



159
209
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**" DESCRIPCION Y USO DE HABITAT DE
Romerolagus diazi: EFECTO DEL FUEGO SOBRE EL
ZACATONAL ALPINO DEL VOLCAN IZTACCIHUATL,
MEXICO "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

HECTOR RANGEL CORDERO



DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSE ALEJANDRO VELAZQUEZ MONTES



1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**FACULTAD DE CIENCIAS
PUNTO DE REGISTRO ESCOLAR**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrin Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

" DESCRIPCION Y USO DE HABITAT DE Romerolagus diazi: EFECTO DEL FUEGO
SOBRE EL ZACATONAL ALPINO DEL VOLCAN IZTACCIHUATL, MEXICO "

realizado por HECTOR RANGEL CORDERO

con número de cuenta 8625969 - 7 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis DR. JOSE ALEJANDRO VELAZQUEZ MONTES
Propietario

Propietario DR. FERNANDO ALFREDO CERVANTES REZA

Propietario M. EN C. FRANCISCO JAVIER ROMERO MALPICA

Suplente M. EN C. LIVIA SOCORRO LEON PANIAGUA

Suplente M. EN C. JESUS MARTINEZ VAZQUEZ

Consejo Departamental de Biología

COORDINADORA
DE EDUCACIÓN

*Este trabajo está dedicado a todas aquellas
personas a quienes guardo
una gran estima
Y a todas aquellas personas
a quienes les sea de utilidad esta información,
por el bien de esta especie...*

"Siempre podrán encontrarse los indiferentes
ante las cosas de la naturaleza,
para los que nunca ha existido un cielo estrellado
o un arroyo que baja murmuramente
de una empinada montaña;
insensibles e ignorantes,
tremendamente ignorantes del dramático
y profundo sentido de la evolución de las especies,
aunque ellos, en sí, hayan surgido de la misma ruta
y como consecuencia de dicha evolución".

Aldo S. Leopold
Fauna silvestre de México.

Por que hay especies en peligro,
y su suerte está en nuestras manos,
no hay que olvidar que la extinción es para siempre...

HRC

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero expresar mi agradecimiento a Alejandro Veldzquez, por proporcionarme la idea de este trabajo, la dirección del mismo, su apoyo. Por adentrarme en el conocimiento de esta peculiar especie. Por proporcionarme los datos sobre la fitosociología de los volcanes donde también se distribuye el zacatuche, sin los cuales no habría sido posible la descripción de las comunidades junto con los datos trabajados en el Itzacchuatl. Y desde luego por su amistad.

Igualmente quiero expresar mi agradecimiento a mis sinodales: a Francisco J. Romera, a Fernando A. Cervantes, Livia S. León y a Jesús Martínez quienes me ofrecieron valiosos comentarios al revisar gentilmente mi manuscrito.

Quiero agradecer también el apoyo por la infraestructura del laboratorio a Lucía Almeida, quien por otros compromisos no participó en la culminación del trabajo.

De igual modo a Maryse Slingerland por su apoyo y compañerismo en el trabajo de campo y la ayuda en la consulta para la identificación de las plantas, con personal del Instituto de Biología de la UNAM; A Darisol Pacheco y Miguel Luna por su ayuda con las Familias Graminae y Compositae y a Claudio Delgadillo con el grupo de las Briofitas.

A Don Antoine M. Cleef por su amistad personal y su ayuda en la identificación en campo de muchas de las especies de plantas del lugar.

A Kor y Erna Stelma quienes de buena manera me acompañaron a realizar uno de mis muestreos en el Itzacchuatl, aunque casi se me mueren del frío.

De manera muy especial al equipo del laboratorio de Biogeografía: por sus buenos comentarios a Ana Herrera y Mónica Vizcaino. Por su sincera y gran amistad y con mucho cariño a Martha Gual, también por ayudarme con la revisión de escritura de las especies vegetales. Por su compañerismo y amistad al Doctorado Leonardo Cabrera, al Doc. Octavio Monroy, a la Dra. Luz del Carmen Silva y al otro Doc. Mardocheo Palma, quien además me ayudó con algunos problemas de cómputo. Por su amistad, cordialmente a Rosa María del Valle, a Guadalupe del S. Ibáñez y a Martha Escamilla. Por su camaradería al Michael den Herder, al David van der Heijden y al Tammo Hoeksema.

Con cariño, a pesar de todo a Renata Rebetz, de quien guardo un grato recuerdo.

No quiero olvidar agradecer también el apoyo de mi pequeña familia; de la Celestina (mi mamá) y de mis brothers Joel, Felipe y Rocío, con quienes mucho he compartido.

Y por último quiero agradecer a todas aquellas personas a quienes olvidé en el momento de escribir, a los cuates que no puedo enlistar (uno de ellos el Andy P.) y a todas aquellas personas que de alguna manera me alentaron durante mi trabajo...

PRESENTACION

Este trabajo surge de la necesidad de conocer algunos aspectos de la ecología del zacatuche en ambientes alpinos, ya que estos lugares son de los menos estudiados y que para el caso del teporingo, como también se le conoce a este lagomorfo, no deben soslayarse sólo por estar en elevadas y un poco más inaccesibles altitudes. Los estudios realizados hasta ahora sobre diversos aspectos de la biología, conservación y reintroducción del zacatuche, son realizados por lo general en altitudes bajas de su distribución, pero no debería menospreciarse, en futuros estudios, como los arriba mencionados, a estos ambientes donde también alcanza la actividad del hombre y la presencia del lepórido se ve amenazada. Principalmente por causa de la destrucción del hábitat, que en el lugar se dá en gran medida por grandes incendios sobre el zacatonal para la promoción de retoños que sirven de alimento al ganado, además de otras actividades como la caza ilegal, que se llega a presentar en el lugar, no sólo sobre el conejo, sino también sobre otras especies animales. Esto aún cuando el lugar, donde se realizó el estudio, es considerado legalmente como el Parque Nacional "Izta-Popo".

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	Pág. iv
PRESENTACION	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
1 RESUMEN	1
2 INTRODUCCION	2
2.1 CONTEXTO BIOLOGICO	2
2.1.1 BIODIVERSIDAD EN MEXICO	2
2.1.2 EL ORDEN LAGOMORPHIA	3
2.1.2.1 SITUACION EN MEXICO DE LOS LAGOMORFOS	5
2.1.2.2 ROMEROLAGUS DIAZI	5
2.2 ANTECEDENTES	13
2.3 AREA DE ESTUDIO	16
2.3.1 GEOLOGIA Y EDAFOLOGIA	19
2.3.2 FISIOGRAFIA	20
2.3.3 CLIMA	21
2.4 MARCO TEORICO	22
2.4.1 JUSTIFICACION	22
2.4.2 HIPOTESIS	25
2.4.3 OBJETIVOS	25
3 METODOS	26
3.1 TIPOS DE VEGETACION	26
3.2 ROMEROLAGUS DIAZI	28
4 RESULTADOS	34
4.1 TIPOS DE VEGETACION	34
4.1.1 DESCRIPCION DE LAS COMUNIDADES	36
4.1.1.1 GRUPO DE COMUNIDADES (I) <i>Calamagrostis tolucensis</i>	36
4.1.1.2 GRUPO DE COMUNIDADES (II) <i>Lupinus montanus</i>	38
4.1.1.3 GRUPO DE COMUNIDADES (III) <i>Muhlenbergia macroura</i>	40
4.1.1.4 GRUPO DE COMUNIDADES (IV) <i>Arenaria bryoides</i>	42
4.2 ROMEROLAGUS DIAZI	44
4.2.1 UBICACION DE REGISTROS	46
4.2.1.1 UNIDAD DE MUESTREO EL "LLANO"	46
4.2.1.2 UNIDAD DE MUESTREO EL "LUPINAR"	47
4.2.1.3 UNIDAD DE MUESTREO LA "ROCA"	48
4.2.2 COMPARACION ENTRE UNIDADES	49
4.2.3 COMPARACION ANOVA ENTRE UNIDADES	50
4.2.4 ADULTOS - JUVENILES	51
5 DISCUSION	60
6 CONCLUSIONES	64
7 APENDICE I	67
UBICACION TAXONOMICA DE <i>Romerolagus diazi</i>	
8 LITERATURA CITADA	68
9 ANEXO I	75
A. I TABLA HTOSOCIOLOGICA	
10 ANEXO II	75
A. II 1 HOJA DE DATOS GENERALES	
A. II 2 HOJA DE DATOS DE ESPECIES	
A. II 3 HOJA DE PERFILES TOMADOS	
11 ANEXO III	75
A. III HOJA DE CATALOGO	

1 RESUMEN

Durante el período 1994-95, se realizaron una serie de muestreos en el zacatonal alpino de la vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl, con el fin de presentar un análisis descriptivo-comparativo de las Comunidades de plantas que, junto con datos bibliográficos para los volcanes Popocatepetl, Pelado y Tláloc, conformarían la fitosociología de las áreas núcleo de distribución del zacatuche. Para el caso del volcán Iztaccíhuatl se procedió a conocer la abundancia relativa del zacatuche con base en el uso de hábitat de éste. Se incluyeron variables de impacto por fuego sobre el zacatonal y la altitud. Se distinguieron cuatro GRUPOS DE COMUNIDADES de plantas: (I) *Calamagrostis tolucensis*, (II) *Lupinus montanus*, (III) *Muhlenbergia macroura* y (IV) *Arenaria bryoides*. De las cuales se diferenciaron seis COMUNIDADES: (I)1 *Leptodontium viticuloides* (Iztaccíhuatl), (I)2 *Festuca tolucensis* (Pelado), (II)3 *Penstemon gentianoides* (Popocatepetl), (III)4 *Muhlenbergia quadridentata* (Pelado-Tláloc), (III)5 *Festuca amplissima* (Tláloc) y (IV)6 *Festuca livida* (Popocatepetl). En el Iztaccíhuatl se subdividió a la Comunidad de plantas (I)1 *L. viticuloides* en dos SUBCOMUNIDADES: (I)1a *Gnaphalium sarmentosum* y (I)1b *Polytrichum juniperum*. Esto con el fin de diferenciar entre las Subcomunidades donde se encontró registro de la presencia del zacatuche. La Subcomunidad (I)1b, se ubicó a los 3,760 m.s.n.m. en el zacatonal denso, aquí se encontró la mejor presencia del lepórico. La Subcomunidad (I)1a, ubicó dos sitios con presencia del teporingo; uno a los 3,810 m.s.n.m. en el zacatonal denso, la del zacatuche fué similar a la encontrada en la anterior subcomunidad. El último se ubicó a los 3,950 m.s.n.m. en el zacatonal abierto, la presencia fué mucho menor en comparación con las anteriores. Se discuten los resultados observados en este trabajo.

2 INTRODUCCION

2.1 CONTEXTO BIOLOGICO

2.1.1 BIODIVERSIDAD EN MEXICO

Sobre el tema de la biodiversidad Soberón y Sarukhán (1994), la definen como: el "conjunto de la variedad de la vida sobre la tierra, la cual abarca desde los procesos y estructuras genéticas y fisiológicas, pasando por las especies de seres vivos, hasta su complicado ensamblaje en los diferentes ecosistemas de nuestro planeta". México es de acuerdo con las más recientes clasificaciones, el tercer país del mundo con la mayor diversidad de especies animales y vegetales, después de Brasil e Indonesia, por lo que se le ha incluido dentro de los pocos países que cuentan con una "megadiversidad" biológica (Ortega y Santana, 1995). Esta riqueza biológica se sustenta en la gran variedad de ambientes naturales y la diversidad de regiones ecológicas, producto de una topografía accidentada, una gran heterogeneidad de suelos y climas, una compleja historia geológica y una ubicación geográfica determinada, donde convergen las dos grandes regiones biogeográficas; Neártica y Neotropical. México presenta la mayor parte de las regiones naturales descritas en el mundo. La flora mexicana alberga un número aproximado de 30,000 especies de plantas, de las cuales de un 50 a un 60% son endémicas del país (*op. cit.*), mientras que en términos de vida animal, en el país existen aproximadamente 284 especies de anfibios, 717 de reptiles, 1,042 de aves y unas 450 especies de mamíferos, con endemismos de 176, 393, 128 y 140 especies respectivamente (Soberón y Sarukhán, 1994; Cervantes *et al.*, 1994), además de más de 2,000 especies de peces y de varias decenas de miles de especies de artrópodos.

2.1.2 EL ORDEN LAGOMORPHA

Los conejos, liebres y pikas son mamíferos que se agrupan en el orden Lagomorpha, el cual incluye a las familias Ochotonidae (pikas) y Leporidae (conejos y liebres), mismas que evolucionaron separadamente hacia el Oligoceno (hace unos 40 millones de años). Aunque el número de los lagomorfos actuales es relativamente pequeño en comparación, por ejemplo con el de los roedores, éstos han sido un grupo muy exitoso. Los lagomorfos se presentan desde el ecuador hasta los 80° N y desde el nivel del mar hasta más allá de los 5,000 mts. de altitud. Asimismo se les encuentra en montañas, planicies, valles y en una diversidad de hábitats que van desde los desiertos y selvas tropicales, hasta los bosques templados y zonas árticas. Existen actualmente cerca de 78 especies vivas de lagomorfos, incluyendo 25 tipos de pikas, 29 de liebres y 24 de conejos (Chapman y Flux, 1990).

Los lagomorfos fueron originalmente clasificados como roedores dentro de la familia Duplicidentata, y no fué sino hasta 1912 cuando el orden Lagomorpha fué oficialmente reconocido como un orden distinto del Rodentia. Por su anatomía, los lagomorfos pueden ser separados de otros mamíferos con base en la presencia de un segundo par de incisivos situados directamente detrás de los incisivos superiores. Todos los lagomorfos presentan un rostro elongado y un reforzamiento en la mandíbula superior a manera de fenestraciones, característica única del orden. Las pikas se incluyen en la familia monotípica Ochotonidae, la cual presenta un único género *Ochotona*, mientras que las liebres y conejos se ubican en la familia Leporidae (Chapman y Flux, 1990).

Las altas tasas reproductivas propician que las poblaciones de lagomorfos sean grandes, por lo que estas son reguladas por factores extrínsecos e intrínsecos, además de la dispersión de jóvenes y adultos. Los lagomorfos han desarrollado diversos mecanismos de sobrevivencia a los igualmente diversos ambientes en los que habitan, algunos se encuentran en lugares donde la

cobertura vegetal les brinda mayores posibilidades de escape sin que la carrera sea la única manera de evitar la depredación (Chapman y Flux, 1990).

Los patrones de mortalidad en los lagomorfos se atribuyen, principalmente a la depredación y a las enfermedades, resultado estas de grandes fluctuaciones ambientales, dispersión innata, dispersión por densodependencia y cuando los recursos son limitados, y por poca disponibilidad del recurso alimenticio (Chapman y Flux, 1990).

Chapman y Flux (1990), citan que los patrones reproductivos se modifican conforme fluctúa la latitud. En los conejos del Nuevo Mundo hay una correlación directa entre latitud y tamaño de la camada. A mayor latitud hay mayores camadas, las cuales se correlacionan con sus cortos períodos de crianza. En cambio en las liebres existe la misma correlación entre latitud y tamaño de la camada, pero es inversa la correlación latitud y estación de crianza. También es interesante la relación que existe entre latitud y largo del período de gestación. En conejos, a mayor latitud el período de gestación es corto, lo que representa una ventaja, al existir un mayor número de críos durante la estación más favorable. A la inversa, también representa una ventaja para los conejos que viven en regiones más tropicales, ya que sus períodos de gestación son largos, y los críos nacen ya más desarrollados y aptos para poder valerse por sí mismos.

En los conejos el comportamiento territorial va de los altamente territoriales como el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), hasta los no territoriales como el conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) (Chapman y Flux, 1990).

Los conejos y las liebres son los lagomorfos que, por su tamaño mediano y relativamente fácil manipulación, son utilizados en la investigación; como modelos en ecología y en la investigación médica, entre otros estudios (Chapman y Flux, 1990).

2.1.2.1 Situación en México de los lagomorfos

México es el país que presenta el mayor número de especies de conejos y liebres silvestres del Continente Americano; cuenta con nueve especies de conejos, ocho pertenecientes al género *Sylvilagus* (*S. bachmani*, *S. audubonli*, **S. mansuetus*, *S. floridanus*, **S. cunicularius*, **S. insonus*, **S. graysoni* y *S. brasiliensis*) y una al género monotípico *Romerolagus* (**R. diazi*), y cinco especies de liebres del género *Lepus* (*L. alleni*, *L. californicus*, **L. insularis*, **L. callotis* y **L. flavigularis*). Además de ser el país con el mayor número de endemismos (*).

Los lagomorfos mexicanos entre otras características son importantes en la mayor parte del territorio nacional por servir como fuente de alimento, principalmente para habitantes del sector rural y como fuente de atracción para cazadores deportivos (Cervantes y González, *en prensa*), sin embargo esto último ha provocado que algunas poblaciones de lepóridos se vean disminuídas, aún cuando éstas no figuran en los calendarios cinegéticos y que el conocimiento de su biología sea aún escaso.

El tipo de alimentación de los lepóridos llega a resultar desfavorable para los ganaderos ya que existe la competencia por los pastos que representan el forraje para el ganado (Cervantes y González, *en prensa*).

2.1.2.2 *Romerolagus diazi*

El zacatuche (del Náhuatl zacatl-zacate y tochtli-conejo; "conejo del zacate"), teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) (Velázquez *et al.*, 1993) (Fig. 1)(Apéndice I), es la especie perteneciente al género monotípico *Romerolagus*, endémica de México con una pequeña área de distribución, restringida a la zona central del Eje Neovolcánico Transversal (Hoth *et al.*, 1987). El estudio de la biología de esta especie resulta interesante, ya que se le considera un organismo primitivo dado el enigma que representa el conocimiento de su origen y de sus

relaciones biogeográficas (Cervantes y Martínez, *en prensa*). Por sus características óseas, tradicionalmente se le relacionaba con las pikas, aunque el estudio cariotípico de este lo relaciona más con *Lepus* y con *Sylvilagus* (Cervantes y Martínez, *en prensa*).



Fig. 1. *Romerolagus diazi*. Fotografía de A. Velázquez.

Salvo las pikas (género *Ochotona*) y el conejo pigmeo (*Brachylagus idahoensis*), el zacatuche es de los lagomorfos más pequeños, y el de menor talla en nuestro país. Se caracteriza por su coloración pardusca oscura homogénea, su pelaje corto y denso, sus orejas pequeñas y redondeadas, sus patas cortas y su cola no visible (Fa *et al.*, 1990). Suele medir de 270 a 360 mm y pesar entre los 300 y los 400 g, incluso 500 g. Velázquez, *et al.* (1993) registró que el peso del adulto es de 350 g en promedio.

A pesar de que el conocimiento de los aspectos de la biología del zacatuche lleva ya algunas décadas, hacia finales de los 80's no se conocía muy bien la totalidad del área de distribución de este lagomorfo; De Poorter y Van der Loo (1978) estimaron un área de distribución para el zacatuche de 1,500 km², mientras que López-Forment y Cervantes (1979) reportaron un área de sólo 150 km². Hoth, *et al.* (1987) se enfocaron en conocer la verdadera distribución del zacatuche, encontrándolo sólo en la Sierra Nevada y

los volcanes Tláloc y Pelado, y en un área de 280 km². Para el volcán Nevado de Toluca ya no se encontró registro, a pesar de que en ese lugar Granados (1979) lo había registrado. De la misma manera no se le ubicó en la localidad tipo en el Iztaccíhuatl a los 4,250 m.s.n.m..

La actual distribución del zacatuche se encuentra fragmentada en dieciséis zonas aisladas: 4 zonas núcleo y 12 zonas periféricas más pequeñas (Fig. 2). Estas últimas se encuentran aisladas dado que presentan barreras infranqueables para el zacatuche como son las autopistas y otros caminos transitados, los campos de cultivo y los asentamientos humanos principalmente. Las cuatro zonas núcleo se ubican en los volcanes Pelado, Tláloc, Popocatepetl e Iztaccíhuatl y las restantes zonas, como su nombre lo indica se encuentran en la periferia, únicamente de los dos primeros volcanes mencionados. Todas cubren un área total de 386.5 km² (Velázquez *et al.*, *en prensa*).

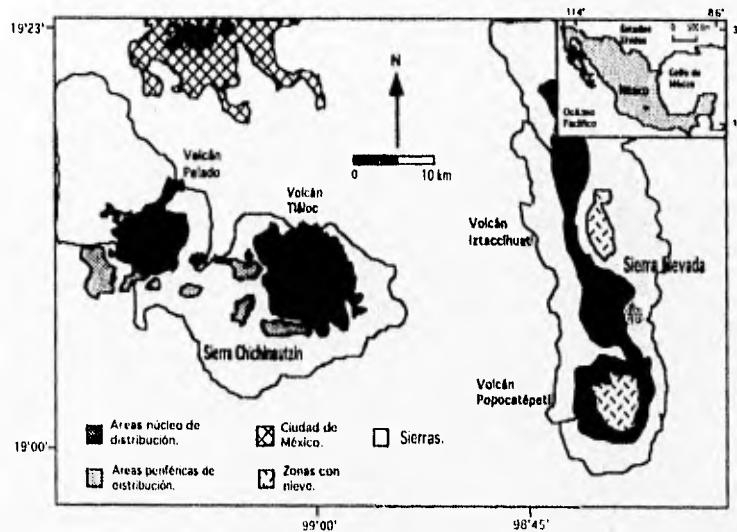


Fig. 2. Actual distribución de *Romerolagus diazi*. Según Velázquez, A. (1993).

El ámbito hogareño, por lo general no rebasa los 2,500 m², y el área defendida es mucho menor, aunque bien estas cifras son aproximaciones, ya que no existen estudios al respecto (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

La actividad del conejo de los volcanes se alarga a todo el año, inclusive en días nublados, de lluvias, de frío o de intenso calor. Independientemente de las condiciones que se presenten el zacatuche sale de su madriguera en busca de su alimento o del sexo opuesto en períodos de reproducción.

Al zacatuche se le puede encontrar a cualquier hora del día, en especial en el ciclo diurno. Entre las 10:00 y las 14:00 horas es posible encontrar un cierto número de organismos fuera de sus madrigueras, aunque no están muy activos. Los principales períodos de actividad se dan en las primeras horas del día y al atardecer. Para el desarrollo de sus actividades, el zacatuche requiere de una densa cobertura herbácea, principalmente de gramíneas amacolladas, aunque se le puede encontrar en sustratos rocosos y empinados, pero siempre cerca de lugares con este tipo de cobertura. Pocas veces es posible observarlo en zonas abiertas, que generalmente son campos de cultivo o lugares quemados hace algún tiempo y en el cuál empieza a haber crecimiento de retoños de las gramíneas, las cuales son base de su alimentación (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

Altitudinalmente es posible encontrar al zacatuche entre los 2,800 y los 4,250 m.s.n.m. habitando los bosques de pino (*Pinus montezumae* y *P. hartwegii*) con una densa cubierta de zacatón, principalmente: *Muhlenbergia macroura*, *Festuca rosei*, *F. amplissima* y *Stipa ichu* entre otras, y lugares con sustrato rocoso (Correa y Harris, 1993).

Estudios recientes muestran que la abundancia del zacatuche varía con los tipos de comunidades vegetales, así en las comunidades subalpinas de zacatonal (*Festuca tolucensis*) y de pino (*Pinus hartwegii*) se han encontrado las mayores densidades de zacatuches (Velázquez, 1993).

La alimentación del zacatuche, se ha observado que es en base a gramíneas amacolladas conocidas como zacatón, principalmente

Festuca amplissima, *F. rosei*, *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu* (Cervantes-Reza, 1980). De estas gramineas, el zacatuche elige las partes más tiernas cercanas a la base de las hojas, carentes de demasiado sílice y oxalatos. Además se ha reportado que consumen otro tipo de hierbas (dicotiledóneas) como: *Lachemilla sp.* y *Donnellsmithia juncea* (Rojas, 1951). También se ha observado que consumen las hojas jóvenes de las herbáceas espinosas *Eryngium columnare* y *Cirsium jorullense* (Cervantes-Reza, 1980). Otras observaciones indican que también se alimenta de las semillas de *Sicyos parviflorum* y de la corteza de árboles jóvenes de *Alnus sp.* En la época de lluvias los zacatuches se establecen en los campos de cultivos donde se alimentan, aunque en estos su alimentación no llega a causar verdaderos daños (Cervantes, 1980).

Las excretas del zacatuche presentan una forma característica que las hace inconfundibles, son de forma discoidal, hinchadas en la parte central y con un tamaño de unos 5 a 9 mm de diámetro, cuando son adultos. Se ha observado que donde se alimenta el zacatuche, en ese mismo lugar deposita sus excretas en grupos de hasta 90 bolitas denominados letrinas (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

R. diazi es una especie gregaria, ya que suele verse en grupos de dos a cinco individuos, lo que indica una organización social bien definida donde, por lo general son las hembras las que tienen la posición más alta en la jerarquía de dominancia del grupo, además de ser las más agresivas.

El dimorfismo sexual en el zacatuche no está bien definido, aunque se ha sugerido que el macho es un poco más grande que la hembra, pero no existe diferencia estadística significativa entre peso y longitud para ambos sexos (Cervantes y Martínez, *en prensa*). Fa y Bell (1990) también están de acuerdo en que el dimorfismo sexual es mínimo, pero ellos sugieren que la hembra es un poco más grande que el macho.

La mayor cantidad de machos sexualmente activos se presenta en junio-julio, mientras que las hembras sexualmente activas se pueden encontrar a lo largo del año pero con mayor frecuencia en la época lluviosa. El período de gestación es de unos

39 días y el tamaño de la camada es usualmente de dos críos. Estos al nacer miden unos 93 a 94 mm de longitud y pesan unos 24 g. Nacen ya con pelo, pero con los ojos cerrados y con las vibrisas faciales y las uñas ya desarrolladas. Los ojos los abren entre los cuatro y los ocho días de haber nacido, pero se mantienen en el nido por unas dos semanas (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

Cervantes-Reza (1980) registró que los nidos del zacatuche son pequeñas cavidades que cavan las hembras junto a la base de las gramíneas amacolladas, lo que hace difícil su localización. Otros nidos se encuentran en la parte central de estas mismas gramíneas o en oquedades entre las rocas o bien en madrigueras abandonadas de otros animales.

Las madrigueras que cava el zacatuche tienen sus entradas, en la base de los zacatones, lo que las oculta de posibles depredadores. También suele usar las madrigueras de otros animales como tuzas (*Pappogeomys merriami*), ardillones (*Spermophilus variegatus*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*) y tlalcoyotes (*Taxidea taxus*), aunque bien puede usar como simples refugios cualquier oquedad entre troncos o rocas (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

Como todos los lagomorfos, el zacatuche, por ser herbívoro forma parte de los primeros eslabones de las cadenas alimenticias, por lo que es base de la alimentación de depredadores como: comadrejas (*Mustela frenata*), lince (*Lynx rufus*), coyotes (*Canis latrans*), zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomiltles (*Bassaricus astutus*), tlalcoyotes (*Taxidea taxus*), halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), tecolote cornudo (*Bubo virginianus*) y víboras de cascabel (*Crotalus triseriatus*), entre otros (Cervantes y Martínez, *en prensa*).

En la actualidad al zacatuche se le ubica como una especie en peligro de extinción, esto debido a diversas causas, principalmente por la continua fragmentación y reducción de su hábitat (Velázquez, 1992). A éste respecto la fragmentación del hábitat, puede ser definida como la distribución espacial discontinua de una especie en su rango de distribución que originalmente conformaba una unidad. El resultado de este proceso nos da lo que se llama insularización, la

cuál se da por dos tipos principales de disturbios; los causados por el hombre y los de origen natural (procesos ecológicos) (Velázquez, 1993).

De entre los disturbios que causa el hombre básicamente en el sur del Valle de México, se pueden contar diversas actividades, las cuales se engloban en dos principales procesos a) La expansión urbana y b) La explotación agropecuaria y forestal. El primer proceso, se puede decir que es indirectamente promotor del segundo. Así por ejemplo en un estudio realizado de 1940 a 1980, se ha visto que la población aumentó de poco más de un millón y medio de habitantes a casi trece millones y medio, mientras que superficialmente el área metropolitana creció de unas 11,700 Ha a aproximadamente 120,000 Ha. Esto es causa de que las superficies de áreas naturales se vean invadidas por la mancha urbana, a manera de asentamientos o bien dando origen a nuevos campos para la agricultura. Estas áreas naturales se han visto fragmentadas, lo que ha llevado a un desequilibrio de los ecosistemas que estas albergan. El segundo proceso, abarca las actividades agrícolas a menor escala o mayor escala. A menor escala se podrían mencionar las parcelas de los campesinos, mientras que a mayor escala se mencionarían las grandes extensiones de sembradíos con empleo de costosa infraestructura para la siembra y cosecha, además del uso de plaguicidas y fertilizantes que resultan nocivos al ecosistema. Otro tipo de actividades son las ganaderas, que comprenden al ganado bovino, ovino, caprino y equino, con el consecuente pastoreo e inducción de incendios con el propósito de propiciar el crecimiento de nuevos retoños de los pastos para alimento de los animales. A este respecto se ha visto que en los volcanes Tláloc, Pelado y Popocatepetl la comunidad de *Muhlenbergia macroura* es más intensamente pastoreada, mientras que la quema de pastos tiene mayor intensidad en la comunidad de *Calamagrostis tolucensis/Lupinus montanus* (Velázquez, 1992). Esta última comunidad se encuentra también en el Iztaccíhuatl y la actividad de quema es de similares magnitudes. También existen actividades forestales de tipo extensivas e intensivas. La actividad forestal extensiva es la realizada por los lugareños para consumo doméstico

o para venta de madera. Mientras que la actividad forestal intensiva es la realizada por empresas madereras para fabricación de papel o extracción de resinas. Otro problema que no debe soslayarse es la extracción de suelo, que junto con la agricultura son fuerte causa de la modificación de las zonas de vegetación natural. Igualmente no debe dejarse de lado el problema que representa la caza, no solo del zacatuche sino también de otros organismos. Esta se realiza para fines alimenticios por parte de los pobladores o de manera deportiva por parte de cazadores. O bien la captura de organismos para su venta. Otro tipo de actividad que tiene también fuerte impacto sobre el hábitat del zacatuche, es el turismo, el cual puede repercutir en el abandono en el lugar, de desechos, muchos de ellos no degradables, la elaboración de fogatas, que sin las debidas precauciones pueden ser causa de incendios, etc. (López-P. *et al.*, *en prensa*). Además de otros factores no menos importantes como la depredación por parte de perros y gatos ferales, que o bien viven en vida silvestre o salen a sus correrías al monte pero viven en los poblados cercanos a estas áreas.

Un estudio realizado por Benites (1988) sobre la dinámica de regeneración después de un fuego en una comunidad de *Festuca tolucensis*-*Muhlenbergia macroura* y *Pinus hartwegii*, menciona que existen otros tipos de hierbas anuales que se desarrollan en el lugar cuando un fuego se ha presentado, estas incrementan su cobertura hasta alcanzar similar apariencia que la de sitios no quemados. De acuerdo con Benites (*Op. cit.*), lugares que han sido perturbados de esta manera no solamente son producto de la quema, sino de otros factores como el sobrepastoreo, incluso el "pisoteamiento" que el ganado realiza. el conocimiento acerca del impacto y la intensidad de las actividades humanas a este respecto es aún escaso (Rzedowski *et al.*, 1977 y Rzedowski, 1988).

2.2 ANTECEDENTES

Los trabajos que sobre fauna y flora se han realizado en el Eje Neovolcánico Transversal son múltiples y variados en cuanto a la temática que abordan. Esto debido a que la biodiversidad de México es considerada una de las mayores del mundo, sobresaliendo la zona templada en cuanto a flora se refiere, con bosques de coníferas y de encino. Localizada en las zonas montañosas de nuestro país, que de acuerdo con Rzedowski (1991) corresponden a las zonas con mayor número de especies y de endemismos. De igual manera es en este lugar donde encontramos la transición de especies animales de origen Neártico y Neotropical. Este lugar de intercambio faunístico, no tiene comparación con alguna otra región del planeta (Savage, 1982; Webb, 1976), debido a su alta tasa de diferenciación *in situ*, que ha propiciado una gran cantidad de endemismos (Escalante *et al.*, 1993).

Algunos de los trabajos que sobre vegetación en el área de estudio, o en sitios semejantes se han realizado son: El de Beaman (1962 y 1965) sobre los factores de distribución de las especies y estructura de la comunidad, para determinar el límite superior de la vegetación arbórea y sobre la flora alpina, ambos en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl; Cruz (1969) sobre la ecología de los pastizales del Valle de México; Lauer *et al.* (1978) sobre el estudio ecológico y climático en el límite superior de *P. hartwegii* para la parte central de México; May Nah (1971) sobre los factores físicos relacionados con la vegetación de un bosque de coníferas en la zona oriental (Puebla) del volcán Iztaccíhuatl; Delgadillo (1971, 1979, 1985, 1987) sobre la distribución de los musgos alpinos de México y los del Eje Neovolcánico Transversal; Ern (1976) sobre la descripción de la vegetación en las zonas de montaña de los estados de Puebla y Tlaxcala; Anaya *et al.* (1980) sobre la relación vegetación-suelos en un transecto altitudinal en el lado occidental del volcán Iztaccíhuatl; González (1986) sobre aspectos fitogeográficos y descriptivos de la vegetación alpina en el volcán Nevado de Toluca; Rzedowski (1979, 1985 y 1990) sobre la flora fanerogámica del Valle de México; Rzedowski (1991) sobre el

origen, la diversidad y riqueza de la flora fanerogámica en el Valle de México; Velázquez (1992) sobre la representación en el mapa del paisaje ecológico-vegetativo de los volcanes Tláloc y Pelado como una necesidad de elaborar un levantamiento de aptitud de hábitat, y así conocer perspectivas de manejo dada la fragmentación de éste hábitat, con especial referencia en el conejo endémico *Romerolagus diazi*; Velázquez (1993) sobre la ecología del paisaje de los volcanes Tláloc y Pelado; SEDESOL-BANCO MUNDIAL-UAM Xochimilco (1992) sobre una compilación de datos que sobre vegetación se han realizado para los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl para un programa de manejo en el Parque Nacional ubicado en los volcanes mencionados; Almeida *et al.* (1994) sobre el zacatonal alpino del volcán Popocatepetl y su posición en las montañas tropicales de América, entre muchos otros.

También se han realizado algunos trabajos relacionados con las actividades agropecuarias, agroforestales y del hábitat del lugar. Podrían citarse: Burgos *et al.* (1965, 1973 y 1976), el primero sobre el análisis físico-biológico y de ordenación forestal de la fábrica de papel San Rafael en el volcán Iztaccíhuatl, el segundo sobre el inventario forestal en la misma fábrica y el tercero sobre la administración forestal que en ésta se realiza; López-P. *et al.* (en prensa) sobre las actividades humanas que se llevan a cabo en el hábitat del conejo de los volcanes (*R. diazi*) y muchos otros.

Igual de diversos son los trabajos que sobre fauna se han realizado en la misma zona central del Eje Neovolcánico, por citar algunos que abordan el tema de los mamíferos: el de Villa (1953) sobre los mamíferos silvestres del Valle de México; el de Diersing *et al.* (1980) sobre la distribución de *Sylvilagus* en el oeste central de México; el de Ceballos y Galindo (1984), similar al de Villa (1953), sobre la distribución de los mamíferos silvestres que se encuentran en la Cuenca de México; el de Romero y Velázquez (1984) sobre la fauna silvestre del sur del D.F.; el de Fa, *et al.* (1990) sobre la influencia del hábitat sobre pequeños mamíferos en zacatonales mexicanos de altura; el de Romero (1987) sobre el análisis de la alimentación del lince en el volcán Pelado, entre otros.

Es de mencionar que este trabajo no pretende ser un compendio de publicaciones, ya que la diversidad de éstas que sobre el teporingo y/o de y en su hábitat se han realizado son diversas. Algunas de estas se citan a lo largo de éste trabajo.

2.3 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl que se enmarca dentro del complejo orográfico conocido como Sierra Nevada, inscrita en la parte central del Eje Neovolcánico Transversal, que es la principal barrera geográfica que separa las dos grandes regiones biogeográficas del Continente Americano: la Neártica y la Neotropical.

En este complejo orográfico es posible encontrar coexistiendo especies animales y vegetales cuyo origen puede ser de cualquiera de las dos zonas antes mencionadas, por lo que se considera a esta faja volcánica una zona de transición. De ahí la importancia biogeográfica de la región.

Resulta importante recalcar que el área se encuentra cerca de uno de los mayores núcleos poblacionales del mundo, la Ciudad de México, cuya expansión amenaza seriamente la naturaleza biótica y abiótica de este lugar.

La Sierra Nevada se encuentra al sureste de la Cuenca de México (Fig. 3). Esta marca el límite occidental del estado de Puebla y la línea limítrofe con los estados de México y Morelos, ubicada entre los paralelos 18° 50' y 19° 57' de latitud Norte y los meridianos 98° 30' y 98° 45' de longitud Oeste. Su dirección va de Nor-noroeste a Sur-sureste. Los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl representan sus mayores elevaciones (Anaya *et al.*, 1980). El Popocatepetl, con sus 5,486 m.s.n.m. ocupa el segundo lugar en altitud en el país y se encuentra a unos 45 km de distancia de la Cd. de México. Mientras que el Iztaccíhuatl es la montaña que ocupa el tercer lugar en altitud, alcanzando en su parte más alta los 5,280 m.s.n.m. (White, 1962).

El Parque Nacional "Iztaccíhuatl-Popocatepetl" fué decretado en 1935, y abarca los Estados de México, Morelos y Puebla. Cuenta con 25,679 Ha de superficie. Los Municipios donde se localiza el Parque son: de Morelos: Tetela del Volcán; de Puebla: Tochimilco, San Nicolás de los Ranchos y Huejotzingo y del Estado de México: Amecameca, Atlautla, Ecatzingo y Tlalmanalco. La altitud mínima y máxima en el Parque es de los 3,600 a los 5,452 m.s.n.m. Sus

2.3 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl que se enmarca dentro del complejo orográfico conocido como Sierra Nevada, inscrita en la parte central del Eje Neovolcánico Transversal, que es la principal barrera geográfica que separa las dos grandes regiones biogeográficas del Continente Americano: la Neártica y la Neotropical.

En este complejo orográfico es posible encontrar coexistiendo especies animales y vegetales cuyo origen puede ser de cualquiera de las dos zonas antes mencionadas, por lo que se considera a esta faja volcánica una zona de transición. De ahí la importancia biogeográfica de la región.

Resulta importante recalcar que el área se encuentra cerca de uno de los mayores núcleos poblacionales del mundo, la Ciudad de México, cuya expansión amenaza seriamente la naturaleza biótica y abiótica de este lugar.

La Sierra Nevada se encuentra al sureste de la Cuenca de México (Fig. 3). Esta marca el límite occidental del estado de Puebla y la línea limítrofe con los estados de México y Morelos, ubicada entre los paralelos 18° 50' y 19° 57' de latitud Norte y los meridianos 98° 30' y 98° 45' de longitud Oeste. Su dirección va de Nor-noroeste a Sur-sureste. Los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl representan sus mayores elevaciones (Anaya *et al.*, 1980). El Popocatepetl, con sus 5,486 m.s.n.m. ocupa el segundo lugar en altitud en el país y se encuentra a unos 45 km de distancia de la Cd. de México. Mientras que el Iztaccíhuatl es la montaña que ocupa el tercer lugar en altitud, alcanzando en su parte más alta los 5,280 m.s.n.m. (White, 1962).

El Parque Nacional "Iztaccíhuatl-Popocatepetl" fué decretado en 1935, y abarca los Estados de México, Morelos y Puebla. Cuenta con 25,679 Ha de superficie. Los Municipios donde se localiza el Parque son: de Morelos: Tetela del Volcán; de Puebla: Tochimilco, San Nicolás de los Ranchos y Huejotzingo y del Estado de México: Amecameca, Atlautla, Ecatzingo y Tlalmanalco. La altitud mínima y máxima en el Parque es de los 3,600 a los 5,452 m.s.n.m. Sus

coordenadas son; los paralelos $18^{\circ} 59'$ y $19^{\circ} 15' 30''$ de latitud Norte y los meridianos $98^{\circ} 35'$ y $98^{\circ} 42' 40''$ de longitud Oeste (Vargas, 1984). Y aunque si bien se le considera Parque Nacional, se llevan a cabo ahí actividades de, pastoreo, quema, tala, incluso de construcción (albergues alpinos, una estación de microondas, centrales eléctricas, etc.). Además de otro tipo de actividades como la "poda" de las macollas de zacatón para la manufactura de techos para casas o escobas y otras construcciones temporales o permanentes. Esto, aún cuando se le considera al Parque Nacional en condiciones "aceptables", según Sánchez (1987), en su libro "Conservación Biológica en México".

El lugar donde se realizó el estudio se ubica entre los paralelos $19^{\circ} 08'$ y $19^{\circ} 10'$ de latitud Norte y los meridianos $98^{\circ} 40'$ y $98^{\circ} 38'$ de longitud Oeste (Fig. 4). Este paraje es conocido por los lugareños como "La joya" (Fig. 3 y Fig. 5).

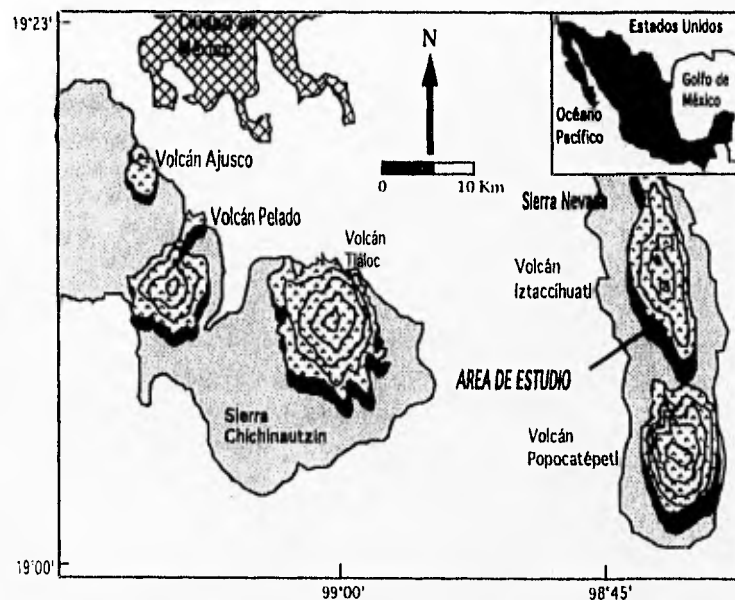


Fig. 3. Área de estudio en la vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl, para conocer de descripción y el uso del hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*) en el zacatonal alpino.

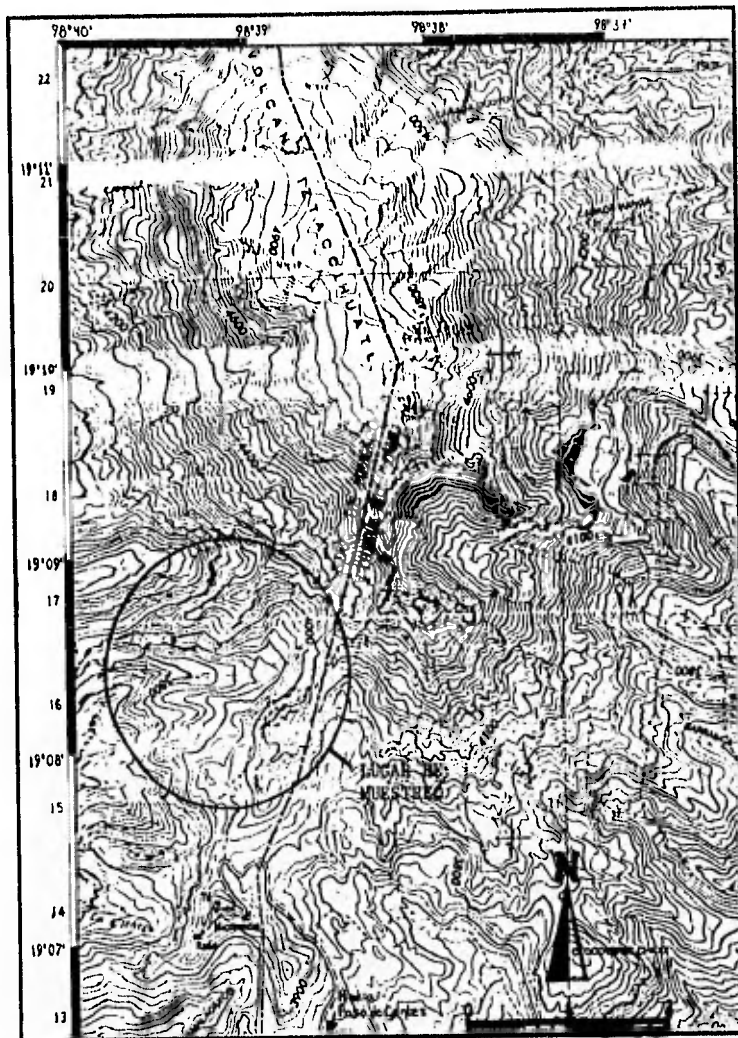


Fig. 4. Ubicación del lugar de muestreo en el zacatonal alpino de la vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl, para conocer la descripción y el uso del hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*). Tomado de la Carta Topográfica HUEJOTZINGO a escala 1:50,000.

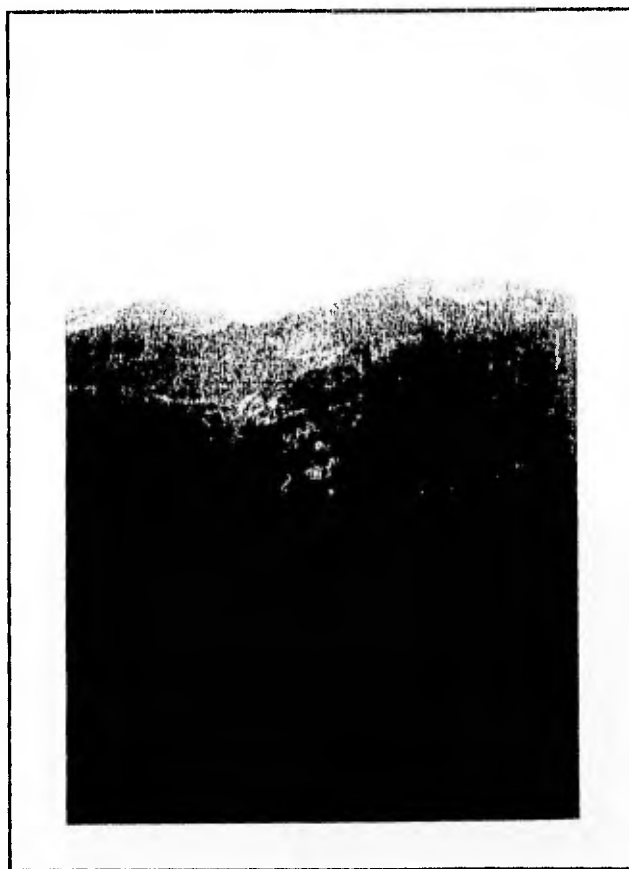


Fig. 5. Ilustración del lugar de muestreo, localidad "La joya" en el zacatonal alpino de la vertiente occidental del volcán Iztaccihuatl, para conocer la descripción y el uso del hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*).

2.3.1 GEOLOGIA Y EDAFOLOGIA

La Sierra Nevada se formó en conjunto hacia el Plioceno, cubriendo bajo sus lavas andesíticas complejos volcánicos más antiguos del Oligoceno-Mioceno (Mooser, 1957). Los cinco tipos de rocas que forman esta montaña se constituyen por 1) andesitas de hornblenda, 2) andesitas de hiperstena, 3) basaltos andesíticos o

transicionales, 4) conglomerados, 5) brechas y arenas volcánicas (Paredes, 1925).

Se considera al Iztaccíhuatl como un conjunto de volcanes apagados con una antigüedad mayor a la del Popocatepetl, su origen se remonta al Mioceno. Se conforma este conjunto de volcanes, por una gruesa capa de andesita de hornblenda e hiperstena, sobre un núcleo de dacita (Tamayo, 1962). La masa principal del Iztaccíhuatl está constituida por andesitas porfídicas de piroxena, situadas sobre la serie Xochltepec (Mooser, 1957). Anteriormente la serie Iztaccíhuatl fué identificada como una serie andesítica de hornblenda y andesita de piroxena (Ordóñez, 1895). En la actualidad gran parte de la superficie del Iztaccíhuatl, así como también la del Popocatepetl, se encuentra cubierta por cenizas arenosas, muy intemperizadas en el primero y poco alteradas en el segundo volcán (Beaman, 1962).

2.3.2 FISIOGRAFIA

La vertiente occidental del volcán Iztaccíhuatl, es en extremo accidentada, localizándose en el terreno una serie ininterrumpida de elevaciones y cañadas, resultado de pasados eventos de movimientos glaciales. Asimismo en esta vertiente las inclinaciones y exposiciones del terreno, resultado también de los mismos movimientos, son muy variables, más se acepta una media de inclinación entre los 25 y los 35 grados (Anaya *et al.*, 1980).

Entre las barrancas más importantes que surcan el macizo montañoso conformado por el Iztaccíhuatl y el Popocatepetl encontramos las de Tonecoxco, Xomeyuca, Temascaltitla, El Negro, Trancas, Acaxtongo, Xopanac, Cosamala, Tlapatihuac, Las Huertas, Xapoca, Nespayantla y Malpatostoc (Anaya *et al.*, 1980).

Por otra parte, la presencia de redes hidrográficas antiguas es apreciada en los profundos cañones, resultado de largos procesos de erosión, que se observan tanto en el Iztaccíhuatl como en el Popocatepetl (White, 1962).

2.3.3 CLIMA

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981), en el Parque Nacional "Iztaccihuatl-Popocatepetl" se presenta el clima ETH. Muy frío con lluvias en verano. Temperatura media anual $< -2^{\circ}\text{C}$ mes más caliente $< 0^{\circ}\text{C}$. C (w''2) (w) cig. Semifrío, subhúmedo templado. Media anual de 5 a 12°C , mes más frío de 3 a 18°C . Isoyeta: 1,200 mm 15-024 (7.7) 1,187.5.

2.4 MARCO TEORICO

2.4.1 Justificación

Este trabajo pretende ser un documento de estudio que aporte un poco más al conocimiento sobre algunos aspectos de la biología del zacatuche, para ambientes donde poco se le ha estudiado. Además de la importancia que ello representa para una especie endémica de México y en peligro de extinción (*Red data book*, IUCN). De ahí la necesidad de que el presente análisis se hubiere realizado.

Por otro lado se pretende trabajar en el volcán Iztaccíhuatl dado que es una de las pocas elevaciones de México con vegetación de zacatonal alpino natural, aunque Beaman (1962), menciona que la presencia del zacatonal alpino en este volcán mas bien obedece a respuestas climáticas, mientras que Benites, *et al.* (1988) sugiere que, en general el establecimiento de zacatonales se dá después de eventos de tala y quema del bosque.

Aún se discute el origen del zacatonal alpino, pero de cualquier manera en estas altitudes el zacatonal ofrece un panorama de trabajo poco alterado, en comparación con los zacatonales subalpinos de menores altitudes, que presentan un mayor impacto, principalmente causado por intervención humana.

Hay que tomar en cuenta que la estructura del zacatonal alpino no es de forma regular u homogénea, ya que conforme se asciende, éste va del tipo denso a un tipo mas ralo o abierto debido a que las condiciones ambientales e hídricas son mas adversas a la vegetación a mayor altitud. Así conforme se asciende, la temperatura empieza a descender lo que propicia que el agua que requieren las plantas alcanza el congelamiento y no puede ser ya absorbida por éstas. Asimismo los vientos son más fuertes y promueven el arrastre del suelo por lo que la fijación al substrato es más difícil para las mismas y las pocas que logran fijarse presentan tamaños cada vez más pequeños para ofrecer resistencia al viento.

Los eventos de quema en el zacatonal son otro factor que se abordará en este estudio, aunque la dinámica del fuego en el zacatonal sería otro tema a tratar, por lo que sólo se observarán situaciones en las que la regeneración de la vegetación lleve ya algunos años, para así conocer si existe cambio en el tipo de vegetación post-fuego, o bien si la regeneración del tipo original de vegetación se da inmediatamente después de un evento de quema o se da años después de ocurrida esta. Además de conocer aproximadamente en que tiempo se recuperan las poblaciones del zacatuche después de este tipo de eventos.

El conocer el tiempo de regeneración de la vegetación es con base en el reconocimiento de plantas indicadoras de perturbación, en este caso particular, de plantas indicadoras de eventos post-fuego, como serían los casos de *Lupinus montanus* o bien de *Penstemon gentianoides*. Estos dos tipos de plantas, además de muchas otras, requieren del fuego sobre sus semillas para que estas puedan germinar (Velázquez, 1992; Daubenmire, 1968). En algunos casos el fuego es promotor de una germinación temprana de ciertos tipos de plantas, lo cual da razón de que la presencia de estas indique situaciones donde tal evento sucedió, y asimismo de que la densidad de estas sea mayor con respecto a la vegetación anterior a la quema (Daubenmire, 1968). En el caso de las dos especies anteriores, estas conforman grandes "parches" que recubren el terreno quemado y una vez que alcanzan su madurez y tiran sus semillas, mueren quedando en pie. Así, conociendo parte de la biología de estas especies y el tiempo en que podrían alcanzar su madurez, es posible inferir el tiempo de regeneración que lleva la vegetación en el lugar.

Por otro lado el estudio de la vegetación y del uso de esta metodología, son con el fin de establecer comparaciones de los tipos de hábitat que se presentan en otros lugares a fin de extrapolar la información que se obtenga en el zacatonal alpino del Iztaccíhuatl a estos otros sitios, y así poder hacer inferencias acerca del comportamiento del zacatuche en lugares similares de su distribución.

Además se pretende trabajar con tres tipos de metodologías (conteo de letrinas, conteo de excretas y porcentaje de la cobertura de las excretas), por que esto ayudará a dar mayor certeza de la abundancia del zacatuche, con base en el uso de técnicas indirectas de muestreo.

2.4.2 Hipótesis

Si el zacatonal alpino presenta condiciones de estructura cerrada y abierta dependiendo de la altitud, entonces habrá diferencias en el uso de hábitat por parte del zacatuche, sin importar las condiciones de regeneración post-fuego que éste presente.

2.4.3 Objetivos

I. Conocer los tipos de vegetación alpina y subalpina de los volcanes Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Tláloc y Pelado, áreas núcleo de distribución, donde habita *Romerolagus diazi*, para establecer sus diferencias.

II. Conocer cómo se presenta la distribución y abundancia relativa, con base en el uso de hábitat de *Romerolagus diazi*, en un gradiente altitudinal y de impacto por fuego, en el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl, para ayudar a establecer su *status* dentro de este lugar.

3 METODOS

3.1 TIPOS DE VEGETACION

Para el estudio de la vegetación alpina y subalpina de las áreas núcleo de distribución del zacatuche, se trabajaron treinta relevés, siguiendo la metodología de la Escuela Zürich-Montpellier (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; van der Hammen *et al.*, 1989 y Werger, 1974), para el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl, los días 26 y 27 de noviembre y 10 y 11 de diciembre de 1994 y 7 de febrero de 1995. Estos se realizaron en el mismo lugar donde se llevaron a cabo los muestreos para conocer la distribución y abundancia relativa del zacatuche (Localidad "La Joya"). Para conocer la vegetación alpina en el volcán Popocatepetl, y subalpina en los volcanes Tláloc y Pelado, y así poder establecer comparaciones, se revisaron datos de 38 relevés en total proporcionados por el Dr. A. Velázquez, quien junto con otros colaboradores realizaron éste tipo de estudios sobre el hábitat del zacatuche en zacatonales alpinos y subalpinos. Estos últimos trabajos se llevaron a cabo entre los años 1986 a 1989.

Los relevés conformaron un área en cuadrante de 5 X 5 mts. para un total de 25 m² para muestreo en zacatonal, y de 625 m² para muestreo en bosque (éstos fueron realizados por el Dr. Velázquez y col. en los volcanes Tláloc y Pelado). Los relevés se ubicaron en lugares que tuvieran un tipo de vegetación lo más homogénea posible, de acuerdo a la Escuela Zürich-Montpellier (*op. cit.*). Los principales datos que se tomaron para este estudio fueron: el listado completo de todas las especies de plantas y la cobertura por especie. Además de otros datos no menos importantes como son los factores abióticos (Anexo II, A) y B). También se dibujaron perfiles de vegetación vertical y horizontal (Anexo II, C). Las especies de plantas que se colectaron fueron identificadas durante los períodos entre cada salida al campo, con ayuda de ejemplares que previamente se habían colectado por personal del Laboratorio de Biogeografía y Sinecología (Fac. Ciencias, UNAM), además del

apoyo bibliográfico sobre la flora de México (varios autores). Los ejemplares de difícil identificación se enviaron a personal experto en tales grupos del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM.

Posterior al trabajo de campo, los datos se capturaron en el programa *CONVERT*. Este programa requiere de algunas especificaciones sencillas, una de estas es la captura de especies por nombre y la otra es la de la captura de los valores de cobertura que se establecen con un valor numérico asignado a un intervalo aproximado. Estos valores numéricos e intervalos de cobertura que se usaron, fueron los siguientes:

Número	Cobertura
1	< 1-1%
2	> 1-5%
3	> 5-10%
4	> 10-20%
5	> 20-40%
6	> 40-60%
7	> 60-80%
8	> 80-100%

De este programa, los datos son importados por el programa *TWINSPAN* (*Two-Way Indicator Species Analysis*) (Hill, 1979), en el cual se trabajó un primer análisis de especies indicadoras. Este método ayudó a la identificación de los principales agrupamientos que mostraron las medidas de disimilitud entre los grupos. El programa realiza un primer agrupamiento de todos los datos en un sólo conjunto al cual posteriormente divide y subdivide de manera sucesiva y por jerarquías en otros grupos más pequeños. Se usaron cuatro niveles de corte o de subdivisión, por que este es un número confiable para diferenciar entre comunidades de plantas, ya que a más niveles de corte los grupos de comunidades son más pequeños y se tiende a toma de decisiones erróneas al respecto.

El resultado del análisis del programa *TWINSPAN* es modificado de manera manual con el fin de obtener una satisfactoria y convencional matriz fitosociológica.

Las especies diagnósticas son definidas como, especies que exclusivamente se encuentran en un sólo agrupamiento, donde se

desarrollan de manera óptima (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). El nombre que se da a las Comunidades de plantas se basa en estas especies diagnósticas.

3.2 ROMEROLAGUS DIAZI

Se seleccionaron 8 unidades de muestreo a estudiar (con base en su homogeneidad), únicamente en el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl. Estas se buscaron en diferentes altitudes y con diferente estructura vegetal, ya que en este tipo de parajes el zacatonal ofrece coberturas del tipo denso o cerrado, es decir donde las distancias entre las macollas de zacatón son pequeñas y por ende la cobertura es más cerrada, y de tipo abierto donde las macollas se encuentran más separadas unas de otras. Estas características se dan conforme se incrementa la altitud y por causa del arrastre eólico del suelo a mayores altitudes, causado principalmente por la fuerza de los vientos. Además debe considerarse el estrés hídrico, ya que a mayor altitud el agua se congela, por lo que se alcanza un cierto límite arbóreo a altitudes donde el agua aún no se congela y puede ser absorbida por estos. La estructura cerrada se ubica por lo general a menores altitudes, mientras que la abierta se presenta a mayores altitudes, por las razones que se mencionaron.

A cada unidad se le asignó un nombre arbitrario (entre "comillas") con el fin de reconocerlas en los sucesivos muestreos:

Unidades de muestreo	Altitudes (m.s.n.m.)	Tipo estructural de zacatonal
"Musgo"	4,080	ABIERTO
"Peluquín"	4,000	
"Refugio"	3,980	
"Roca"	3,950	
"Lupinar"	3,810	CERRADO
"Ladera"	3,800	
"Valle"	3,790	
"Llano"	3,760	



El muestreo se realizó en el declive occidental del volcán mencionado y en las coordenadas ya señaladas. En cada Unidad de muestreo se ubicaron al azar 5 Subunidades de 2 X 2 m cada una. Estas unidades de muestreo se distribuyeron en las asociaciones estructurales de zacatonal denso o cerrado (marcando el límite de bosque-zacatonal alpino, desde los 3,760 m.s.n.m. para el área de estudio) y zacatonal abierto (hasta los 4,080 m.s.n.m.). Para cada una de estas asociaciones estructurales se incluyó otra variable que involucra el impacto por fuego sobre el zacatonal. Esta medida se tomó con base en el tiempo de regeneración post-fuego del zacatón: de más de 10 años de regeneración o que no haya tenido intervención de fuego, de entre 2 y 10 años de regeneración y de menos de 2 años de regeneración (Fig. 6). El conocimiento de la regeneración post-fuego de la vegetación puede ser reconocido en el campo, principalmente por la presencia de especies indicadoras de fuego. Estas suelen desarrollarse en lugares donde se ha presentado un incendio, por lo que se les ha denominado incluso especies oportunistas. El desarrollo de estas especies obedece a que ciertas especies de plantas requieren de un evento de fuego, lo que permite que sus semillas escarifiquen con ayuda de este, lo que de otro modo no permitiría su crecimiento. La presencia de estas especies suele ser temporal, ya que crecen, se desarrollan y mueren

después de su fructificación. La biología de estas plantas está ya descrita en la literatura. Así el encontrar sitios donde se desarrollan estas especies o donde estas se hallan muertas en pie, dá razón de el tiempo aproximado de regeneración de la vegetación en ése lugar.

Una vez establecidas las unidades y el gradiente de impacto por fuego o regeneración después de ocurrido éste, se elaboró una tabla (Figura 6), con base en la cuál se realizaron las comparaciones entre las mismas unidades de muestreo.

Específicamente el trabajo que sobre las subunidades de muestreo se realizó, fué el de coleccionar y contar el número de letrinas, además de la colecta de las excretas que se encontraban disgregadas en el área. Una vez hecho esto se verificó que la subunidad quedara limpia de éstas, para así realizar sucesivamente los posteriores muestreos. Además se procedió a verificar la presencia-ausencia (no el conteo) de letrinas con números inferiores a las diez excretas y tamaño menor a los 5 mm, lo que indicaría la presencia de organismos juveniles en el área. Ya en gabinete se trabajó con una mesa reticulada sobre la que se depositaron por separado (por subunidad de muestreo) las excretas colectadas, a fin de disponerlas en una monocapa que daría mayor exactitud de la cobertura superficial que estas presentaron, lo que llevaría a conocer de manera porcentual la cobertura real que estas presentaron en el campo.

Los períodos de muestreo, para conocer la distribución y abundancia relativa del *Romerolagus diazi* en el zacatonal alpino, fueron el 1 y 2 de mayo, el 13 de julio, el 26 y 27 de agosto, el 3 y 4 de octubre y el 19 y 20 de noviembre y 10 y 11 de diciembre, mismos que comprenden un período en la temporada cálida-seca, uno en la cálida-húmeda y uno en la frío-húmeda, respectivamente.

De los datos que se fueron recabando en cada muestreo (Anexo III), se procedió a identificar cómo se presenta la distribución de *R. diazi*, con base en el uso de hábitat, y a estimar su abundancia relativa, a partir del número de letrinas y excretas que se colectaron (Taylor y Williams, 1956), además de la cobertura de estas últimas, para ello se trabajó en gabinete con una tabla

reticulada a fin de que sobre esta se depositaran las excretas y se dispusieran una sólo capa para tener mayor certeza de su cobertura real. Por otro lado, también se procedió a la ubicación de registros de *Sylvilagus floridanus orizabae*, para la identificación de los lugares donde estos lepóridos pudieran coexistir.

A los datos obtenidos se les aplicó la prueba de Análisis de Varianzas -ANOVA- (por sus siglas en inglés), para corroborar si existían diferencias significativas entre el uso de hábitat que dá el zacatuche en las distintas unidades de muestreo. Esto fué aplicado tanto para el número de letrinas como de excretas, así como para el de la cobertura de estas últimas. La aplicación de la prueba fué con el propósito de conocer si los distintos tipos de muestreos arrojan similares resultados, ya que la técnica de conteo de excretas para conocer la abundancia relativa de ciertos organismos (principalmente de mamíferos), se hace con base en observaciones, generalmente de un tipo de excreta en particular, y los lagomorfos suelen depositar grupos de estas de manera disgregada y/o en agrupaciones llamadas letrinas como en el caso del zacatuche.

Una prueba más que se aplicó, fué la de tratar de diferenciar entre organismos adultos y juveniles con base en la identificación y diferenciación de excretas; pequeñas (menores a los 5 mm) para reconocer organismos juveniles, y grandes (entre los 5 mm y hasta los 8 ó 9 mm) para reconocer organismos adultos (Aranda, M. com. pers.). Con base en éstas características y utilizando el método de presencia-ausencia de éstos tipos de excretas en las diferentes unidades de muestreo, se procedió a tratar de reconocer cómo se encuentran las poblaciones de estos estadíos en el zacatonal alpino del Iztaccíhuatl.

El confirmar la presencia de ambos estadíos fué con base en la literatura para otros ambientes donde ya se le estudió (específicamente ambientes subalpinos)(Fig. 7). Cabe aclarar que únicamente se tomó en cuenta para este estudio el conteo de letrinas, usualmente con no más de diez excretas agrupadas (con tamaño menor a los 5 mm, como ya se describió), para reconocer organismos juveniles y con número mayor (y de mayor tamaño a los 5 mm) para reconocer organismos adultos.

Para sustentar un poco el análisis de diferenciación entre excretas de organismos adultos y juveniles, se trabajó en la medición de estas excretas en una colonia de conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*), de una zona de criadero en Xochimilco. En esta colonia se presentaban organismos tanto de ejemplares juveniles como de adultos. Se midieron un total de 100 muestras de excretas de organismos juveniles de entre 1 y 2 meses de edad. El total de los pequeños lepóridos fué de 10.

De la misma manera se midieron un total de 100 muestras de excretas de organismos adultos de entre 5 y 8 meses de edad. El número de estos organismos fué igual al de los juveniles (10 lepóridos).

La forma de las excretas de estos lepóridos, son diferentes de las del zacatuche, pero básicamente los tamaños fueron similares (Sugerencia del análisis, M. Aranda, *com. pers.*).

GRADIENTE ALTITUDINAL		
ESTRUCTURA DEL ZACATONAL →	ZACATONAL DENSO	ZACATONAL ABIERTO
REGENERACION POST-FUEGO ↓		
> 10 AÑOS	"LLANO"	"MUSGO"- "PELUQUIN"
2-10 AÑOS	"LUPINAR"	"ROCA"
< 2 AÑOS	"LADERA"- "VALLE"	"REFUGIO"

Fig. 6. Tabla comparativa de las unidades de muestreo en el tipo estructural de zacatonal en que se incluyeron y su gradiente altitudinal y de impacto por fuego que presentaron, para conocer la distribución y abundancia relativa con base en el uso de hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*) en la vertiente occidental del volcán Iztaccihuatl.

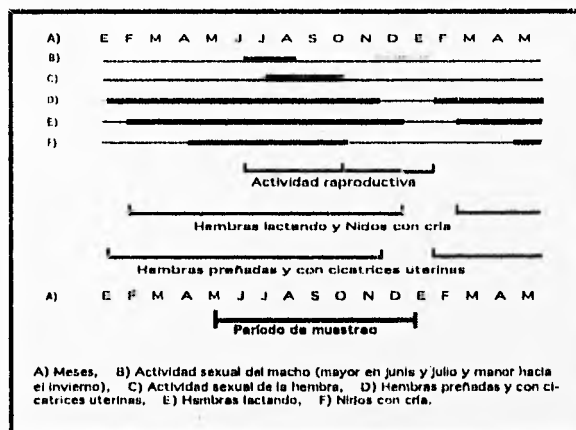


Fig. 7. Esquema sobre el período reproductivo en *Romerolagus diazi* (Según Cervantes, F. 1982), para confirmar la presencia de organismos adultos y juveniles durante el período del muestreo, en el zacatonal alpino de la vertiente occidental del volcán Iztaccihuatl.

4 RESULTADOS

4.1 TIPOS DE VEGETACION

Se trabajaron un total de 68 relevés, para conocer la fitosociología de las áreas núcleo de distribución del zacatuche. Treinta correspondientes al zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl y treinta y ocho correspondientes a los datos consultados para los volcanes Popocatepetl, Tláloc y Pelado. Se reconocieron 208 especies vegetales de las que pudieron diferenciarse 159 ejemplares identificados a nivel de especie, 35 a nivel de género, 9 a nivel de familia, 4 del grupo de las briofitas, una de las cuales no pudo identificarse y tres a nivel de especie, y un líquen sin identificar.

Asimismo se diferenciaron cuatro grandes GRUPOS DE COMUNIDADES DE PLANTAS: (I) *Calamagrostis tolucensis*, (II) *Lupinus montanus*, (III) *Muhlenbergia macroura* y (IV) *Arenaria bryoides*. De estos se diferenciaron seis COMUNIDADES: (I)1 *Leptodontium viticuloides* (Iztaccíhuatl), (I)2 *Festuca tolucensis*, (Pelado), (II)3 *Penstemon gentianoides* (Popocatepetl), (III)4 *Muhlenbergia quadridentata* (Pelado-Tláloc), (III)5 *Festuca amplissima* (Tláloc) y (IV)6 *Festuca livida* (Popocatepetl) (Anexo I). El dendrograma de la figura 8, presenta los *eigenvalues* a los que se dan las disimilitudes entre las seis Comunidades de plantas que se reconocieron. Se usaron cuatro niveles de corte para diferenciar mejor las comunidades.

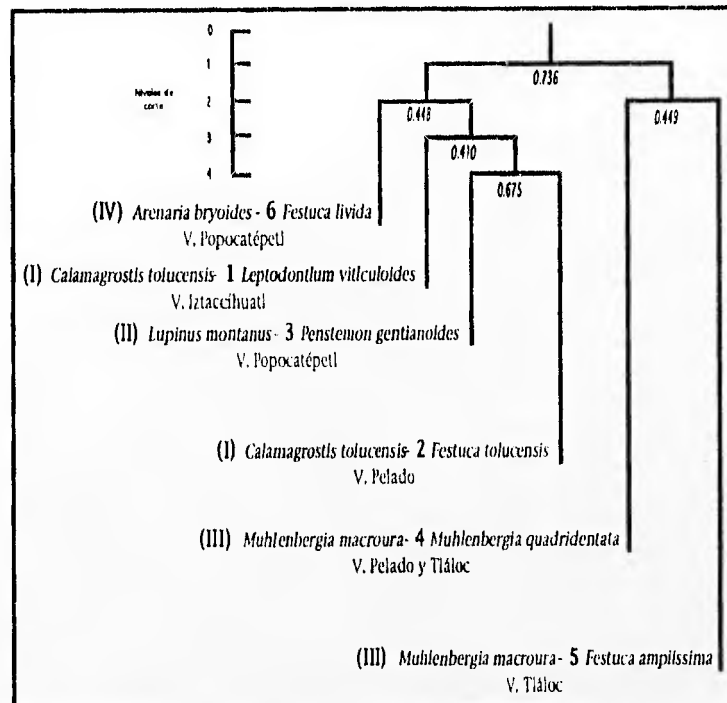


Fig. 8. Dendrograma de las Comunidades de Plantas de las áreas núcleo de distribución del zacatuche (*Romerolagus diazi*). Los eigenvalores representan las disimilitudes entre las comunidades.

Las Comunidades de plantas que se identificaron para el volcán Iztaccíhuatl, se subdividieron a su vez en las SUBCOMUNIDADES: (I)1a *Gnaphalium sarmentosum* y (I)1b *Polytrichum juniperum* (Anexo I). Esto con el propósito de facilitar las comparaciones para el estudio con el zacatuche.

4.1.1 Descripción de las Comunidades

4.1.1.1 GRUPO DE COMUNIDADES: (I) *Calamagrostis tolucensis*

De todas las Comunidades de plantas de este Grupo de Comunidades, *Calamagrostis tolucensis* se ubicó siempre con un 100% de presencia y un 40% de cobertura promedio. Otras importantes especies fueron *Arenaria bryoides* y *Lachemilla procumbens*.

Los zacatonales de este Grupo se conformaron, como ya se mencionó, por *C. tolucensis* y se completaron con otros tipos de zacatonales de *Festuca tolucensis* y *Trisetum spicatum*.

Estas se encontraron en un gradiente altitudinal entre los 3,550 y los 4,000 m.s.n.m. El Grupo de Comunidades incluyó a las Comunidades de Plantas: (I)1 *Leptodontium viticuloides* y (I)2 *Festuca tolucensis*.

COMUNIDAD: (I)1 *Leptodontium viticuloides*

Sitio: Volcán Iztaccíhuatl.

Relevé representativo: 45.

Fisonomía:

En esta Comunidad es posible distinguir dos tipos de estratos bien diferenciados; el primero, a nivel del suelo y en promedio de unos 5 cm de altura, dominado por las especies *Lachemilla procumbens*, *Arenaria bryoides* y *Leptodontium viticuloides* y el segundo, un estrato herbáceo (30 a 80 cm de altura) dominado por las especies *Calamagrostis tolucensis*, *Penstemon gentianoides* y *Lupinus montanus*.

Composición florística:

Las principales especies diagnósticas de esta Comunidad son *Calamagrostis tolucensis* y *Leptodontium viticuloides* con una frecuencia del 95% entre ambas y con una cobertura media de 7 y 1% respectivamente. Otras especies características fueron *Arenaria*

bryoides, *Lachemilla procumbens*, *Lupinus montanus*, *Gnaphalium sarmentosum*, *Carex sp.* y *Penstemon gentianoides*. Las especies exclusivas son *Viola sp.*, *Pernettya ciliata*, *Cirsium jorullense*, *Hieracium potentiflorum* y *Cerastium cuspidatum*. Otras especies importantes son *Senecio mairitianus* y *Stachys coccinea*, que se presentaron en otras comunidades, pero con mayor abundancia en ésta.

Características ambientales:

Esta Comunidad es posible encontrarla en una amplia variedad de ambientes, así por ejemplo en terrenos rocosos, en laderas con poco o pronunciado declive, de sitios quemados o de pastoreo a sitios no perturbados. La elevación va de los 3,760 a los 3,980 m.s.n.m. La mayor parte del tipo de suelo es regosol, a excepción de algunos sitios ricos en materia orgánica (suelo de tipo andosol) de menor altitud.

La Comunidad incluye dos Subcomunidades: Una (I)1b *Polytrichum juniperum* tipificada por una alta frecuencia de *Carex sp.* y *P. juniperum* y otra (I)1a *Gnaphalium sarmentosum* en la cual las dos especies anteriores son prácticamente inexistentes. Otras especies que ayudaron a identificar este patrón son *Hieracium potentiflorum*, una especie de la Familia Iridaceae, *Cerastium cuspidatum*, *Cirsium jorullense* y *Pernettya ciliata*. Las cuales se presentan en la Subcomunidad (I)1b. Una especie exclusiva de la misma Subcomunidad fué *Eryngium beecheyanum*, mientras que para la Subcomunidad (I)1a fueron *Senecio aff. gerberifolius* y *Andropogon sp.*

La variable ambiental, no puede ser usada como indicadora de las restricciones abióticas que expliquen la distribución y abundancia de las especies diagnósticas. Sin embargo éstas dos Subcomunidades difieren en su distribución altitudinal. La Subcomunidad (I)1a *Gnaphalium sarmentosum* se encontró a altitudes por debajo de los 3,800 m.s.n.m.

Especies como *Lupinus montanus* y *Penstemon gentianoides* tipifican ambientes que han sido intervenidos por la acción del fuego así como del pastoreo.

COMUNIDAD: (I)2 *Festuca tolucensis*

Sitio: Volcán Pelado.

Relevé representativo: 15

Fisonomía:

Como en la primera Comunidad, en ésta se presentaron también dos estratos bien diferenciados; uno apenas sobre el nivel del suelo tipificado por las especies *Arenaria bryoides* y *Lachemilla procumbens*, y otro herbáceo consistente de las especies *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca tolucensis* y *Sycios parviflorum*.

Composición florística:

Calamagrostis tolucensis y *Festuca tolucensis* fueron las dos especies más importantes dentro de esta Comunidad. Ambas especies aparecen en la totalidad de los relevés con valores de cobertura promedio de 8 y 6% respectivamente (>40%). Otra especie importante es *Sycios parviflorum*, que se encuentra en el 75% de los relevés con un valor de cobertura medio de 5% (>20-40%). Esta especie se encuentra en otras comunidades (4 y 5), pero con valores de cobertura menores. Otras especies características de ésta Comunidad son *Trisetum sp.*, *Oxalis sp.* y *Potentilla staminea*. Las especies exclusivas son *P. staminea* y *Poa annua*.

Característica ambientales:

Esta Comunidad se encuentra alrededor de los 3,550 m.s.n.m., en el cráter del volcán Pelado, donde las condiciones ambientales difieren substancialmente en todo el volcán. La Comunidad se conforma de un estrato de zacatonal de unos 40 cm de altura en promedio, denso y homogéneo. El área es llana y poco perturbada, aunque hay algunas señales de pastoreo y quema.

4.1.1.2 GRUPO DE COMUNIDADES: (II) *Lupinus montanus*

Este grupo consiste únicamente de una Comunidad de plantas ((II)3 *Penstemon gentianoides*), la cual se conforma principalmente

de las especies *Lupinus montanus* y *P. gentianoides*. Esta puede encontrarse en el volcán Popocatepetl a una altura de unos 4,000 m.s.n.m. donde las especies antes mencionadas, además de *Draba jorullensis* son dominantes.

COMUNIDAD: (II)3 *Penstemon gentianoides*

Sitio: Volcán Popocatepetl.

Relevé representativo: 9

Fisonomía:

La Comunidad se compone principalmente de un estrato herbáceo (1-1.5 m) dominado principalmente por *Lupinus montanus* y *Penstemon gentianoides*, el zacatonal es pequeño y dominado por *Calamagrostis tolucensis*.

Composición florística:

L. montanus y *P. gentianoides* son las especies diagnósticas en esta Comunidad. Su frecuencia es mayor al 85% y su valor de cobertura es de 4 y 5 respectivamente. Otras especies características son *Calamagrostis tolucensis*, *Draba jorullensis* y *Bryum argenteum*, las cuales siempre están presentes aunque con valores muy bajos. Existen dos especies exclusivas dentro de ésta Comunidad *Descurainia impatiens* y *Cirsium ehrenbergii*.

Características ambientales:

La vegetación de esta Comunidad se compone de una serie de zacatonales de unos 50 cm de altura en promedio, además de hierbas de más de 1 m de altura. El número de especies vasculares es bajo. La especie *Lachemilla procumbens* se encuentra casi ausente en esta Comunidad a pesar de ser una especie cosmopolita para el área que se trabajó.

La Comunidad se encuentra en puntos localizados o en montículos extendidos en el volcán Popocatepetl, mismos que en ocasiones tienen pendientes de unos 40°. Este tipo de vegetación puede encontrarse en lugares donde existe quema frecuente de la

vegetación. Almeida, *et al.* (1994), sugiere que los nutrientes libres en el suelo después de la quema del lugar, favorecen el crecimiento de la capa herbácea.

4.1.1.3 GRUPO DE COMUNIDADES: (III) *Muhlenbergia macroura*

Se agrupan dos Comunidades en el Grupo de *Muhlenbergia macroura*, ambas se encuentran en altitudes que oscilan entre los 2,080 y 3,440 m.s.n.m. en los volcanes Pelado y Tláloc. Las especies dominantes son *Muhlenbergia macroura*, *Alnus firmifolia* y *Pinus sp.*

COMUNIDAD: (III)4 *Muhlenbergia quadridentata*

Sitio: Volcanes Pelado y Tláloc. .

Relevé representativo: 24

Fisonomía:

La Comunidad se compone de cuatro estratos diferenciados; uno apenas sobre el nivel del suelo de unos 5 cm en promedio el cual se conforma de las especies *Arenaria reptans*, *Lachemilla procumbens* y algunos tipos de musgos. Un estrato de zacatonal dominado por las especies *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Stipa ichu*. Un estrato de unos 6 m en promedio integrado únicamente por la especie *Alnus firmifolia* y un estrato por encima de los 20 m de altura dominado por *Pinus sp.* y *Pinus hartwegii*.

Composición florística:

Las especies más importantes en esta Comunidad son *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Alnus firmifolia*. *M. macroura* presentó una frecuencia del 95% y un valor de cobertura de 6, mientras que las otras dos especies presentaron una frecuencia del 70% entre ambas, con valores de cobertura de 5 y 5.

vegetación. Almeida, *et al.* (1994), sugiere que los nutrientes libres en el suelo después de la quema del lugar, favorecen el crecimiento de la capa herbácea.

4.1.1.3 GRUPO DE COMUNIDADES: (III) *Muhlenbergia macroura*

Se agrupan dos Comunidades en el Grupo de *Muhlenbergia macroura*, ambas se encuentran en altitudes que oscilan entre los 2,080 y 3,440 m.s.n.m. en los volcanes Pelado y Tláloc. Las especies dominantes son *Muhlenbergia macroura*, *Alnus firmifolia* y *Pinus sp.*

COMUNIDAD: (III)4 *Muhlenbergia quadridentata*

Sitio: Volcanes Pelado y Tláloc. .

Relevé representativo: 24

Fisonomía:

La Comunidad se compone de cuatro estratos diferenciados; uno apenas sobre el nivel del suelo de unos 5 cm en promedio el cual se conforma de las especies *Arenaria reptans*, *Lachemilla procumbens* y algunos tipos de musgos. Un estrato de zacatonal dominado por las especies *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Stipa ichu*. Un estrato de unos 6 m en promedio integrado únicamente por la especie *Alnus firmifolia* y un estrato por encima de los 20 m de altura dominado por *Pinus sp.* y *Pinus hartwegii*.

Composición florística:

Las especies más importantes en esta Comunidad son *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Alnus firmifolia*. *M. macroura* presentó una frecuencia del 95% y un valor de cobertura de 6, mientras que las otras dos especies presentaron una frecuencia del 70% entre ambas, con valores de cobertura de 5 y 5.

Otras especies características de la Comunidad son *Stipa ichu*, *Senecio cinerarioides* y *Cinna poaeformis*. Especies comunes en las mismas son *Gnaphalium oxyphyllum* y *Lachemilla procumbens*. En la Comunidad es amplio el número de especies exclusivas *Muhlenbergia quadridentata*, *Cinna poaeformis*, *Buddleia* sp., *Bromus* aff. *exaltatus*, *Buddleia parviflora*, *Piqueria trinervia*, *Halenia brevicornis* y *Hackelia mexicana*. Hay además otras especies exclusivas como *Gnaphalium* sp., *Ribes* sp., *Peyritschia koelerioides*, *Furcraea bedinghausii*, *Senecio sinuatus*, *Phacelia platycarpa*, *Gentiana spathacea* y *Castilleja arvensis*, sin embargo estas no se presentan en gran abundancia, por lo que sus valores de cobertura son siempre bajos.

Características ambientales:

Es posible encontrar esta Comunidad en pendientes onduladas en los volcanes Pelado y Tláloc a altitudes entre 2,830 y 3,450 m.s.n.m.. En el Pelado esta Comunidad se distribuye ampliamente y es posible encontrarla con frecuencia en fondos de valles donde el suelo es duro y húmedo.

La Comunidad se presenta como un bosque abierto con grupos de zacatonal dispersos. Los zacatonales se agrupan en parches consistentes de unos 60 cm de altura unos y otros de menor altura. El bosque se conforma de las especies *Alnus firmifolia*, *Pinus* sp. y *Pinus hartwegii*. En contraste con la siguiente Comunidad ((III)5), en esta no hay presencia de *Pinus montezumae* ni *Abies religiosa*.

COMUNIDAD: (III)5 *Festuca amplissima*

Sitio: Volcán Tláloc.

Relevé representativo: 36

Fisonomía:

La Comunidad se compone de cinco estratos diferenciados; uno sobre el nivel del suelo alcanzando los 10 cm de altura tipificado por *Lachemilla procumbens* y musgos. Uno herbáceo dominado por zacatonales de *Muhlenbergia macroura* y *Festuca*

amplissima, con una altura de unos 150 cm. Uno arbustivo de unos 4 m de altura dominado por *Senecio sanguisorbae*. Uno de alrededor de 8 m dominado por *Alnus firmifolia* y uno de cerca de 25 m de altura conformado por *Abies religiosa* y *Pinus montezumae*.

Composición florística:

Las principales especies diagnósticas de esta Comunidad son *Muhlenbergia macroura*, *Festuca amplissima* y *Pinus montezumae* con frecuencias superiores al 80% y valores de cobertura de 4, 2 y 3 respectivamente. Otras especies características son *Alnus firmifolia*, *Pinus sp.*, *Abies religiosa* y *Lachemilla procumbens*. Las especies ampliamente presentes en esta Comunidad son *P. montezumae* y *A. religiosa*, las cuales diferencian a ésta Comunidad de la (III)4.

Las especies exclusivas de la Comunidad son *Abies religiosa*, *Rubus pringlei*, *Senecio sanguisorbae*, *Alnus jorullensis*, *Senecio tolucanus*, *Senecio barba-johannis* y *Vaccinium geminiflorum*.

Otras especies importantes son *Stipa ichu* y *Eupatorium pazcuarensis*.

Características ambientales:

La Comunidad puede encontrarse en terrenos ondulados, pendientes y entre los 2,680 y 3,270 m.s.n.m. en el volcán Tláloc. Las características topográficas que ubican a esta Comunidad son diversas; desde terrenos perturbados hasta los no perturbados, crestas de lava y valles, entre otros.

4.1.1.4 GRUPO DE COMUNIDADES: (IV) *Arenaria bryoides*

Al igual que el Grupo de Comunidades de plantas (II) *Lupinus montanus*, este grupo sólo cuenta con una Comunidad de plantas: (IV)6 *Festuca livida*. Esta se ubica en el volcán Popocatepetl a altitudes de unos 4,250 m.s.n.m.

COMUNIDAD: (IV)6 *Festuca livida*

Sitio: Volcán Popocatepetl.

Relevé representativo: 5

Fisonomía:

La Comunidad se compone básicamente de dos estratos bien diferenciados; uno sobre el nivel del suelo conformado por *Arenaria bryoides* y uno herbáceo de unos 10 cm de altura conformado por las especies *Festuca livida* y *Calamagrostis tolucensis*.

Composición florística:

La especie dominante, siempre presente es *Arenaria bryoides*, algunas veces con coberturas de 30%. Otras veces codominante con *Festuca livida*.

Otras especies importantes son *Calamagrostis tolucensis*, *Draba jorullensis*, *Trisetum spicatum* y *Senecio procumbens*. Especies exclusivas de esta comunidad serían *Festuca livida* y *Umbilicaria sp.*.

Características ambientales:

Este zacatonal abierto se encuentra a altitudes entre los 4,300 y 4,410 m.s.n.m. en el volcán Popocatepetl y en pendientes de 15 a 30°. Es siempre notable la soliflucción en el suelo. La vegetación es abierta con muchas pequeñas rocas. La cobertura de la vegetación es de alrededor de 30%. Esta Comunidad marca el límite altitudinal del zacatonal. Los pequeños zacatonales conformados por *F. livida* y *C. tolucensis* se ubican cerca de promontorios rocosos y entre ellos se presentan también algunos musgos.

La especie *Lachemilla procumbens* pudo identificarse como una especie cosmopolita (Anexo I), aunque su porcentaje de cobertura permaneció siempre bajo, mismo que también disminuyó con el incremento de la altitud, así por ejemplo ya no se le encontró la comunidad (IV)6 en el Popocatepetl sobre los 4,250 m.s.n.m.

4.2 ROMEROLAGUS DIAZI

Se trabajaron un total de ocho Unidades de muestreo (40 Subunidades) durante el período comprendido de mayo de 1994 a enero de 1995. Estas unidades mostraron diferente estructura vegetal, altitud y regeneración post-fuego (Fig. 6).

Para el caso del volcán Iztaccíhuatl, se ubicó el Grupo de comunidades de plantas: (I) *Calamagrostis tolucensis* con la Comunidad (I)1 *Leptodontium viticuloides*. Los registros del lepórido se encontraron en las Subcomunidades: (I)1a *Gnaphalium sarmentosum* y (I)1b *Polytrichum juniperum*, de ésta comunidad.

De las ocho unidades de muestreo, sólo en tres se ubicaron registros de *Romerolagus diazi*. Una de estas, llamada el "Llano" se localizó en el tipo estructural de zacatonal denso o cerrado, a menor altitud (3,760 m.s.n.m.). Limitando con la cota altitudinal del bosque de *Pinus sp.* ésta unidad se ubicó además en la subcomunidad (I)1b *P. juniperum*. La unidad mostró nulo impacto por fuego, o si bien lo hubo el zacatonal presentaba una regeneración post-fuego mayor a los diez años. Otra unidad de muestreo en la que se observó presencia del zacatuche fué la llamada el "Lupinar", esta se ubicó en el mismo tipo estructural de zacatonal cerrado, pero a mayor altitud (3,810 m.s.n.m.) y en la subcomunidad (I)1a *G. sarmentosum*. La regeneración post-fuego era de unos cuatro años aproximadamente. Y la otra unidad que presentó el mismo registro de zacatuche, fué la llamada la "Roca", que se presentó en el tipo estructural de zacatonal abierto a una mayor altitud (3,950 m.s.n.m.) y en la misma subcomunidad que la anterior. La regeneración post-fuego era de unos dos años.

Las restantes cinco Unidades de muestreo (Fig. 6), a pesar de encontrarse en distintas altitudes y con diferentes gradientes de impacto por fuego, no ubicaron registros del lagomorfo.

A continuación se da un índice de abundancia relativa observado a través de los diferentes muestreos (Figs. 12, 13 y 14), para las unidades de muestreo: el "Llano", el "Lupinar" y la "Roca", respectivamente (Figs. 9, 10 y 11). Posteriormente se presenta un análisis de la comparación entre los resultados encontrados entre estas unidades (Figs. 15 y 16).

4.2.1 Ubicación de registros

4.2.1.1 UNIDAD DE MUESTREO: El "Llano"

La Unidad de muestreo el "Llano" (Fig. 9) se ubicó a los 3,760 m.s.n.m.. El nombre lo recibió por ser un lugar sumamente extenso a manera de llano o pradera con una casi perfecta homogeneidad en su tipo de vegetación. Esta se presentó en la subcomunidad: (I)1b *Polytrichum juniperum*. Como ya se mencionó el zacatonal era del tipo estructural denso o cerrado, sin intervención de fuego o en regeneración mayor a los diez años. En esta unidad se encontró un promedio de 1 letrina/4m² (Media= 1.08) a través de todo el muestreo. El número de excretas a su vez, se situó en las 92/4m² (Media= 91.64). La cobertura de estas últimas fué de 0.095% para el área muestreada. Existe un ligero descenso para los meses de agosto y octubre pero los resultados vuelven a ser un tanto estables nuevamente hacia finales de año (Fig. 12).



Fig. 9. Ilustración de la Unidad de muestreo el "Llano", ubicada a los 3,760 m.s.n.m. en el declive occidental del volcán Iztaccihuatl. Para conocer el uso de hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*).

4.2.1.2 UNIDAD DE MUESTREO: El "Lupinar"

La Unidad de muestreo el "Lupinar" (Fig. 10), se localizó a los 3,810 m.s.n.m. en el mismo tipo estructural de zacatonal cerrado. Este lugar se nombró así por la presencia de las plantas indicadoras de perturbación post-fuego *Lupinus montanus* y *Penstemon gentianoides*. La regeneración posterior al fuego era de unos cuatro años aproximadamente. El sitio se encontró en la subcomunidad: (I) la *Gnaphalium sarmentosum*. En promedio para esta unidad se reportó 1 letrina/4m² (Media= 1.36) por área muestreada para todo el muestreo. El número de excretas se situó en las 118/4m² (Media= 118.28) para la misma unidad y la cobertura de estas últimas fue de 0.128% para el área muestreada. Los datos observados para los primeros meses son similares a los de la anterior unidad, de igual manera se observa un descenso hacia los mismos meses, pero el aumento hacia diciembre no es el caso en este sitio (Fig. 13).



Fig. 10. Ilustración de la Unidad de Muestreo "Lupinar", ubicada a los 3,810 m.s.n.m. en el declive occidental del volcán Iztaccíhuatl. Para conocer el uso de hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*).

4.2.1.3 UNIDAD DE MUESTREO: La "Roca"

Esta unidad de muestreo (Fig. 11) se encontró a una altitud mayor (3,950 m.s.n.m.). El nombre lo recibió por tratarse de un lugar que por la mayor elevación presentaba un gran número de rocosidades expuestas debido al deslave del suelo y a la erosión por viento. El lugar era del tipo estructural de zacatonal abierto, es decir que las macollas de zacatón se encontraron más separadas por lo que la cobertura que ofrecían era casi nula. Incluso el tamaño de estas era menor que el encontrado en las anteriores unidades. La regeneración del lugar era de unos dos años y la presencia de plantas indicadoras de fuego (*L. montanus* y *P. gentianoides*) era evidente. El sitio se ubicó en la misma subcomunidad de plantas que la anterior unidad (subcomunidad (I)1a *G. sarmentosum*). Aquí el promedio de letrinas por área muestreada fué de 0/4m² (Media= 0.24), sin embargo pudieron encontrarse unos pocos registros hacia el mes de julio. El número de excretas fué en promedio de 14/4m² (Media= 14.12) y su cobertura fué de 0.014% para el área muestreada. En éste sitio el comportamiento de los datos observados a través de todo el muestreo fué un tanto similar al de la anterior unidad, sin embargo los promedios son mucho menores, incluso llegan a no registrarse letrinas para el mes de agosto (Fig. 14).



Fig. 11. Ilustración de la Unidad de Muestreo la "Roca", ubicada a los 3,950 m.s.n.m. en el declive occidental del volcán Iztaccíhuatl. Para conocer el uso de hábitat del zacatuche (*Romerolagus diazi*).

4.2.2 COMPARACION ENTRE UNIDADES

Como ya se mencionó, en la figura 15 se presenta gráficamente, un análisis comparativo de la abundancia relativa entre las Unidades de muestreo el "Llano", el "Lupinar" y la "Roca" (Figs. 12, 13 y 14 respectivamente), únicas que ubicaron presencia del zacatuche. Es posible notar que para los primeros meses del muestreo el número, tanto de letrinas como de excretas para las dos primeras unidades, es un tanto diferente en el comportamiento de los datos observados, sin embargo es mayor que para los restantes meses del muestreo. Para el caso del "Lupinar" los datos observados fueron mayores que para el caso del "Llano", es decir que se observó un mayor uso del hábitat en estos dos lugares y únicamente para principios del año. El comportamiento de los datos para el caso de la unidad de muestreo la "Roca", es totalmente diferente, mientras que el número de letrinas en los dos primeros meses llega a ser mayor a 1, incluso 2 en las unidades el "Llano" y

el "Lupinar" respectivamente, en la "Roca" no llega a ser de 1. El descenso de agosto-octubre se da para las tres unidades, pero en la "Roca" llega a ser de 0, en cuanto al número de letrinas se refiere.

Es notable observar que mientras que en la primera unidad (el "Llano") se da un mayor aumento en el número de letrinas hacia diciembre, este no se da para las restantes dos unidades. Para el caso del "Lupinar" hay un descenso, mientras que en la "Roca" se da una estabilidad. El comportamiento de los datos observados en cuanto al número de excretas es similar para el número de letrinas; existe un mayor número de éstas para las dos primeras unidades en los dos primeros meses, y mayor aún para la unidad el "Lupinar", sucedido por el descenso agosto-octubre y la recuperación en el aumento para diciembre en el "Llano", el descenso en el "Lupinar", y la misma estabilidad baja en la "Roca".

Sin embargo el comportamiento observado en la cobertura de las excretas ofrece otra perspectiva; para la unidad el "Llano" se encuentra un porcentaje mayor para el mes de mayo, sucedido por un pronunciado descenso en julio. Hacia agosto-octubre hay un pequeño aumento que se sucede de uno mayor hacia diciembre. Esta observación se tratará de explicar en la discusión, ya que podría estar ligada a los resultados observados en el análisis de la figura 18. Para el caso de las restantes unidades el comportamiento de los datos observados no varía demasiado.

El promedio del número de letrinas, excretas y la cobertura de estas últimas, para las tres unidades de muestreo con registros del zacatuche, es de: 1 letrina/4m² (Media= 0.893), 75 excretas/4m² (Media= 74.68) y cobertura de excretas de 0.079%, que representaría la situación para el zacatonal alpino en el lugar donde se trabajó.

4.2.3 COMPARACION ANOVA ENTRE UNIDADES

La figura 16 representa el análisis gráfico de la prueba ANOVA aplicada a los datos de la figura 15. Para los tres casos (comparación entre el número de letrinas, excretas y cobertura de

excretas), no se encontró diferencia significativa entre unidades (Letrinas: $F= 0.945$, Excretas: $F= 0.898$ y Cobertura de las excretas: $F= 0.564$, respectivamente), pero se rechaza la hipótesis nula de no diferencias significativas, para cada unidad de muestreo por separado (Letrinas: $F= 1.81$, Excretas: $F= 1.984$ y Cobertura de las excretas: $F= 1.659$, respectivamente). Es decir que no se encontraron diferencias significativas entre unidades, pero sí las hubo al interior de cada unidad de muestreo por separado, y esto es corroborable por el análisis de los datos para las figuras 12, 13 y 14.

4.2.4 ADULTOS - JUVENILES

Primeramente se presenta el análisis de la prueba que sustentaría el subsecuente trabajo.

De las muestras medidas para la determinación de organismos juveniles, en el intervalo de edad que ya se mencionó, el promedio se situó en 0.341 mm de diámetro. Mientras que para el total de las muestras de excretas medidas de adultos, el promedio fué de 1.017 mm de diámetro (Fig. 17). Los datos tomados en este ejercicio llegaron a ser similares en los 0.5 mm de diámetro, tanto para adultos como para juveniles, pero fueron en un bajo porcentaje.

La figura 18 muestra el comportamiento que siguieron los datos, resultado del análisis de presencia-ausencia de excretas de zacatuche que identificaron a los organismos adultos diferenciándolos de los juveniles.

Siguiendo el gradiente altitudinal, en orden de menor a mayor altitud, fué posible observar que en la unidad de muestreo el "Llano", la población de organismos adultos permanece casi constante a través de todo el muestreo, es decir que se encontró un 100% de su presencia para los tres primeros meses del muestreo, aunque hubo un ligero descenso al 80% para los últimos dos meses del mismo. En cambio la población de organismos juveniles fué en aumento del 20% en mayo al 80% en julio-agosto y fué del 100% para octubre-diciembre.

Para el caso del "Lupinar" se encontró, en la población de adultos un 100% para el primer mes (mayo), sucedido por un ligero descenso al 80% en julio, pero que vuelve a ser del 100% para los restantes tres meses del muestreo. La población de juveniles, sigue al igual que en la unidad anterior, un incremento en cuanto a presencia del 40% en mayo al 80% en julio y para agosto-octubre es del 100%, aunque este incremento es sucedido por un descenso hacia diciembre al 60%.

Para el caso de la unidad de muestreo la "Roca", los resultados fueron menores; la población de adultos se sitúa en el 40% para mayo, tiene un primer incremento para julio al 60%, sucedido por un descenso nuevamente al 40% para agosto-octubre, mismo que sigue un segundo incremento igualmente al 60% para el mes de diciembre. La población de juveniles en cambio pasa de un 40% en mayo a un 80% en julio, sucedido por un pronunciado descenso al 60% en agosto, al 40% en octubre y finalmente para diciembre no se les encuentra (0%).

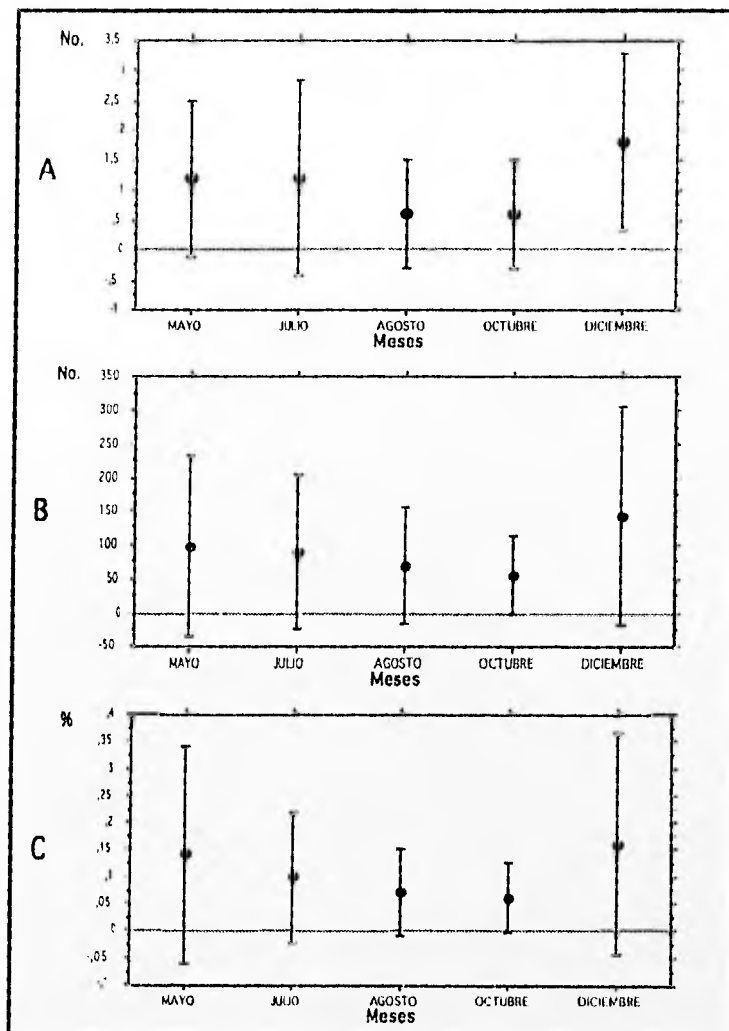


Fig. 12. Abundancia relativa del zacatuche en la Subunidad de muestreo el "Llano", con base en: A) Número de letrinas/4m², B) Núm. de excretas/4m² y C) Cobertura de excretas/4m², por mes.

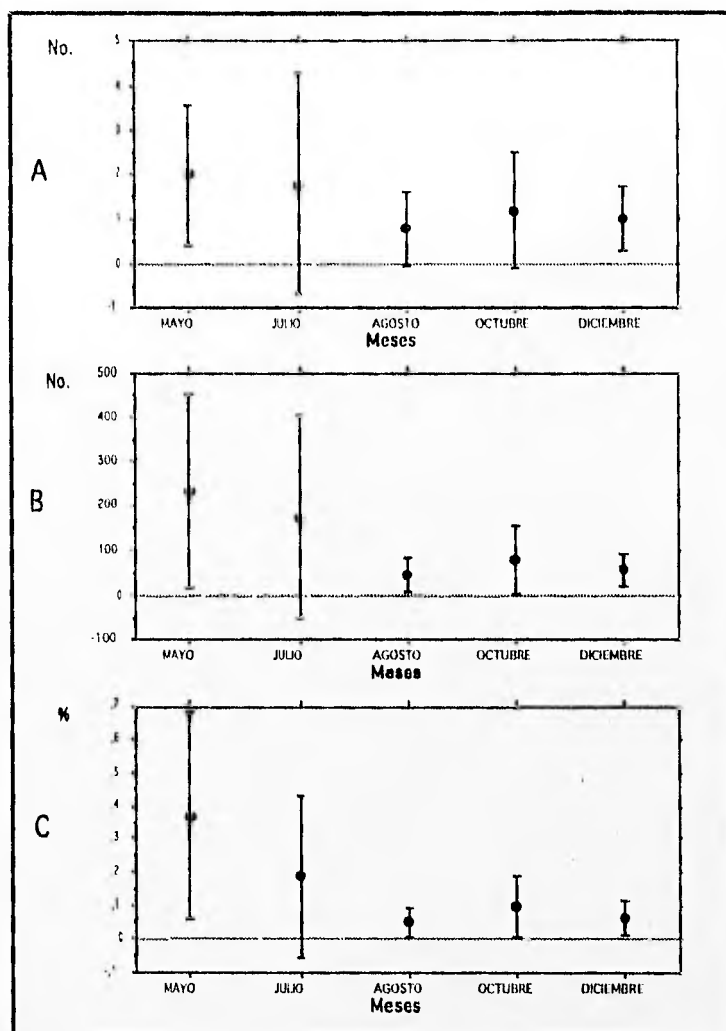


Fig. 13. Abundancia relativa del zacatuche en la Subunidad de muestreo el "Lupinar", con base en: A) Número de letrinas/4m², B) Núm. de excretas/4m² y C) Cobertura de excretas/4m², por mes.

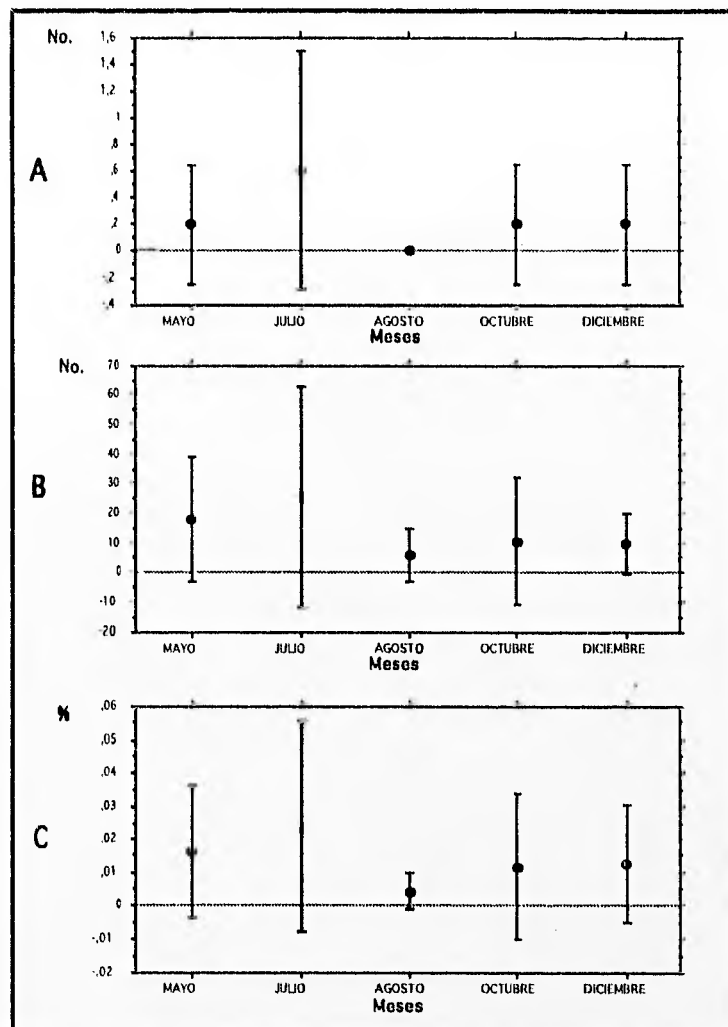


Fig. 14. Abundancia relativa del zacatuche en la Subunidad de muestreo la "Roca", con base en: A) Número de letrinas/4m², B) Núm. de excretas/4m² y C) Cobertura de excretas/4m², por mes.

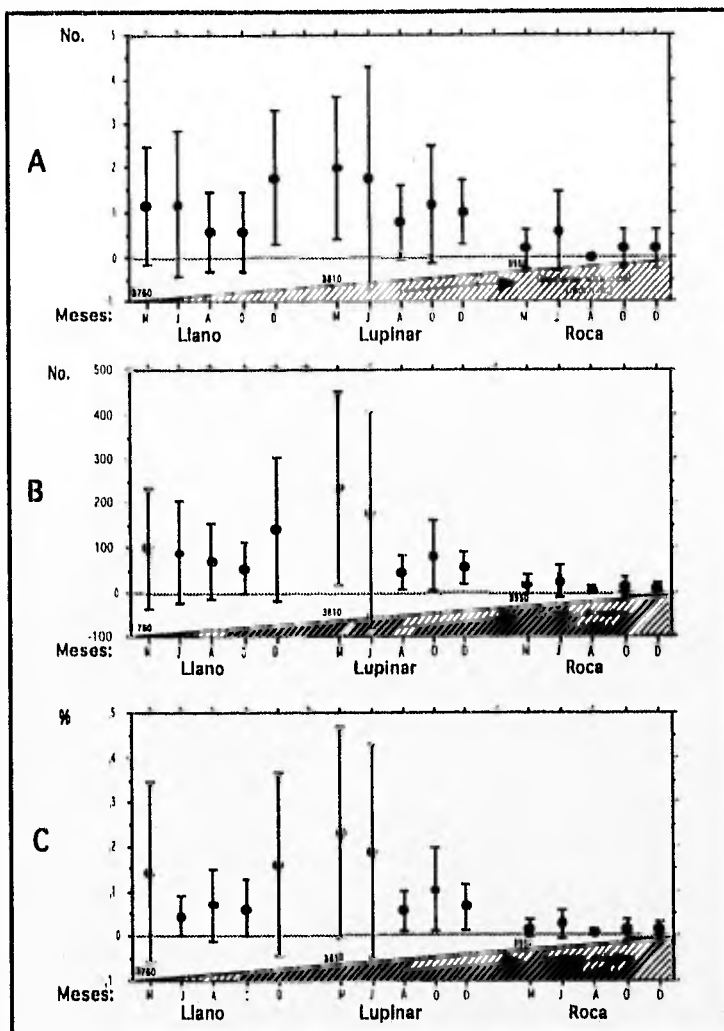


Fig. 15. Índice de abundancia relativa para *Romerolagus diazi*, en cuanto a: A) Número de letrinas/4m², B) Núm. de excretas/4m² y C) Cobertura de excretas/4m², por mes por unidad de muestreo.

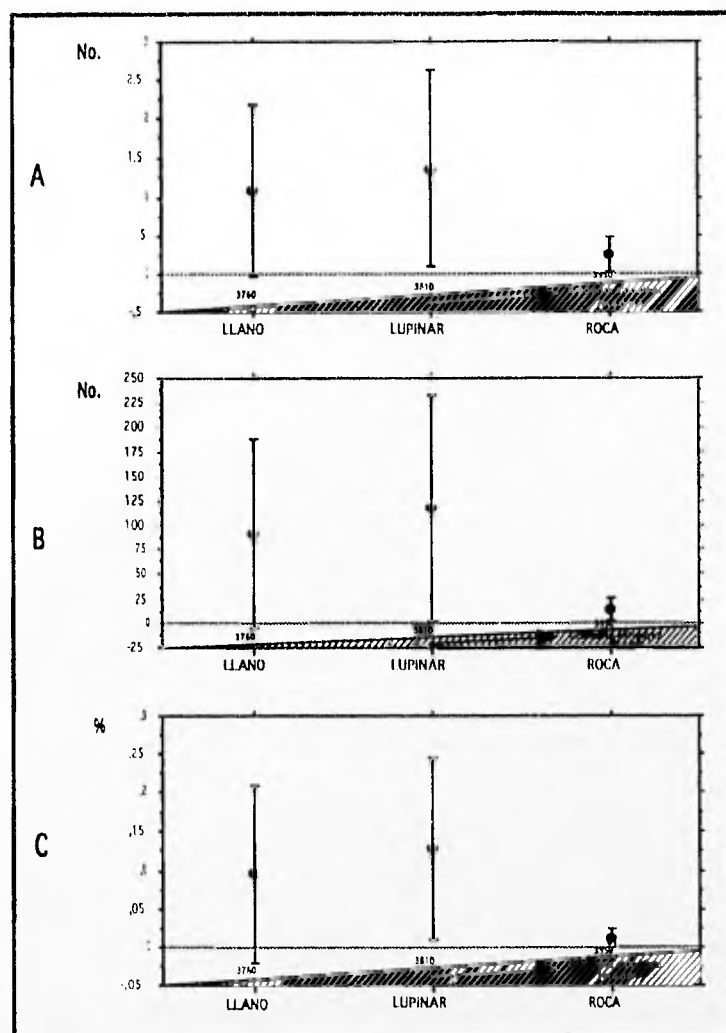


Fig. 16. Comparación de la abundancia relativa por medio del análisis de varianzas (ANOVA) para *Romerolagus diazi*, en cuanto a: A) Número de letrinas/área (4m²), B) Número de excretas/área (4m²) y C) Cobertura de excretas/área (4m²), por unidad de muestreo.

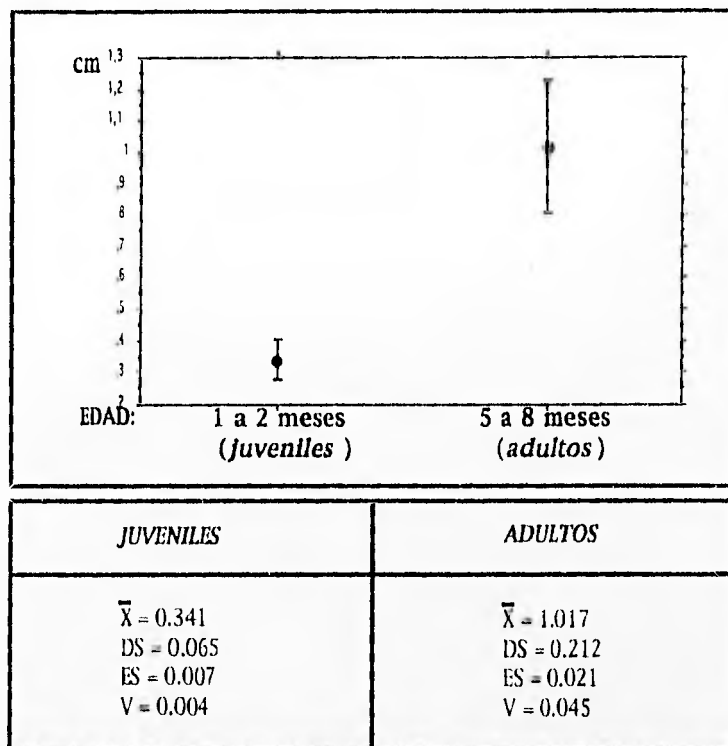


FIG. 17. Análisis de la medición del tamaño de las excretas de organismos juveniles y adultos de una colonia de conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*), con el fin de validar el análisis comparativo extrapolado entre excretas de organismos adultos y juveniles de zacatuche del zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl. Se presenta el promedio en cm resultado de estas mediciones.

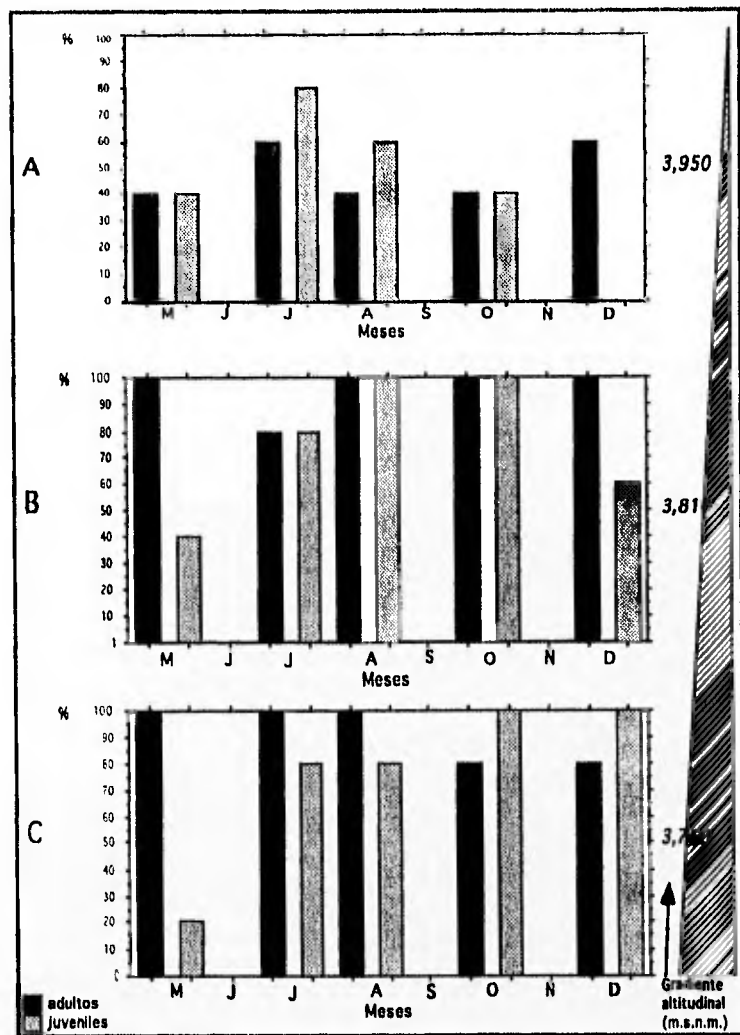


Fig. 18. Abundancia relativa altitudinal entre zacatuches adultos y juveniles para las unidades de muestreo: A) "Roca", B) "Lupinar" y C) "Llano", por mes.

Es apreciable la diferencia que existe (Anexo I), entre el Grupo de comunidades de plantas que distingue la vegetación del volcán Iztaccíhuatl y una parte de la del volcán Pelado, de los que representan a los otros volcanes donde también se distribuye este lagomorfo. Esta diferencia estaría dada principalmente por la abundancia de la especie *Calamagrostis tolucensis*, la cual incluye a las comunidades de *Leptodontium viticuloides* y *Festuca tolucensis* que distinguen los tipos de vegetación del Iztaccíhuatl de los que conforman una parte de la vegetación del Pelado. Estos tipos de vegetación conformaron las comunidades del zacatonal alpino del Iztaccíhuatl, en cambio los grupos de comunidades que identificaron la vegetación del Popocatepetl, dentro de la misma Sierra Nevada, fueron *Lupinus montanus* y *Arenaria bryoides* con las comunidades de *Penstemon gentianoides* y *Festuca livida* respectivamente. En el caso del volcán Tláloc, la comunidad que lo relacionó con el volcán Pelado fué la de *Muhlenbergia quadridentata*, más la comunidad de *Festuca amplissima*, fué la que los diferenció. Aunque ambas se incluyeron dentro del grupo de *Muhlenbergia macroura*.

Debe quedar claro además que la estructura de la vegetación que se representa en este estudio, no sólo está influenciada por la ocurrencia de eventos de fuego, debe quedar implícito que las características del suelo, la humedad, entre otros factores son razón de que esta se presente de diferentes maneras, ya por que no ha habido cambios del tipo de vegetación en el desarrollo post-fuego o ya por que las características del lugar fueron propicias para el desarrollo de plantas como *Lupinus montanus* o bien de *Penstemon gentianoides*, especies indicadoras de que tal evento ocurrió.

El definir o establecer que tales tipos de vegetación son los que se presetan siempre que hay eventos de ésta naturaleza, resulta aún colegible. Se precisaría de la aplicación de metodologías de estudio, no sólo únicamente para vegetación, sino también para composición de suelo, humedad, etc.. Quizá solo así se podría

explicar mejor el por qué de estos tipos de vegetación después de la ocurrencia de un incendio. Esto podría así explicar el que por ejemplo se dé la formación de grandes comunidades como la de *L. montanus* en el volcán Popocatepetl.

Por otro lado, las diferencias que pudieran existir para las unidades de muestreo que ubicaron presencia del zacatuche (el "Llano", el "Lupinar" y la "Roca"), podrían ser diversas. Primeramente fué posible notar que los resultados arrojados tanto por el número de letrinas, como por el del número de excretas y la cobertura de estas, no difiere de manera substancial. Es decir que cualquiera de estos métodos daría una aproximación o índice de la abundancia relativa del lepórido, mas es sugerible que por lo menos dos de ellos se apliquen para tener mayor certeza de los resultados que se pretende obtener. En este caso un objetivo indirecto fué el de conocer si estas tres metodologías arrojaban resultados similares con el objeto de estimar tal índice. Aparentemente cualquiera de estos ofrece similar información. Es de mencionar que este tipo de metodologías no se habían aplicado antes para el estudio de otros lagomorfos.

Para el caso del número de letrinas, como ya se describió en los resultados fué notorio observar que se presentó un descenso en el número de estas para los meses de agosto-octubre en las tres unidades trabajadas. Esto quizá podría explicarlo el hecho de que es precisamente por esos meses, cuando tanto el macho como la hembra están en período reproductivo (Fig. 7). Por esta razón es posible colegir que existe movimiento de los organismos en busca de pareja, por lo que tienen que alejarse de sus radios de actividad, lo que podría explicar el descenso en el número de letrinas y por consiguiente el de excretas. El resultado del número de estas últimas no difiere de manera substancial del obtenido con la metodología por conteo de letrinas. En cambio, el porcentaje de la cobertura de estas últimas difiere un tanto, por lo menos para la primer unidad de muestreo. Este porcentaje muestra un descenso pronunciado para el mes de julio (Fig. 15), mismo que podría ser explicado por el aumento de la presencia de rastros de organismos

juveniles, lo que ofrece una menor cobertura total de las excretas para el lugar. Los demás resultados observados no difieren de manera significativa para los tres tipos de metodologías aplicadas.

El resultado del análisis de varianzas (ANOVA), representado en la figura 16, indica que no existieron diferencias significativas entre los resultados de las tres unidades de muestreo, tanto los que arrojan el número de letrinas, el de excretas y el de las cobertura de estas últimas. En cambio sí existen diferencias significativas al interior de cada unidad muestreada, lo que pudiera ser explicable de acuerdo al número de datos que se observaron en campo, mismo que varió entre unidades y entre altitudes. Cabe mencionar que los razonamientos que pudieran inferirse a partir de estos resultados en cuanto a la biología de la especie se refiere, más bien indicarían que es dependiendo de la altitud y del estado del lugar, en cuanto al estado en regeneración del zacatonal, lo que explicaría las diferencias intra-grupos donde se le ubicó a esta especie.

La abundancia relativa entre organismos adultos y juveniles para el gradiente altitudinal (Fig. 18), podría explicar algunos de los comportamientos observados en los datos de los resultados anteriores. Para el caso de la unidad de muestreo el "Llano" (3,760 m.s.n.m.), vemos que la presencia de organismos juveniles va en incremento a través de todo el muestreo, mientras que la de adultos permanece constante. Quizá esto lo podría explicar un éxito reproductivo en el lugar donde la cobertura del zacatonal ofrece protección a los organismos (debido a que no ha sido impactado por el fuego), tanto de factores climáticos adversos para esas altitudes, como de los depredadores (Cervantes-Reza, 1981), lo que garantiza que los que nacen en estos sitios lleguen a su completo desarrollo. De la misma manera este aumento podría ser explicado por otro tipo de factores ecológicos como la inmigración a estos sitios de lugares donde no existe tal protección, como en el caso de las otras unidades.

Para el caso de la unidad de muestreo el "Lupinar" (3,810 m.s.n.m.), se vio que al igual que en la anterior los organismos adultos se presentaron de manera casi constante a través de todo el muestreo, mientras que la presencia de organismos juveniles va en aumento en un principio, precedido de un descenso, quizá debido a

que los organismos juveniles que están mas expuestos a los factores adversos en esos sitios donde el estado regenerativo del zacatonal es de unos cuatro años, sean tanto expulsados por los adultos, como que se vean obligados a emigrar a otros sitios donde encuentren mayor protección.

En la unidad de muestreo la "Roca" (3,950 m.s.n.m.) el lugar presentaba una estructura abierta de zacatonal, por su mayor altitud, el estado en regeneración post-fuego era de unos dos años. La presencia de organismos adultos es casi constante, aunque en porcentajes bajos, de lo que se podría inferir que sólo estos son capaces de sortear los factores que les son adversos. Mientras que la población de organismos juveniles, va en primer aumento hacia mediados del muestreo lo que podría sugerir que en estos sitios se dan también nacimientos, aunque hacia finales del año fué posible observar que no se encontró ningún registro de juveniles. Esto puede sugerir a su vez que, o bien los juveniles no alcanzan su completo desarrollo en estas altitudes y en estos tipos de zacatonales por estar más expuestos a los factores climáticos y a los depredadores con los que coexisten, o que los organismos que alcanzan este desarrollo emigran a menores altitudes o bien a sitios donde el zacatonal denso les ofrece una mayor protección.

Por último, dos observaciones: la primera, el zacatuche se alimenta además de las plantas citadas por Cervantes (1980), de la gramínea *Calamagrostis tolucensis*, entre otras hierbas que crecen en el área, las cuales podrían ser determinadas por un posterior análisis de excretas.

Y segundo, una de las tareas que conformaron este estudio fué la de verificar si existían poblaciones de *Sylvilagus floridanus orizabae* en el mismo zacatonal alpino. Dados los resultados que arrojó este estudio y su tipo de metodologías empleadas, podría decirse que si existiera *S. f. orizabae* en el zacatonal alpino, sus poblaciones serían menores a las que representan las del zacatuche. Sin embargo sería muy aventurado negar la presencia del conejo castellano (*S. f. orizabae*) en estos parajes, por que aunque durante el muestreo no se le observó, existen registros de su presencia en tales altitudes.

6 CONCLUSIONES

Podríamos decir primeramente que la hipótesis de trabajo de este estudio pudo ser corroborada

Podemos decir que para los sitios donde se distribuye el zacatuche, por lo menos en la parte subalpina en los volcanes Tláloc y Pelado, y alpina en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, se presentan cuatro grandes Grupos de comunidades de plantas, como se puede ver en el Anexo I. De estos grupos el de *Calamagrostis tolucensis* es representativo del zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl y de una parte del volcán Pelado. La comunidad de *Leptodontium viticuloides* distingue la vegetación del Iztaccíhuatl de la comunidad de *Festuca tolucensis* del Pelado.

Las subcomunidades de *Polytrichum juniperum* y *Gnaphalium sarmentosum* representan el gradiente altitudinal de los 3,740 a los 3,910 m.s.n.m. y de los 3,800 a los 4,020 m.s.n.m. respectivamente en el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl. Mientras que los grupos de comunidades de *Lupinus montanus* y *Arenaria bryoides* con las comunidades de *Penstemon gentianoides* y *Festuca livida* representan al zacatonal alpino del volcán Popocatepetl para los gradientes altitudinales de los 4,000 m.s.n.m y los 4,250 m.s.n.m. respectivamente.

El volcán Pelado compartió dos grupos de comunidades de plantas, una como ya se mencionó con el Iztaccíhuatl (*Calamagrostis tolucensis*) y otra con el volcán Tláloc (*Muhlenbergia macroura*). Como ya también se mencionó la comunidad de *F. tolucensis* distinguió a esta parte del Pelado del Iztaccíhuatl, mientras que la comunidad de *Muhlenbergia quadridentata* la comparte con el volcán Tláloc. A este último volcán la comunidad de *Festuca amplissima* lo diferencia del Pelado (Fig. 8).

La especie razeante *Lachemilla procumbens* se identificó como cosmopolita para todos los volcanes, pero no se le encontró sobre los 4,000 m.s.n.m. (Anexo I).

6 CONCLUSIONES

Podríamos decir primeramente que la hipótesis de trabajo de este estudio pudo ser corroborada

Podemos decir que para los sitios donde se distribuye el zacatuche, por lo menos en la parte subalpina en los volcanes Tláloc y Pelado, y alpina en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, se presentan cuatro grandes Grupos de comunidades de plantas, como se puede ver en el Anexo I. De estos grupos el de *Calamagrostis tolucensis* es representativo del zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl y de una parte del volcán Pelado. La comunidad de *Leptodontium viticuloides* distingue la vegetación del Iztaccíhuatl de la comunidad de *Festuca tolucensis* del Pelado.

Las subcomunidades de *Polytrichum juniperum* y *Gnaphalium sarmentosum* representan el gradiente altitudinal de los 3,740 a los 3,910 m.s.n.m. y de los 3,800 a los 4,020 m.s.n.m. respectivamente en el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl. Mientras que los grupos de comunidades de *Lupinus montanus* y *Arenaria bryoides* con las comunidades de *Penstemon gentianoides* y *Festuca livida* representan al zacatonal alpino del volcán Popocatepetl para los gradientes altitudinales de los 4,000 m.s.n.m y los 4,250 m.s.n.m. respectivamente.

El volcán Pelado compartió dos grupos de comunidades de plantas, una como ya se mencionó con el Iztaccíhuatl (*Calamagrostis tolucensis*) y otra con el volcán Tláloc (*Muhlenbergia macroura*). Como ya también se mencionó la comunidad de *F. tolucensis* distinguió a esta parte del Pelado del Iztaccíhuatl, mientras que la comunidad de *Muhlenbergia quadridentata* la comparte con el volcán Tláloc. A este último volcán la comunidad de *Festuca amplissima* lo diferencia del Pelado (Fig. 8).

La especie razeante *Lachemilla procumbens* se identificó como cosmopolita para todos los volcanes, pero no se le encontró sobre los 4,000 m.s.n.m. (Anexo I).

Para el estudio del zacatuche en estos ambientes, el conocer su abundancia relativa puede ser con base en las metodologías del conteo de letrinas, el de excretas o bien midiendo la cobertura de estas.

Para el caso del zacatuche, fué posible observar que éste se distribuyó, haciendo uso del hábitat en zacatonales que presentaron una regeneración post-fuego mínima de unos dos años.

Lugares que presentaron regeneración posterior a un evento de fuego, de unos cuatro años o mayores presentarán poblaciones similares a lugares que no han sido intervenidos por este tipo de eventos. El zacatonal en este estado de regeneración presentará una relativa cobertura que brindará protección a estos lagomorfos. Aunque si bien (Fig. 17), esta protección será suficiente para organismos en estado adulto, un poco más que para organismos juveniles.

Zacatonales que no han sido intervenidos por fuego, o que se encuentren en regeneración mayor a los diez años presentarán poblaciones "estables", para este tipo de parajes. La altitud oscilará entre los 3,760 m.s.n.m.

Los lugares que presentaron intervención por eventos de fuego menores a un año no registraron presencia del zacatuche, aunque estos se ubicaron en bajas altitudes. De la misma manera, lugares que no presentaron intervención por fuego en períodos mayores a los diez años y que se encontraron en altitudes por encima de los 4,000 m.s.n.m. no ubicaron registros del lagomorfo, dada la escasa cobertura vegetal. Por lo tanto no sólo los eventos de fuego son los causantes de que de que las poblaciones del zacatuche se encuentren como lo observado en este estudio. La estructura y tipos de vegetación influirán de manera importante en cómo se dé esta distribución. Asimismo dados los tipos de vegetación que se desarrollan en lugares que se encuentran en regeneración post-fuego y que podrían no ser los tipos que había antes o bien las coberturas que había antes del incendio, estos podrían también influir de manera preponderante en la distribución del zacatuche dados sus hábitos alimenticios por ejemplo.

Las poblaciones de organismos adultos y juveniles decrece en número conforme aumenta la altitud, aunque bien la población de adultos permanecerá constante hasta cierto punto en el gradiente, mientras que la de juveniles fluctuará por distintos factores. El límite de distribución altitudinal se situará por debajo de los 4,000 m.s.n.m.

Las diferencias poblacionales en el zacatonal alpino no serán significativamente diferentes, pero de acuerdo a la estructura de este y al impacto por fuego en el lugar habrá diferencias substanciales entre estos sitios.

Ubicación taxonómica de *Romerolagus diazi*

PHYLUM: Chordata

CLASE: Mammalia

ORDEN: Lagomorpha

FAMILIA: Leporidae

SUBFAMILIA: Palaeolanguinae

GENERO: *Romerolagus*

ESPECIE: *R. diazi*

Tomado de Cervantes, et al. (1994).

A

Almelda, L., Cleef, A.M., Herrera, A., Velázquez, A. e I. Luna. 1994. El zacatonal alpino del Volcán Popocatepetl, México, y su posición en las montañas tropicales de América. *Phytocoenologia*. Berlín-Stuttgart. 22 (3): 391-436.

Almelda, L., Cleef, A.M., Herrera, A., Luna, I. y A. Velázquez. (en prensa). Los bosques de coníferas de la vertiente NW del volcán Popocatepetl, México.

Anaya, L.A.L., Hernández, S.R. Y X. Madrigal S. 1980. La vegetación y los suelos de un transecto altitudinal del declive occidental del Iztaccíhuatl (México). *Bol. Tec. Ins. Nac. Invest. For.* 65 México. 75 pp.

B

Beaman, J.H. 1962. The timberlines of Iztaccíhuatl and Popocatepetl, México. *Ecology*. 43(3):377-385.

Beaman, J. 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatepetl and Iztaccíhuatl. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 29: 63-70.

Benites, B.G. 1988. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. de la Sierra del Ajusco. Pp. 111 - 152. *In*: Rapoport, H.E. y R.I. López-Moreno (Eds.). *Aportes a la ecología urbana de la Ciudad de México*. Limusa. México.

Burgos, M.F. y A. Rallo. 1965. Proyecto general de ordenación forestal. Unidad Industrial de Explotación Forestal de las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas, S.A. Dirección Técnica Forestal. San Rafael, Edo. de México 274 pp.

Burgos, M.F. y M. Caballero. 1973. El inventario forestal continuo en la Unidad Industrial Forestal de San Rafael. Unidad Industrial de Explotación Forestal de San Rafael. Bol. No. 3. Primera memoria. San Rafael, Edo. de México. 132 pp.

Burgos, M.F. y A.B. Villa. 1976. Aspectos relevantes de la administración técnica forestal en la Unidad Forestal de San Rafael. (Segundo Inventario Forestal Temporal y revisión del Proyecto General de Ordenación). Unidad Industrial de Explotación Forestal de San Rafael. Bol. No. 9. San Rafael, Edo. de México. 168 pp.

C

Ceballos, G. y C. Galindo-Leal. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. 299 pp.

Cervantes-Reza, F.A. 1980. Principales características biológicas del conejo de los volcanes *Romerolagus diazi*, Ferrari Pérez 1893 (Mammalia: Lagomorpha). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 137 pp.

Cervantes-Reza, F.A. 1981. Some predators of the zacatuche (*Romerolagus diazi*). Journal of Mammalogy. 62:850-851.

Cervantes-Reza, F.A. 1982. Observaciones sobre la reproducción del zacatuche o teporingo *Romerolagus diazi* (Mammalia: Lagomorpha). Doñana Acta Vertebrata. 9:416-420.

Cervantes, F.A., Castro-Campillo, A. y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 65 (1): 177-190.

Cervantes, R.F.A. y F.X. González. Los conejos y liebres silvestres de México. Pp. 1-10. In: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Panlagua. (Eds.). Ecología y conservación del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. 175 pp. (en prensa).

Cervantes, R.F.A. y J. Martínez. Historia natural del conejo zacatuche. Pp. 11-25. In: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Panlagua. (Eds.). Ecología y conservación del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. 175 pp. (en prensa).

Correa, M.T. y J. Harris. 1993. El zacatuche. Rescate Ecológico. Año V Epoca II 38(II):37-39.

Cruz, R. 1969. Contribución al conocimiento de la ecología de los pastizales en el Valle de México. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. 235 pp.

CH

Chapman, J.A. y G.R. Willner-Chapman. 1982. Rabbits of the Paramos. Exp. J. 61:132-136.

Chapman, J.A. y J.E.C. Flux. 1990. Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN - The World Conservation Union and World Wide Fund for Nature. Gland, Switzerland. 168 pp.

Chapman, J.A. y G. Ceballos, 1990. The Cottontails. Pp. 95-110. In: Chapman, J.A. y J.E.C. Flux. (Eds.). Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Conservation Action Plan. IUCN-The World Conservation Union and World Wide Fund for Nature. Gland, Switzerland. 168 pp.

D

Daubenmire, R. 1968. **Ecology of fire in grasslands**. Advances Ecol. Res. Washington State University, Pullman, Washington D.C. U.S.A. 5:209-226.

Delgadillo, C. 1971. **Phytogeographic studies on alpine mosses of México**. The Bryologist 74(3): 331-346.

Delgadillo, C. 1979. **Notes on alpine mosses of México**. The Bryologist 82(4): 629-631.

Delgadillo, C. 1985. **The Neovolcanic Belt of Mexico as a barrier and route of migration for mosses**. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 11: 41-44.

Delgadillo, C. 1987. **Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of México**. J. Biogeogr. 14: 69-78.

De Poorter, M. y W. Van der Loo. 1978. **Report on the breeding and behaviour of the volcano rabbit at the Antwerp Zoo**. Pp. 956-972. In: K. Myers and C.D. MacInnes, (Eds.) Proceedings of the World Lagomorph Conference. Guelph. 1979. University of Guelph, Ontario. 983 pp.

Diersing, V.E. y D.E. Wilson. 1980. **Distribution and systematics of the rabbits (*Sylvilagus*) of West Central Mexico**. Smithsonian Cont. Zool. 297: 1-34.

E

Ern, H. 1976. **Descripción de la vegetación montañosa en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala**. Imp. Mueller, S.A. Santiago de Chile. 128 pp.

Escalante, P., Navarro, A.G. y A.T. Peterson. 1993. **A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico**. Pp. 281-307. In: Ramamorthy, T.P., R. Bye, J. Fa y A. Lot (Eds.) Biological diversity of Mexico, origins and distribution. Oxford University Press.

F

Fa, J.E. y D.J. Bell. 1990. **The volcano rabbit *Romerolagus diazi***. Pp. 143-146. In: Chapman, J.A. y J.E.C. Flux. (Eds.) Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN - The World Conservation Union and World Wide Fund for Nature. Gland, Switzerland. 168 pp.

Fa, J.E., López-Pantagua, J., Romero F.J., Gómez, J.L. y J.C. López. 1990. Influence of habitat characteristics on small mammals in a mexican high-altitude grassland. *J. Zoo. Lond.* (221): 275-292.

G

García, E. 1981. **Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen**. 2ª Edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.

Gonzalez, A. 1986. **Descripción y aspectos fitogeográficos de la vegetación alpina del Nevado de Toluca, Edo. de México**. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 63 pp.

Granados, H. 1979. **Basic information on the volcano rabbit**. In: K. Myers and C.D. MacInnes, (Eds.) *Proceedings of the World Lagomorph Conference*. Guelph. 1979. University of Guelph, Ontario. 983 pp.

H

Hallfiter, G. 1976. **Distribución de los insectos de la zona de Transición Mexicana**. *Folia Entomológica Mexicana*. 34:1-64.

Hill, M.O. 1979. **TWINSPAN-a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes**. Cornell University. Ithaca, N.Y.

Hoth, J., Velázquez, A., Romero, F.J., León, L., Aranda, M. y D. J. Bell. 1987. **The volcano rabbit: a shrinking distribution and a threatened habitat**. *IUCN. Oryx*, 21 (2): 85-91.

I

INEGI. 1990. **Carta topográfica 1:50 000. Huejotzingo E14B42. Puebla, México, Tlaxcala y Morelos**. Dirección General de Geografía / INEGI. Aguascalientes, Ags. México.

L

Lauer, W. 1978. **Timberline studies in Central México**. *Arct. Alp. Res.* 10(2): 383-396.

López-Forment, W. y F. Cervantes. 1979. **Preliminary observations on the ecology of *Romerolagus diazi* in Mexico**. Pp. 949-955. In: K. Myers and C.D. MacInnes, (Eds.) *Proceedings of the World Lagomorph Conference*, Guelph. 1979. University of Guelph, Ontario. 983 pp.

López-Pantagua, J., Romero, F.J. y A. Velázquez. **Actividades humanas y su impacto en el hábitat del zacatuche**. Pp 106-123. In: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Pantagua. (Eds.). *Ecología y*

Fa, J.E., López-Paniagua, J., Romero F.J., Gómez, J.L. y J.C. López. 1990. **Influence of habitat characteristics on small mammals in a mexican high-altitude grassland.** J. Zoo. Lond. (221): 275-292.

G

García, E. 1981. **Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen.** 2ª Edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.

Gonzalez, A. 1986. **Descripción y aspectos fitogeográficos de la vegetación alpina del Nevado de Toluca, Edo. de México.** Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 63 pp.

Granados, H. 1979. **Basic information on the volcano rabbit.** In: K. Myers and C.D. MacInnes, (Eds.) *Proceedings of the World Lagomorph Conference*. Guelph. 1979. University of Guelph, Ontario. 983 pp.

H

Hallter, G. 1976. **Distribución de los insectos de la zona de Transición Mexicana.** Folia Entomológica Mexicana. 34:1-64.

Hill, M.O. 1979. **TWINSpan-a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes.** Cornell University. Ithaca, N.Y.

Hoth, J., Velázquez, A., Romero, F.J., León, L., Aranda, M. y D. J. Bell. 1987. **The volcano rabbit: a shrinking distribution and a threatened habitat.** IUCN. Oryx, 21 (2): 85-91.

I

INEGI. 1990. **Carta topográfica 1:50 000. Huejotzingo E14B42. Puebla, México, Tlaxcala y Morelos.** Dirección General de Geografía / INEGI. Aguascalientes, Ags. México.

L

Lauer, W. 1978. **Timberline studies in Central México.** Arct. Alp. Res. 10(2): 383-396.

López-Forment, W. y F. Cervantes. 1979. **Preliminary observations on the ecology of *Romerolagus diazi* in Mexico.** Pp. 949-955. In: K. Myers and C.D. MacInnes, (Eds.) *Proceedings of the World Lagomorph Conference*, Guelph. 1979. University of Guelph, Ontario. 983 pp.

López-Paniagua, J., Romero, F.J. y A. Velázquez. **Actividades humanas y su impacto en el hábitat del zacatuche.** Pp 106-123. In: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua. (Eds). *Ecología y*

conservación del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. 175 pp. (en prensa).

M

May Nah, A. 1971. **Estudio fitoecológico del Campo Experimental "San Juan Tetla" Estado de Puebla, México.** Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México, D.F. 130 pp.

Mooser, F. 1957. **Los ciclos del vulcanismo que formaron la cuenca de México.** Congr. Geol. Intern. Sección 1. México, D.F. 2:337-348.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. **Alms and methods of vegetation ecology**, John Wiley and Sons, New-York. 548 pp.

O

Ordóñez, E. 1895. **Las rocas eruptivas del suroeste de la Cuenca de México.** Comisión Geológica de México. Bol. No.2 México, D.F.

Ortega, A.T y E. Santana C. 1995. **La conservación biológica en México.** Rev. Univ. de Guad. marzo-abril. Pp. 8-9 y 61.

P

Paredes, T. 1925. **Circulación de las aguas subterráneas en la falda occidental del Iztaccíhuatl.** An. Inst. Geol. Méx. 2(1-3):18-37.

R

Rojas, P.M. 1951. **Estudio biológico del conejo de los volcanes (género *Romerolagus*) (Mammalia: Lagomorpha).** Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 71 pp.

Romero, R.F. 1987. **Análisis de la alimentación del lince (*Lynx rufus escuinape*) en el volcán Pelado, Ajusco, Distrito Federal, México.** Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. México, D.F. 93 pp.

Romero, F.J. y A. Velázquez. 1984. **Fauna silvestre del sur del D.F.** Programa rector de uso del suelo y desarrollo agropecuario forestal, COCODA. Capítulo 2.1.9, Pp 45-58.

Rzedowski, J. 1988. **Vegetación de México.** Limusa. México. 432 pp.

Rzedowski, J. 1991. **Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica del Valle de México.** Acta Botánica Mexicana. 14: 3-21.

Rzedowski, J., Vela, G.L. y S.X. Madrigal. 1977. **Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas en México.** Ciencia Forestal, Ins. Nac. de Investig. Forest. 2(5): 15-35.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski. 1979. **Flora fanerogámica del Valle de México**. CECSA. México. Vol. I.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski. 1985. **Flora fanerogámica del Valle de México**. ENCB-IPN-Instituto de Ecología. México. Vol. II.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski. 1990. **Flora fanerogámica del Valle de México**. Instituto de Ecología. México. Vol. III.

S

Sánchez, A. 1987. **Conservación Biológica en México**. Univ. Autón. Chapingo. México. 136 pp.

Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: dispersal or vicariance? *Ann. Missou. Bot. Gard.* 69 (3): 464-547.

SEDESOL-BANCO MUNDIAL-UAM-Xochimilco. 1992. **Programa de Manejo para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl**. Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco. México.

Soberón, M.J. y J. Sarukhán. 1994. **La biodiversidad de México**. Boletín de la ARIFF 1 (1):7-12.

T

Tamayo, J.L. 1962. **Geografía general de México**. Tomo I. Geografía física. Segunda edición. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México, D.F. 562 pp.

Taylor, R.H. y R.M. William. 1956. The use of pellet counts for estimating the density of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.). *New Zealand J. of Science and Technology*. 38(3): 236-256.

V

Van der Hammen, T., Mueller-Dombois, D. y M.A. Little. 1989. **Manual of methods of mountain transect studies (Comparative studies of tropical mountain ecosystems)**. IUBS/UNESCO-MAB. International Union of Biological Sciences. 66 pp.

Vargas, M.F. 1984. **Parques Nacionales de México y reservas equivalentes. Pasado, presente y futuro**. Instituto de Investigaciones económicas, UNAM. México. 266 pp.

Velázquez, M.A. 1992. **Grazing and burning in grassland communities of high volcanoes in México**. Pp. 231-241. *In: Balslev, H. y J.L. Luteyin. (Eds.). Páramo*. Academic Press.

Velázquez, A. 1992. Landscape ecology-vegetation map of Tláloc and Pelado volcanoes, México. ITC Publications, Enschede. Pp. 213-227.

Velázquez, A. 1993. Man-made and ecological habitat fragmentation: study case of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*). Zeitschrift für Säugetierkunde, 58: 54-61.

Velázquez, A., Cervantes, F.A., y C. Galindo-Leal. 1993. The volcano rabbit *Romerolagus diazi*, a peculiar lagomorph. Lutra, Holanda. 36:62-70.

Velázquez, A., Romero, F.J. y L. León. Fragmentación del hábitat del conejo zacatuche. Pp. 61-74. In: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Panlagua. (Eds). Ecología y conservación del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. 175 pp. (en prensa).

Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Panlagua. Ecología y conservación del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. 175 pp. (En prensa).

Villa, R.B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México. An. Inst. Biol. UNAM. 23: 269-492.

W

Webb, S.D. 1976. Mammalian faunal dynamics of the great American Interchange. Paleobiology. (2): 220-234.

Werger, M.J.A. 1974. On concepts and techniques applied in the Zürich-Montpellier method of vegetation survey. Bothalia 11(3):309-323.

White, S.E. 1962. Iztaccíhuatl. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Investigaciones 6. México, D.F. 80 pp.

9 ANEXO I

A. I Tabla fitosociológica, para las áreas núcleo de distribución del zacatuche *Romerolagus diazi*. Básicamente se presenta el nombre de las especies y sus valores de cobertura en base al porcentaje de presencia de éstas. Al final, en la parte baja de la tabla aparecen las especies que sólo aparecieron en una ocasión, con su valor de cobertura.

10 ANEXO II

Hojas de toma de datos (Relevés) para el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl: A. II 1 Datos generales, A. II 2 Datos particulares por especie y A. II 3 Perfiles tomados.

11 ANEXO III

A. III Hoja de catálogo para el registro de datos del zacatuche *Romerolagus diazi* y del conejo castellano *Sylvilagus floridanus*.

9 ANEXO I

A. I Tabla fitosociológica, para las áreas núcleo de distribución del zacatuche *Romerolagus diazi*. Básicamente se presenta el nombre de las especies y sus valores de cobertura en base al porcentaje de presencia de éstas. Al final, en la parte baja de la tabla aparecen las especies que sólo aparecieron en una ocasión, con su valor de cobertura.

10 ANEXO II

Hojas de toma de datos (Relevés) para el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl: A. II 1 Datos generales, A. II 2 Datos particulares por especie y A. II 3 Perfiles tomados.

11 ANEXO III

A. III Hoja de catálogo para el registro de datos del zacatuche *Romerolagus diazi* y del conejo castellano *Sylvilagus floridanus*.

[illegible]

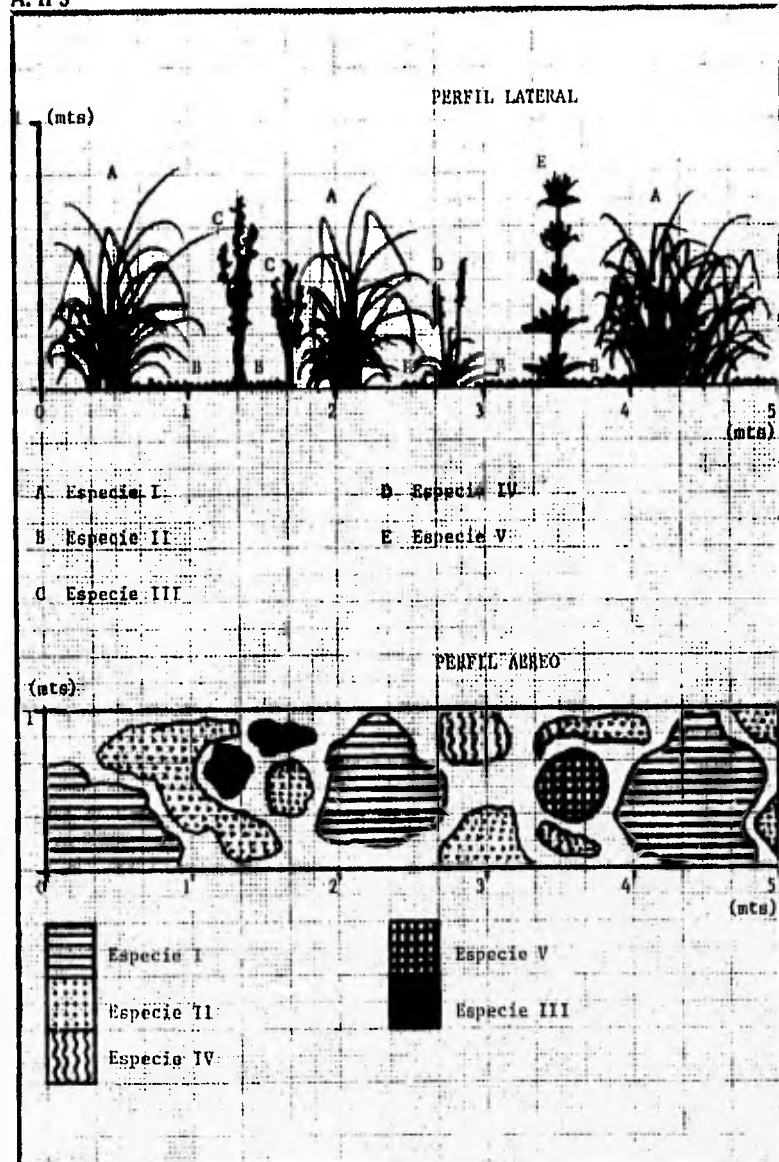
A. II 1

Laboratorio de Biogeografía LEVANTAMIENTO No. _____ COLECTORES: _____ FECHA: _____		
TIPO DE VEGETACION		Municipio _____ Localización _____ Altitud _____ Mapa _____ Exposición _____ Pendiente _____ Superf. levantada _____ Longitud _____
DESCRIPCION FISONOMICA: DESCRIPCION FISIOGRAFICA: PLANTAS DOMINANTES Y SUBDOMINANTES: % DE SUELO: % DE VEGETACION:		
% de:	SUELO	DATOS DE PERTURBACION
suelo desnudo _____ roca _____ pedras _____ pedritas _____ hojarasca _____ plantas muertas _____	TIPO DE SUELO PROFUNDIDAD pH PERFIL	ANIMAL HUMANA
ESTRATOS		MUESTRAS TOMADAS
altura: % de cobertura		
rasante _____ hierbas _____ arbustos _____ arbolitos _____ árboles _____ epifitas _____ trepadoras _____ musgos _____ líquenes _____ hepáticas _____ hongos _____		suelo pólen fauna otros
OTROS DATOS		OBSERVACIONES
Perfil horizontal Perfil vertical No. de Fotografía Otros:		

A. 11 2

[illegible]

A. II 3



A. III

HOJA DE CATALOGO

Laboratorio de: _____
UNAM

No. de catálogo: _____

Localidad (coordenadas): _____

Hora: _____ Día: _____ Mes: _____ Año: _____

Unidad de muestreo: _____ Subunidad: _____ Altitud (msnm): _____

Responsable: _____

HABITAT

Características generales del lugar: _____

Fisonomía de la unidad de muestreo:

árboles (), arbustos (), hierbas (), zacatón (), otro: _____

Tipo de suelo: _____

Dureza de suelo: _____

Pendiente (°): _____

FACTORES CLIMATICOS

Temperatura (°C): _____

Humedad relativa (%): _____

Precipitación: (SI) (NO)

Obs. Lluvia Granizo Nieve Despejado Nubosidad Nublado

COLECTA (*Romerolagus*):

Excretas	Letrinas	Peso	Peso	Tipo	% cobertura
Número	Número	húm.	seco	peqs. gds.	
_____	_____	_____	_____	_____	_____

COLECTA (*Sylvilagus*):

Excretas	Letrinas	Peso	Peso	Tipo	% cobertura
Número	Número	húm.	seco	peqs. gds.	
_____	_____	_____	_____	_____	_____

OBSERVACIONES: _____