbox"/>	Cumbre escarpada	<input type="checkbox"/>	Pie de monte
<input type="checkbox"/>	Ladera baja	<input type="checkbox"/>	Ladera media	<input type="checkbox"/>	Ladera alta
<input type="checkbox"/>	Terraza fluvial de inundación				

Pendiente regional:

<input type="checkbox"/>	Plano inundado 0-2%
<input type="checkbox"/>	Plano 0-2%
<input type="checkbox"/>	Ligeramente ondulado 2-5%
<input type="checkbox"/>	Ondulado 5-8%
<input type="checkbox"/>	Fuertemente ondulado 8-15%
<input type="checkbox"/>	Moderadamente escarpado 15-30%
<input type="checkbox"/>	Fuertemente escarpado 30-0%
<input type="checkbox"/>	Variable

Pedregosidad superficial:

<input type="checkbox"/>	No determinada	<input type="checkbox"/>	Ausente 0%	<input type="checkbox"/>	Muy poca 0-2%
<input type="checkbox"/>	Poca 2-5%	<input type="checkbox"/>	Común 5-15%	<input type="checkbox"/>	Mucha 15-40%
<input type="checkbox"/>	Abundante 40-80%	<input type="checkbox"/>	Predominante >80%		

Rocidad superficial

<input type="checkbox"/>	No determinada	<input type="checkbox"/>	Ausente 0%	<input type="checkbox"/>	Muy poca 0-2%
<input type="checkbox"/>	Poca (2-5%)	<input type="checkbox"/>	Común 5-15%	<input type="checkbox"/>	Mucha 15-40%
<input type="checkbox"/>	Abundante 40-80%	<input type="checkbox"/>	Predominante < 80%		

Drenaje superficial:

<input type="checkbox"/>	Deficiente, el agua permanece en la superficie y gran parte del terreno está saturado durante más de 30 días
<input type="checkbox"/>	Lento, el agua drena lentamente, pero la mayor parte del terreno no tiene agua durante 30 días
<input type="checkbox"/>	Moderado, el agua drena bien sin ser excesiva, ninguna parte tiene agua por más e 48 horas
<input type="checkbox"/>	Rápido, el exceso de agua drena rápidamente aún en épocas de alta precipitación
<input type="checkbox"/>	Excesivo, el agua drena muy rápidamente, el terreno no soporta el crecimiento de plantas de raíces cortas

Duración de la inundación:

<input type="checkbox"/> Menos de un día	<input type="checkbox"/> De 1 a 15 días	<input type="checkbox"/> De 15 a 30 días
<input type="checkbox"/> De 30 a 90 días	<input type="checkbox"/> De 90 a 180 días	<input type="checkbox"/> De 180 a 30 días

Comienzo de la inundación (señalar el mes del 1 al 12): _____

Frecuencia de la inundación:

<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Diaria	<input type="checkbox"/> Semanal
<input type="checkbox"/> Mensual	<input type="checkbox"/> Bianaual	<input type="checkbox"/> Una vez c/2-5 años
<input type="checkbox"/> Una vez c/5-10 años	<input type="checkbox"/> Rara, menos de 1 vez c/2 años	<input type="checkbox"/> Desconocida

Tipo de erosión / sedimentación

<input type="checkbox"/> Sin evidencias	<input type="checkbox"/> Erosión laminar	<input type="checkbox"/> Sedimentación por agua
<input type="checkbox"/> Erosión de carcávas	<input type="checkbox"/> Erosión de túneles	<input type="checkbox"/> Erosión y sedimentación eólica
<input type="checkbox"/> Erosión hídrica y eólica	<input type="checkbox"/> Sedimentación eólica	
<input type="checkbox"/> Arena móvil	<input type="checkbox"/> Sedimentación de sales	
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Movimiento de rocas	
<input type="checkbox"/> antrópica	<input type="checkbox"/> Erosión de surcos	
<input type="checkbox"/> Erosión desconocida	<input type="checkbox"/> Gravitacional	

Área afectada por la erosión

<input type="checkbox"/> 0 - 5 %	<input type="checkbox"/> 5 - 10 %	<input type="checkbox"/> 10 - 25 %
<input type="checkbox"/> 25 - 50 %	<input type="checkbox"/> Más de 50 %	

Grado de la erosión

<input type="checkbox"/> Ligera, alguna evidencia de perdida del horizonte superficial
<input type="checkbox"/> Moderada, evidencia clara de remoción o cubrimiento de horizonte superficial
<input type="checkbox"/> Severa, Horizonte superficial completamente removido o cubiertos por material
<input type="checkbox"/> Extrema, Remoción sustancial de horizontes subsuperficiales mas profundos

Encostramiento de la superficie del suelo

<input type="checkbox"/> Ninguna, sin evidencia de encostramiento
<input type="checkbox"/> Débil, encostramiento menor e 0.5 m de espesor
<input type="checkbox"/> Moderada, costra suave o débilmente dura de más de 0.5 cm
<input type="checkbox"/> Fuerte, costra dura de mas de 0.5 cm de espesor

Profundidad radicular

<input type="checkbox"/> Muy superficial, < 30 cm	<input type="checkbox"/> Superficial, 30 – 50 cm	<input type="checkbox"/> Moderadamente profunda, 50 – 100 cm
<input type="checkbox"/> Profunda, 100 – 150 cm	<input type="checkbox"/> Muy profunda, > 150 cm	

Superficie cubierta de mantillo

<input type="checkbox"/> ausente	<input type="checkbox"/> Baja (0-5%)	<input type="checkbox"/> Moderada (5-10%)
<input type="checkbox"/> Abundante (15-30%)	<input type="checkbox"/> Muy abundante (30-80%)	<input type="checkbox"/> Dominante (80-100%)

Mantillo superficial

<input type="checkbox"/>	ausente
<input type="checkbox"/>	Agrícola

<input type="checkbox"/>	Vegetación natural
<input type="checkbox"/>	Excrementos

<input type="checkbox"/>	Pastizal
<input type="checkbox"/>	Lignificado

Color superficial del suelo

<input type="checkbox"/>	Negro
<input type="checkbox"/>	Ocre amarillento
<input type="checkbox"/>	Otro

<input type="checkbox"/>	Gris
<input type="checkbox"/>	Rojizo

<input type="checkbox"/>	Blanco
<input type="checkbox"/>	Pardo

Profundidad del suelo

<input type="checkbox"/>	Sobre la roca
<input type="checkbox"/>	Profundo (50-100cm)

<input type="checkbox"/>	Somero (menor de 10cm)
<input type="checkbox"/>	Muy profundo (mas de 100cm)

<input type="checkbox"/>	Moderado (10-50cm)
--------------------------	--------------------

Información complementaria:

Cuerpos de agua cercanos:

Ubicación geográfica e sitios arqueológicos: Nombre:

Actividades productivas:

observaciones generales: