

Z. 86



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

Estudio sobre el Crecimiento y la Reproducción del Conejo de los Volcanes (Romerolagus diazi) Silvestre en el Laboratorio.

T E S I S
Q u e P r e s e n t a n :
P a r a o b t e n e r e l t í t u l o d e :
B I O L O G O
M a r í a D e l f i n a J u á r e z H e r n á n d e z
J o s é R u b é n Z u l b a r á n R o s a l e s

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

C O N T E N I D O

	Pag.
Introducción - - - - -	1

PRIMERA PARTE

REVISION GENERAL SOBRE LA BIOLOGIA DE LOS LAGOMORPHOS

A) Posición Taxonómica - - - - -	3
B) Características básicas de los Lagomorphos - - - - -	7
C) Distribución de los Lagomorphos - - - - -	8
D) Habitat - - - - -	9
E) Registro Paleontológico - - - - -	10
F) Características básicas de los Lepóridos - - - - -	11
G) Uso de los conejos como animales de laboratorio - - - - -	15

SEGUNDA PARTE

REVISION DE LA LITERATURA SOBRE EL Romerolagus diazi

A) Posición Taxonómica - - - - -	17
B) Distribución - - - - -	19
C) Habitat - - - - -	21
D) Características generales del Conejo de los Volcanes- - - - -	22
E) Reproducción - - - - -	25
F) Parásitos - - - - -	28
G) Citogenética - - - - -	30

TERCERA PARTE

SECCION EXPERIMENTAL

I. Objetivo - - - - -	32
II. Material y Método - - - - -	32
III. Resultados - - - - -	39

	Pag.
IV. Discusión - - - - -	70
V. Conclusiones - - - - -	75

CUARTA PARTE

1. Resumen General - - - - -	77
2. Resumen General en Inglés - - - - -	80
3. Bibliografía - - - - -	83

INTRODUCCION

El presente estudio ha tenido como objetivo realizar el primer estudio experimental, en condiciones controladas de laboratorio, sobre el crecimiento y la reproducción del Conejo de los Volcanes silvestre, para así contribuir al conocimiento de la biología fundamental de este Lagomorfo exclusivo de la fauna mexicana que se encuentra en peligro de extinción. El estudio de la biología de este "fósil viviente", cuyo habitat esta hoy circunscrito a un área muy restringida del Eje Volcánico Transversal de México, es de particular interés en biología comparativa de mamíferos, y por lo tanto las investigaciones sobre este animal revisten singular importancia para la ciencia.

Con el propósito de adquirir un conocimiento lo más sólido posible sobre la biología de los lagomorfos, características básicas de los lepóridos y uso de los conejos como animales de laboratorio, la primera parte del presente trabajo incluye una revisión de estos aspectos, lo cual nos ayudó para una mejor interpretación de los resultados de este estudio.

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Biología Animal Experimental del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., bajo la dirección y asesoría del Dr. Humberto Granados Espitia, a quién le agradecemos su inapreciable ayuda para la realización del presente trabajo.

También agradecemos la colaboración del biólogo Miguel Angel Cárcamo Calderón en los análisis estadísticos del presente trabajo. Asimismo, presentamos nuestros agradecimientos a los señores Matías Eslava Ramírez, Santiago Cervantes, Eleuterio Victoria y Benito Martínez, de Parres, Delegación Tlalpan, D. F., por su eficaz ayuda en varios aspectos de nuestro trabajo de campo. Así como a las Señoritas Virginia Juárez y Olivia Hernández.

PRIMERA PARTE

REVISION GENERAL SOBRE LA BIOLOGIA DE LOS LAGOMORPHOS

A) Posición Taxonómica

El Orden Lagomorpha es un grupo pequeño que esta constituido por dos familias: la Ochotonidae, representada por los pikas, y la Leporidae, en donde se incluyen los conejos y las liebres. Aún no se ha establecido completamente el número de géneros y especies que constituyen las dos familias: Vaughan (51) propone un género y catorce especies para la familia Ochotonidae, y nueve géneros para la familia Leporidae, con cuarenta y nueve especies. Weisbroth et al. (54) propone para la familia Ochotonidae un género y siete especies, y a la familia Leporidae la divide en dos subfamilias, la Paleolaginae, constituida por dos géneros con tres especies, y la Leporinae, representada por siete géneros con treinta y nueve especies (Cuadro 1 y 2).

Originalmente los Lagomorfos estuvieron clasificados dentro del orden Rodentia; sin embargo, después se les clasificó en un Orden diferente debido entre otras características a que poseen 4 incisivos superiores, a diferencia de los Roedores, que solo poseen dos.

Phylum: Cordata	Subfamilia: Leporinae
Subphylum: Craniata	Género: Lepus
Clase: Mammalia	Subgénero: Poelagus
Subclase: Theria	Género: Sylvilagus
Infraclase: Eutheria	Género: Oryctolagus
Orden: Lagomorpha	Género: Nesolagus
Familia: Ochotonidae	Género: Brachylagus
Género: Ochotona	Género: Caprolagus
Familia: Leporidae	
Subfamilia: Paleolaginae	
Género: Pronolagus	
Género: Pentalagus	
Género: Romerolagus	

Cuadro 1. Posición taxonómica del Orden Lagomorpha.

Tomado de Richard R. Fox, 1974 (54).

Originalmente los Lagomorfos estuvieron clasificados dentro del orden Rodentia; sin embargo, después se les clasificó en un Orden diferente debido entre otras características a que poseen 4 incisivos superiores, a diferencia de los Roedores, que solo poseen dos.

Phylum: Cordata	Subfamilia: Leporinae
Subphylum: Craniata	Género: Lepus
Clase: Mammalia	Subgénero: Poelagus
Subclase: Theria	Género: Sylvilagus
Infraclase: Eutheria	Género: Oryctolagus
Orden: Lagomorpha	Género: Nesolagus
Familia: Ochotonidae	Género: Brachylagus
Género: Ochotona	Género: Caprolagus
Familia: Leporidae	
Subfamilia: Paleolaginae	
Género: Pronolagus	
Género: Pentalagus	
Género: Romerolagus	

Cuadro 1. Posición taxonómica del Orden Lagomorpha.

Tomado de Richard R. Fox, 1974 (54).

Familia	Subfamilia	Género	Especies
Ochotonidae		Ochotona	princeps alpina collaris pusilla hypoborea daurica roylei
Leporidae	Paleolaginae	Pronolagus	crassi-caudatus randensis
		Romerolagus	diazi
		Pentalagus	
	Leporinae	Lepus	araticus othus timidus groenlandicus tschukschorum europaeus catrolagus townsendii callotis insularis californicus gaillardii alleni americanus washingtonii bairdii mexicanus flavigularis capensis atlanticus

Cuadro 2. Posición taxonómica del Orden Lagomorpha.

Tomado de Richard R. Fox, 1974 (54).

Familia	Subfamilia	Género	Especies
			saxatilis whytei salai nigricollis
		Poelagus	marjorita
		Oryctolagus	cuniculus
		Nesolagus	
		Sylvilagus	floridanus nuttallii transitionalis audubonii palustris aquaticus bachmani mansuetus graysoni braziliensis cunicularis insonus
		Brachylagus	idahoensis
		Caprolagus	

Cuadro 2. Continuación.

B) Características básicas de los Lagomorphos

Las características básicas que separan al orden Lagomorpha de los demás mamíferos son: la presencia de un cráneo fenestrado, la dentadura anterior es 2/1, siendo el segundo incisivo muy pequeño y parecido a una espina, y encontrándose inmediatamente posterior al primero (51). Los rasgos distintivos de la corona patrón son las aristas y depresiones transversas; no presentan caninos; los premolares están dispuestos 3/2; los molares son Hypsodontos. El total de premolares y molares es hasta 6/5; los dientes de la mandíbula superior son más anchos y el movimiento mandibular es lateral (43).

La clavícula está bien desarrollada en los ochotónidos y es rudimentaria en los lepóridos; el brazo está limitado a movimientos de un solo plano, el anteroposterior; la tibia y la fíbula están fusionadas distalmente; las patas anteriores tienen cinco dígitos y las posteriores de cuatro a cinco; los cojinetes en las plantas de las patas están cubiertos de pelo; la postura de los dígitos durante la carrera es digitígrada, pero durante los movimientos lentos es plantígrada.

Las diferencias que separan a los ochotónidos de los lepóridos es en primer lugar el tamaño, puesto que los primeros son pequeños, con un peso de 100 a 150 gramos, de orejas redondeadas y pequeñas, de piernas cortas y de cola no visible, mientras que los lepóridos son más grandes, con peso de 0.5 a 5 kilogramos, con piernas elongadas, cola corta y gruesa, de orejas generalmente largas.

Los ochotónidos presentan el cráneo fuertemente constricto entre las órbitas y carece de un proceso supraorbital; el rostrum es pequeño y estrecho; el ángulo entre el basicráneo y los ejes palatales es bajo; la fórmula dental es $2/1, 0/0, 3/2, 2/3 = 26$; las aberturas anales y genitales están cerradas por un esfínter común, y los machos no tienen escroto (51).

Los lepóridos presentan el cráneo más arqueado en perfil y el rostrum es amplio; el ángulo entre el basicráneo y los ejes palatales es amplio; los occipitales y parietales son fenestrados; presentan proceso supraorbital; las protuberancias óseas son de forma globular. En los oídos, la parte proximal es tubular, y la parte inferior de la apertura externa está bastante alta en el cráneo. La fórmula dental es $2/1, 0/0, 3/2, 3/3 = 28$; la clavícula es rudimentaria y no sirve como puente entre la escápula y el esternón (51). Los testículos tienen escroto durante la época de reproducción y están localizados anteriormente al pene, el cual está cerca del ano; por esto los conejos jóvenes no se pueden sexar con la técnica de la distancia ano-genital (53).

C) Distribución de los Lagomorfos

Los lagomorfos están distribuidos en casi todo el mundo; en la región australiana y en sureste de América del Sur no se encontraban antes de que el hombre los introdujera.

La explosiva colonización del mundo por el hombre europeo en

Los siglos XVII y XVIII fué acompañada por la introducción de animales domésticos y silvestres de Europa a los continentes descubiertos; entre estos animales se encontraba el conejo europeo Oryctolagus cuniculus (15). El hombre ha introducido conejos en Nueva Zelanda, Australia, sur de Sudamérica y en algunas islas de los Océanos Pacífico y Atlántico.

Los Lepóridos ocupan diversos habitats, desde el ártico hasta el trópico, y en muchas regiones templadas y boreales; en el oeste de Africa se encuentran escasos y sólo con una distribución local.

Los Lepóridos en la actualidad son casi cosmopolitas y están formados por una notable sucesión de grupos, con una gran adaptabilidad a los más variados ambientes y abarcando el nuevo y viejo mundos.

Los Ochotónidos se encuentran distribuídos en el oeste de los Estados Unidos de América, centro y sur de Alaska, gran parte del Viejo Mundo incluyendo Europa, sur de Asia, norte de Irán, Pakistán, India y Burma.

D) Habitat

Los lagomorfos, como ya se mencionó, ocupan una gran diversidad de habitats terrestres, desde el trópico hasta el ártico; están adaptados a una amplia variedad de condiciones climáticas, como son las zonas semiáridas con 17.8 cm de lluvia y las zonas subtropicales con 187 cm de lluvia anual, pero prosperan mejor en condiciones de

temperaturas templadas. Sus hábitos varían de acuerdo al medio ambiente y a la especie (1).

Los Ochotónidos ocupan típicamente las laderas de las altas montañas y son característicos de zonas alpinas y boreales; se encuentran desde casi a nivel del mar (en Alaska) hasta los bosques más altos, y también en estepas y desiertos. Requieren habitats constituidos por extensas áreas abiertas con rocas grandes y pedregones irregulares adyacentes a la maleza y los pastos. Cuando son agredidos o espantados buscan refugio en las grietas o en los espacios entre las rocas; generalmente no se alimentan lejos de los refugios.

Los lepóridos se encuentran en zonas árticas, áridas, tropicales, en pastizales abiertos, en desiertos y en las altas montañas con bosques de coníferas. Los conejos habitan en madrigueras, galerías, cercados de arbustos, huecos en árboles y en grietas; algunos se alimentan cerca del refugio para evitar ser depredados, mientras que otros lo hacen fuera del área de refugio. Además, otros se alimentan en habitats con pocos refugios, tales como los desiertos, pastizales o praderas. Algunos lepóridos utilizan sus elongadas piernas traseras para correr hábilmente huyendo del peligro, alcanzando velocidades hasta de 70 Km/h (género *Lepus*), (51).

E) Registro Paleontológico

Los primeros registros fósiles con rasgos parecidos a los de

los lagomorfos son del Paleoceno temprano, cuando la familia primitiva Eurymylidae aparece en Asia. Sin embargo, esta familia puede no pertenecer al Orden lagomorpha por no tener rasgos representativos tales como lo es el número de incisivos, ya que su fórmula es 1/1.

La familia Leporidae probablemente se originó en Asia en el Oligoceno y en el Mioceno, pero evolucionó primero en Norteamérica. Los lepóridos se establecen en el viejo mundo en el Oligoceno, surgiendo allí también la subfamilia Leporinae. Los ochotónidos aparecen en el Oligoceno en Eurasia, y se extienden en el Plioceno a Europa y Norteamérica. En contraste con los lepóridos, los cuales han permanecido difundidos desde el Plioceno, los ochotónidos extienden su gran diversidad y su más amplia distribución en el Mioceno, cuando ellos ocupan Europa, Asia, Africa y Norteamérica; han declinado desde entonces, siendo actualmente pobladores locales en Norteamérica y, mas ampliamente en el Viejo Mundo (51).

F) Características básicas de los Lepóridos

Como ya hemos mencionado anteriormente, las características más relevantes de estos conejos son su tamaño y su peso, el cual va de los 0.5 a los 5 kilogramos; presentan el labio superior partido y está conectado al nostrilo. Existen vibrisas alrededor de la nariz, sobre cada ojo y una o dos en cada carrillo. Las orejas son grandes y erectas, y están cubiertas de pelo a excepción de la parte central

interna; son monofiodontos, y ambos sexos tienen una glándula odorífera en el mentón, la cuál es más notoria en los machos (51).

Los conejos son animales herbívoros, por lo que el tracto digestivo es relativamente largo, alcanzando una longitud de la boca al ano diez veces la longitud del cuerpo (53). El corazón es pequeño en relación al tamaño del cuerpo, y con válvulas atrioventriculares bicúspides. El pulmón derecho tiene cuatro lóbulos, mientras que el izquierdo esta dividido en tres. El estómago es largo, simple y glandular, con paredes delgadas. En un análisis del contenido estomacal se encontrará por lo general restos de alimento sin digerir, puesto que los conejos comen a mordiscos sin masticar; también se encontrarán heces fecales dado que algunos conejos son coprófagos, y en algunas ocasiones se encontrarán pelotitas de pelo. El hígado es multilobulado y presenta vesícula biliar; el intestino delgado es largo y enrollado, con paredes delgadas y con apéndice terminal; el colon es de forma sacular.

Los machos presentan el pene muy cerca del ano, con los testículos localizados anteriormente a él; son elongados horizontalmente y retráctiles; el escroto es un saco prácticamente desprovisto de pelo en su parte media.

La hembra en general es más grande que el macho, y presenta de tres a cinco pares de mamas distribuidas a lo largo del abdomen y del tórax.

La longevidad de los conejos puede exceder a los quince años; pero bajo condiciones de laboratorio sólo de 6 a 7 años, ambos sexos (1); la vida reproductiva raramente excede a los cinco años, debido a la presencia de tumores uterinos en las hembras y a la producción de semen de baja calidad en los machos. La pubertad se presenta generalmente de los cinco a los nueve meses de edad; la hembra no presenta un ciclo estral definido sino que es irregular (poliestro), siendo la ovulación inducida. La hembra acepta al macho durante el período de calor (de dos a cuatro semanas de duración), durante el cual los folículos de Graff están desarrollándose continuamente y en número constante. La hembra está apta para la copulación cuando presenta la vulva ensanchada, húmeda y de un color rojizo, exhibiendo, entonces también una pronunciada lordosis; sin embargo, algunas hembras se aparean bien cuando la vulva está sin ensancharse y de color pálido. Todas las hembras presentan predilección por unos machos y rechazo a otros.

La cópula en los conejos es muy rápida: el explosivo empuje pélvico culmina en el orgasmo, ocupado todo el proceso generalmente menos de treinta segundos (1, 53).

Los conejos se cruzan todo el año, pero la velocidad de concepción y los niveles de producción de semen y óvulos son más bajos en el otoño e invierno; esto puede estar relacionado con la atrofia estacional de los órganos reproductores, debido a la baja temperatura (53).

El período de gestación generalmente es de 30 a 32 días (1,53); por regla general las hembras no aceptan a los machos durante el embarazo. Los embriones pueden sentirse por medio de la palpación de los diez a los diecinueve días después del apareamiento. El registro más alto del número de hijos tiene generalmente relación con la talla de los conejos, y varía de cuatro a diez, con un promedio de siete a ocho. Las hembras se quitan el pelo del tórax y del vientre algunas horas o varios días antes del parto, para formar el nido; las que por primera vez son madres frecuentemente no construyen nido, provocando la muerte de los hijos.

Los hijos nacen sin pelo, con los ojos cerrados y permanecen en sus nidos hasta por tres semanas; generalmente nacen de las cinco a las diez a. m. y de seis a once p. m. (53). Existen partos que duran hasta tres días. Las madres penetran al nido durante el día, usualmente por las mañanas, para alimentar a sus hijos; algunas hembras embarazadas cuando son asustadas no construyen nidos y paren en el piso. Algunas madres presentan canibalismo, aunque éste es raro, generalmente está asociado a la muerte o deformidad de los hijos, a una hiperexcitabilidad de la madre primeriza o al manejo de la cría por los técnicos, en este último caso puede sobrevenir el canibalismo o el abandono de los hijos manipulados.

G) Uso de los Conejos como animales de laboratorio

Los conejos constituyen un porcentaje apreciable entre los animales que son utilizados para las investigaciones biológicas que se realizan en Universidades, Institutos, Fundaciones, Hospitales, Laboratorios de Salud Pública y en las Industrias Farmacéuticas.

El empleo del conejo en la investigación biológica y biomédica es amplio debido a que es un animal de tamaño medio, dócil, fácil de manejar, de crecimiento rápido y con un alto índice de reproducción; además, requiere de poco espacio y de alimento fácilmente disponible.

Son utilizados, entre otras, para la investigación de la etiología y tratamiento del cáncer, para probar los peligros que puedan presentar el uso de aditivos, colorantes y saborizantes en los alimentos. También se emplean para probar los efectos de medicinas destinadas al consumo humano antes de que éstas sean lanzadas al mercado. Asimismo, se utilizan para comprobar la posible acción teratogénica de algunos preparados farmacéuticos: por ejemplo, la acción teratogénica de la talidomida observada en los humanos fué ampliamente confirmada en conejos.

Otras importantes aplicaciones de los conejos son en el diagnóstico de enfermedades infecciosas, virales, bacteriales, etc. El conejo también es importante en estudios de cirugía experimental, de embriología y de genética. Existen especies que son utilizadas

rutinariamente en investigaciones serológicas para la obtención de sueros hiperinmunes, de toxinas y antitoxinas, y para el desarrollo de anticonceptivos orales (1).

También se considera muy importante a los conejos para propósitos de enseñanza en anatomía, fisiología experimental y especialmente en las investigaciones de reproducción, ya que la ovulación es inducida, la gestación es de corta duración y el semen es fácilmente colectable.

SEGUNDA PARTE

REVISION DE LA LITERATURA SOBRE EL Romerolagus diazi

A) Posición Taxonómica

El conejo de los volcanes, comúnmente llamado "zacatuche", "teporingo", "tepolito", "conejo de las rocas", "burrito" o "conejo pigmeo mexicano", con nombre genérico Romerolagus, pertenece a la familia Leporidae y a la subfamilia Paleolaginae (Cuadro 1) en donde se engloban a los géneros denominados "fósiles vivientes", por ser los conejos más antiguos y primitivos (3, 48). Dentro de esta subfamilia se encuentran los géneros Pentalagus, conejo japonés, restringido a 2 islas del archipiélago de Riu-Kiu; Pronolagus, que habita en el oeste del Valle Riften, Sudafrica, y Romerolagus, localizado en la cordillera neovolcánica de México; éste es considerado el Leporido viviente más primitivo debido al cariotipo que presenta (17, 48). Los tres géneros están considerados como animales en peligro de extinción, y se encuentran registrados en el Red Data Book de la Survival Service Commission, IUCN.

El nombre científico del zacatuche es objeto de controversia en cuanto a su nomenclatura, debido a que su nombre ha sido corregido por varios especialistas en el tema, los cuales al concluir su labor correctora se autodesignan como autores; Rojas en 1951 (40), después de un estudio minucioso concluye que el nombre científico del "zacatuche" debe ser Romerolagus diazi (Ferrari-Pérez, 1893), dando crédito al autor de la descripción específica del conejo de los volcanes; Granados (21) apoya esta proposición y hace un llamado de atención a los especialistas en la materia para resolver esta contraversia.

La posición taxonómica del zacatuche en la clasificación general de Simpson (42) se puede observar en el cuadro 3.

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Theria
Orden	Lagomorpha
Familia	Leporidae
Subfamilia	Paleolaginae
Género	Romerolagus
Especie	diazi

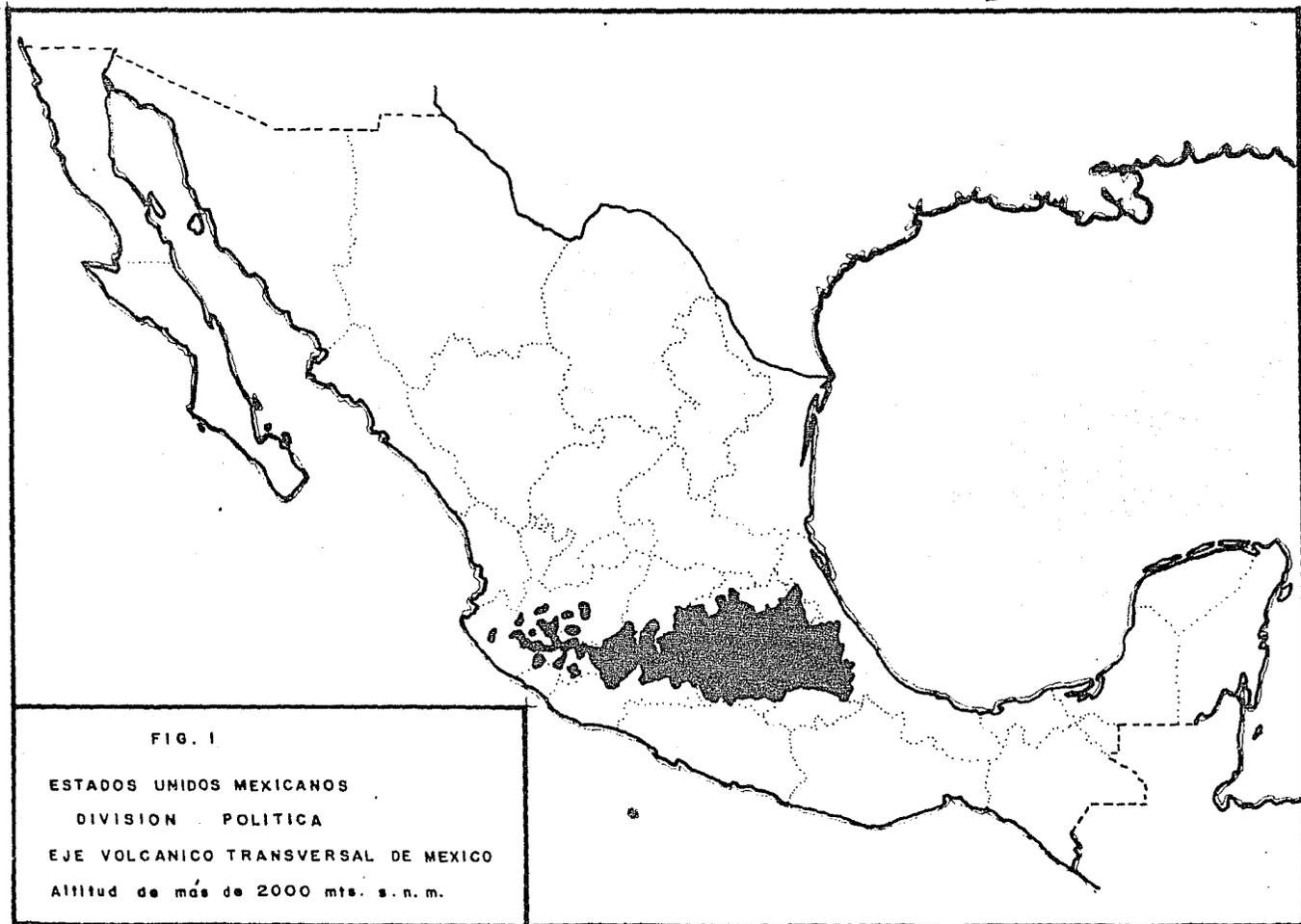
Cuadro 3: posición taxonómica del Romerolagus en la clasificación general de Simpson, 1945 (42).

B) Distribución

El conejo de los volcanes es endémico de la Cordillera Neovolcánica o Eje Volcánico Transversal de México (4), el cuál es una región de volcanes alineados y recientes que se prolongan en una longitud aproximada de 900 Km, con una anchura media de 100 Km; la cordillera presenta las mayores alturas de México, sirviendo de límite natural entre la América del Norte y la América Central (41), así como también de las zonas zoogeográficas Neártica y Neotropical, existiendo aquí una zona de transición con gran cantidad de especies endémicas (4), Figura 1.

El zacatuche ha sido localizado principalmente en las zonas subalpinas de los sistemas de los volcanes Popocatepetl, Iztacihuatl y Ajusco a más de 2,800 m. s. n. m. (3, 10, 35, 7, 40, 52, 4, 11, 22, 6). También se ha reportado la existencia de Romerolagus en el sistema del Nevado de Toluca, Edo. de México, aproximadamente a 3,350 m. s. n. m. (21, 6).

No se sabe con exactitud la distribución completa del teporingo, pero se considera que está en proceso de extinción en los sistemas del Nevado de Toluca, Iztacihuatl y Popocatepetl, observándose mayor cantidad de especímenes en la serranía del Ajusco. Este fenómeno es causado principalmente por el crecimiento de la agricultura, la intensa cacería, la quema periódica del zacatón y disminución del mismo para uso comercial, el establecimiento de atractivos turísticos en los volcanes Iztacihuatl y Popocatepetl, y a una caracterís-



tica biológica de las hembras embarazadas, las cuales paren en nidos improvisados, que son vistos fácilmente por sus depredadores (21).

C) Habitat

El habitat del Romerolagus va de los 2,800 a los 3,800 metros de altura en la pradera montana, subalpina y alpina caracterizada por los bosques de pino: en el Ajusco Pinus montezumae y P. Hartwegi; en el Popocatepetl e Iztacihuatl se encuentra Abies religiosa (oyamel) y Pinus montezumae, con la presencia de gran abundancia de gramineas amacolladas (zacatón), principalmente por Epicampes macroura y Festuca amplissima aunque también hay Stipa ichu, Poa, Andropogon, Muhlenbergia, etc... (40).

Cervantes hace notar cuatro comunidades de asociaciones vegetales en Cerro Pelado (Serranía del Ajusco), que son Pino-zacatón, aile-zacatón, alnus-arbustos y vegetales de cultivo, encontrando mayor número de Romerolagus en la asociación aile-zacatón (57.6%) y menor número en la de Pino-zacatón (42.4%). También observó que en la asociación alnus-arbustos no se encuentran zacatuches más que ocasionalmente, ya que no se encontraron madrigueras, excrementos, ni refugios, probablemente debido a la ausencia de zacatonales, los cuales les brindan alimento y refugio. En los vegetales de cultivo (Avena, papa, zanahoria y maíz), el zacatuche tiene preferencia por los cultivos de avena, visitándolos desde la aparición de las plân-

tulas hasta su cosecha; algunos zacatuches se establecen definitivamente hacia el centro del cultivo (6).

El Conejo de los volcanes se desplaza de un sitio a otro, siguiendo las sendas definidas que tienen entre el denso zacatón.

D) Características generales del conejo de los volcanes

a) Dimensiones: Es el conejo más pequeño de la zona en que habita, tiene una longitud promedio total de 307 mm, longitud promedio de cola vertebral 20 mm, longitud promedio de la pata trasera 47 mm y longitud promedio de la oreja de 42 mm, según estudio hecho por Rojas (40). Las características más notorias, aparte de su tamaño, son la presencia de orejas pequeñas y redondeadas, patas cortas y cola no visible.

b) Peso: El único reporte que hace referencia a los pesos, establece un promedio para machos y hembras, sexualmente activos, de 477 g y 532 g respectivamente, y el de una hembra embarazada casi a término de 705 g (6).

c) Color: La coloración del dorso, costado y corona es amarillo antimonio, fuertemente veteado de negro. Alrededor de los ojos y narices es de color ante claro; la base de las orejas es ante cálido, la parte inferior del animal siendo de color más claro, (40). Granados, Juárez y Zulbarán han reportado la presencia permanente de un triángulo de pelo de color amarillo dorado, localizado en la nuca, con base anterior interauricular y vértice posterior.

Este pelo se distingue fácilmente del resto del pelaje del dorso, el cual es gris-amarillo (24).

Los animales de ambos sexos presentan periódicamente en cualquier parte de la piel del cuerpo áreas temporales de alopecia de diferentes tamaño y forma, las cuales se van pigmentando progresivamente de un color gris a negro, llegando en algunos casos a convertirse en lunares en relieve (25).

Estas alopecias y lunares que el zacatuche exhibe tanto en su habitat natural como en el laboratorio, representan un proceso normal de muda (26). Las alopecias y lunares aparecen en conejos muy jóvenes (30-40 días). El estudio histológico muestra que en las alopecias casi no hay folículos capilares, mientras que en los lunares hay mayor número de ellos, los cuales exhiben una gran acumulación de melanina. Se concluye que tanto las alopecias como los lunares son procesos biológicos de una muda normal del Romerolagus. Este patrón de muda no ha sido reportado anteriormente en mamíferos (27).

d) Anatomía Osea: El cráneo es muy similar al de los otros conejos; el paladar es largo, los procesos postorbitarios son pequeños, divergentes y sin rama anterior. También el hueso jugal se extiende posteriormente mucho más atrás del arco cigomático, la clavícula es completa y se articula con el esternón y la escápula (52).

Su fórmula dentaria es:

$$i \frac{2-2}{1-1} c \frac{0-0}{0-0} p \frac{3-3}{2-2} m \frac{3-3}{3-3} = 28$$

e) Actividad diaria: Al consultar los trabajos sobre este tema, Rojas (40) nos dice: ".son animales sobre todo crepusculares, también puede vérselos muy temprano en la mañana y hasta mediodía en días nublados". El estudio hecho por Cervantes (6) concluye que su actividad es netamente diurna, la cual coincide con los valores máximos de temperatura y mínimos de humedad diarias (6).

f) Alimentación: Rojas (40) menciona que la dieta principal del zacatuche son los zacates Epicampes y Festuca. Por otra parte, Villa (52) sugiere que se alimentan de la planta aromática Cunicula tritifolium. Cervantes (6) concluye que la dieta básica del Romero-lagus son los zacates Muhlenbergia macroura, Stipa ichu, Festuca amplissima, F. rosei; esta dieta también la integran Eryngium sp., Cirsium sp., Rumex sp., Potentilla sp., las semillas de Sycios angulata, y la corteza de Alnus arguta acuminata. Por otra parte, la avena (Avena sativa) también es muy apetecida por el teporingo.

g) Coprofagia: Ha quedado plenamente establecida la coprofagia en el conejo de los volcanes; se le ha observado tomando parte de sus heces fecales directamente del ano, (9, 6).

h) Excrementos: Son de forma discoidal, con el centro ensanchado. Cuando son frescos tienen color ocre y textura lisa, al secarse se hacen amarillentos y ligeramente porosos. Tienen un diámetro promedio de 9 mm (adultos). Siempre se encuentran en montoncitos cerca de sus madrigueras o senderos (2, 6).

E) Reproducción

a) En relación con la reproducción del teporingo en su habitat natural, las observaciones publicadas señalan que tienen lugar en primavera y principios de verano, es decir, que los embarazos tuvieron lugar entre fines de invierno y fines de primavera (7, 40, 52, 34, 11, 33).

Granados, Zulbarán y Juárez (23), confirman lo anterior, y además establecen el otoño como otra estación de reproducción del teporingo, basándose en la captura de ejemplares jóvenes con un peso de 85 a 135 g en el mes de diciembre.

Cervantes reporta el parto de una hembra el 15 de febrero de 1979, lo cual sitúa el período reproductivo del zacatuche hasta principios de invierno. Además observó que el Romerolagus presenta los testículos escrotados y el pene extensible durante todo el año, característica que sugiere que los machos tengan la capacidad de reproducirse permanentemente (6).

b) En base a los estudios llevados a cabo en el zoológico de Jersey (Islas del Canal, Reino Unido), por Durrell y Mallinson (11) con animales silvestres capturados en Parres, D. F., se estableció un período de gestación de 38 a 40 días. En 1979 De Poorter y Van der Loo en el Zoológico de Amberes (Bélgica), también con animales silvestres procedentes de Parres, D. F., determinaron un período de gestación de 40 días (8).

Cervantes (6), observó el cortejo y la cópula en cautiverio, describiéndolos de la siguiente manera: "... la hembra busca con cierta insistencia al macho, pero no para agredirlo (como sucede cuando la hembra, quizá, no está receptiva); al encontrarlo, huye siendo perseguida por éste, ostentando ambos una carrera lenta y, en el caso del macho, una actitud bastante específica de búsqueda. El suceso se repite algunas veces mientras la hembra se aleja unos cuantos pasos cuando es alcanzada. Posteriormente, sobreviene la cópula, con rápidos movimientos anteroposteriores de la cintura pélvica del macho, mientras la hembra permanece quieta con los cuartos traseros bien levantados. Esta acción, breve, se repite varias veces." La hembra parió a los 39 días.

En apareamientos con animales silvestres mantenidos en el laboratorio, la mayoría de las veces las hembras mostraron agresividad hacia los machos, algunas veces causándoles la muerte (22).

c) Gazapos: El número de gazapos por camada varía de 1 a 3 según las observaciones publicadas (40, 52, 11). Asimismo, Cervantes (6) reporta un promedio de 2.07 críos, con una "desviación standard" de 0.66, apoyado en las observaciones de embriones, fetos, cicatrices uterinas y gazapos nacidos vivos.

d) Características de gazapos recién nacidos: Durrell y Mallinson (11), hicieron observaciones de los recién nacidos dando las siguientes características: ojos cerrados, orejas plegadas hacia atrás y pelaje de color ligeramente café. Cervantes (6) men -

ciona que nacen con los ojos y orejas cerrados, con presencia de uñas y bigotes muy desarrollados: con una longitud total promedio de 93.8 mm y longitud promedio de cola vertebral 8 mm; longitud promedio de la pata derecha trasera 17 mm y la longitud promedio de la oreja 9.3 mm; con un peso promedio al nacer de 24.1 g. En la región superior de la cabeza, costados y extremidades poseen el color característico de los adultos. En los costados, además de este color poseen pelos blancos más largos, teniendo el pelo de un color más claro en la región ventral que en el dorso.

e) Nidos: Las hembras no aprovechan sus madrigueras subterráneas como nido, sino que utilizan oquedades en las rocas, huecos dejados por árboles caídos, lugares debajo de los troncos o excavaciones superficiales bajo el zacatón (40, 52, 21, 6), acondicionándolos principalmente con zacate seco, hojas de pino y abundante pelo de la hembra.

En cautiverio, la hembra construye el nido únicamente con pelo, y generalmente las primíparas no construyen nido (11, 6).

f) Dimorfismo sexual: Cervantes (6) menciona que las hembras de los teporingos exhiben mayor tamaño, peso y robustez que los machos. Además, reporta para individuos sexualmente activos las siguientes características: los machos tienen una longitud tal promedio de 268.3 mm y un peso promedio de 417.4 g, mientras que las hembras presentan una longitud total promedio de 285.1 mm y un peso promedio de 535.0 g.

Zulbarán, Juárez y Granados (56) reportan que el crecimiento de los zacatuches silvestres en el laboratorio presenta las siguientes características:

1.- El mayor incremento de crecimiento en ambos sexos lo presentan los animales jóvenes.

2.- En los adultos jóvenes, el crecimiento de los machos es ligeramente mayor que el de las hembras.

3.- En los zacatuches adultos, a la inversa, el crecimiento de las hembras es ligeramente mayor que el de los machos.

4.- El peso individual máximo para los machos fue de 611 g, y para las hembras, de 710 g.

5.- En los adultos, el peso individual al final del período estudiado fue mayor para las hembras.

6.- En el laboratorio, los zacatuches silvestres hembras crecen considerablemente más que los machos.

F) Parásitos

Los estudios de parasitología en el zacatuche los han realizado investigadores japoneses, europeos y mexicanos, quienes muestran que el zacatuche presenta numerosos ectoparásitos (pulgas, ácaros y dípteros) y endoparásitos (nematodos, céstodos y coccidios).

En el zoológico de Jersey encontraron Eimeria perforans, E. Coecicola y E. Stiedae en los intestinos, hígado y heces fecales (11).

En el estómago, intestinos y recto del teporingo se han identificado diversas especies de nemátodos, como son: Passalurus nonanulatus, Dermatoxys veligera, Dermatoxys romerolagi, Trichostrongylus calcaratus, Longistrata dubia, Trichuris leporis (5).

En los especímenes del Zoológico de Amberes se identificaron los siguientes nemátodos, principalmente en el estómago e intestinos: Trichostrongylus tetartaeformis, Borastrongylus sp., Trichuris sp. (6).

Otros endoparásitos que se han identificado en el zacatuche son los céstodos, los cuales se han encontrado como huevecillos, larvas y adultos. De Poorter y Van der Loo hallaron 2 especies de céstodos Cittotaenia ctenoides y Multiceps serialis (6). El resultado de los estudios hechos en el Japón con ejemplares mexicanos fue la descripción de un nuevo céstodo, al que denominaron Anoplocephaloides romerolagi, que parasita los conductos biliares del zacatuche (32).

En su trabajo Cervantes (6) da un promedio de 2 céstodos adultos por conejo. También encontró quistes de céstodos en la parte basal de las extremidades anteriores y posteriores. A su vez encontró 3 especies diferentes, 2 de las cuales pertenecen al género Mozgovoyia y otra al género Anoplocephaloides.

Dentro de los Sifonápteros se describieron parásitos del género Stermopsylla (40), el cual fue corregido por Barrera (3) como género Strepsylla sp. Barrera (3) también encontró Cediopsylla interrupta y describió dos nuevas especies únicas del Romerolagus, Ce-

diopsylla tepolita y Hoplopyllus pectinatus, las cuales "... son nuevas para la ciencia, conservan una interesantísima gama de caracteres primitivos que las hacen, dentro de su grupo, poder ser consideradas como "fósiles vivientes" parásitos de un huésped al que, a su vez, puede dársele la misma calificación". También menciona que el Romerolagus es huésped accidental de otras especies de sifonápteros, que parasitan a los mamíferos que comparten su habitat.

Se ha notado que prefieren infestar la cabeza, cara y orejas; también, que al momento de atrapar a los teporingos, la mayoría de las pulgas brincan abandonando al hospedero.

Las especies de ácaros que han sido identificadas en el zacatuche son: Ixodes neotomae (40,31). Otras dos especies identificadas por Uchikawa y Susuki son específicas de las hembras: una es Cheyletiella parasitovorox y la otra, que se considera taxón nuevo exclusivo del Romerolagus, es Cheyletiella mexicana (6).

Cervantes menciona otros ácaros que parasitan al zacatuche; principalmente en el dorso, cara y orejas: Acomatacarus sp., Pseudoschoengastia sp. nov., Pseudoschoengastia audvi, Neotrombicula sp. nov., Neotrombicula microti, Eutrombicula alfreddugesi y Euchoengastia barrerai. Asimismo, se han encontrado larvas de insecto del género Cuterebra, principalmente en el cuello y axilas (6).

G) Citogenética

En México se han hecho las primeras investigaciones sobre la ci

togenética del Romerolagus. En estos estudios se ha establecido que el conejo de los volcanes presenta el cariotipo más primitivo de los lagomorphos, lo cual está considerado como signo primitivo. Su cariotipo sugiere que los procesos de evolución cromosómica, si se han llevado a cabo, han sido muy lentos (17,44,45,46,50).

En otros trabajos de citogenética realizados en Europa, se confirma lo anterior y se establece que el cario tipo de Romerolagus es muy similar al de Lepus, en el cual se ha preservado el cariotipo de una especie ancestral, por lo que se deduce que el Romerolagus también lo ha retenido (50).

En estudios de inmunogenética evolutiva se ha establecido un simple alelismo e_{14}/e_{15} de los genes de la región constante IgG. La frecuencia genética fue de 0.26 para e_{14} y 0.76 para e_{15} . Además los estudios de Van der Loo y colaboradores señalan que Romerolagus y Oryctolagus, y a una mucho menor extensión Sylvilagus pueden haber preservado un polimorfismo genético que ya se había establecido en un ancestro común (48,49). Se cree que el Romerolagus ha retenido este polimorfismo genético simple desde el tiempo que se separó de el taxón que lo unía a Oryctolagus y Sylvilagus, sin comparar a la oportunidad de que una mutación más reciente se haya fijado en este género (49).

TERCERA PARTE

SECCION EXPERIMENTAL

I. Objetivo

Estudiar el crecimiento y la reproducción del Conejo de los Volcanes silvestre en el laboratorio, para así contribuir al conocimiento de la biología de este importante lagomorfo en peligro de extinción, exclusivo de la fauna mexicana.

II. Material y Método

a) Lugar de Captura: Las capturas se realizaron en los alrededores del Cerro Pelado, en la mayoría de las veces en las faldas expuestas hacia el Este. Esta formación pertenece a la subdelegación de Parres, Tlalpan, D.F., la cuál está situada a 39 Km al sur de la Ciudad de México, sobre la Carretera libre a Cuernavaca (Fig. 2), a una altura de 2,900 m. s. n. m.

b) Período de Captura: Se efectuó en los meses de Marzo a Julio de 1979, el cual corresponde al tiempo reportado como período de

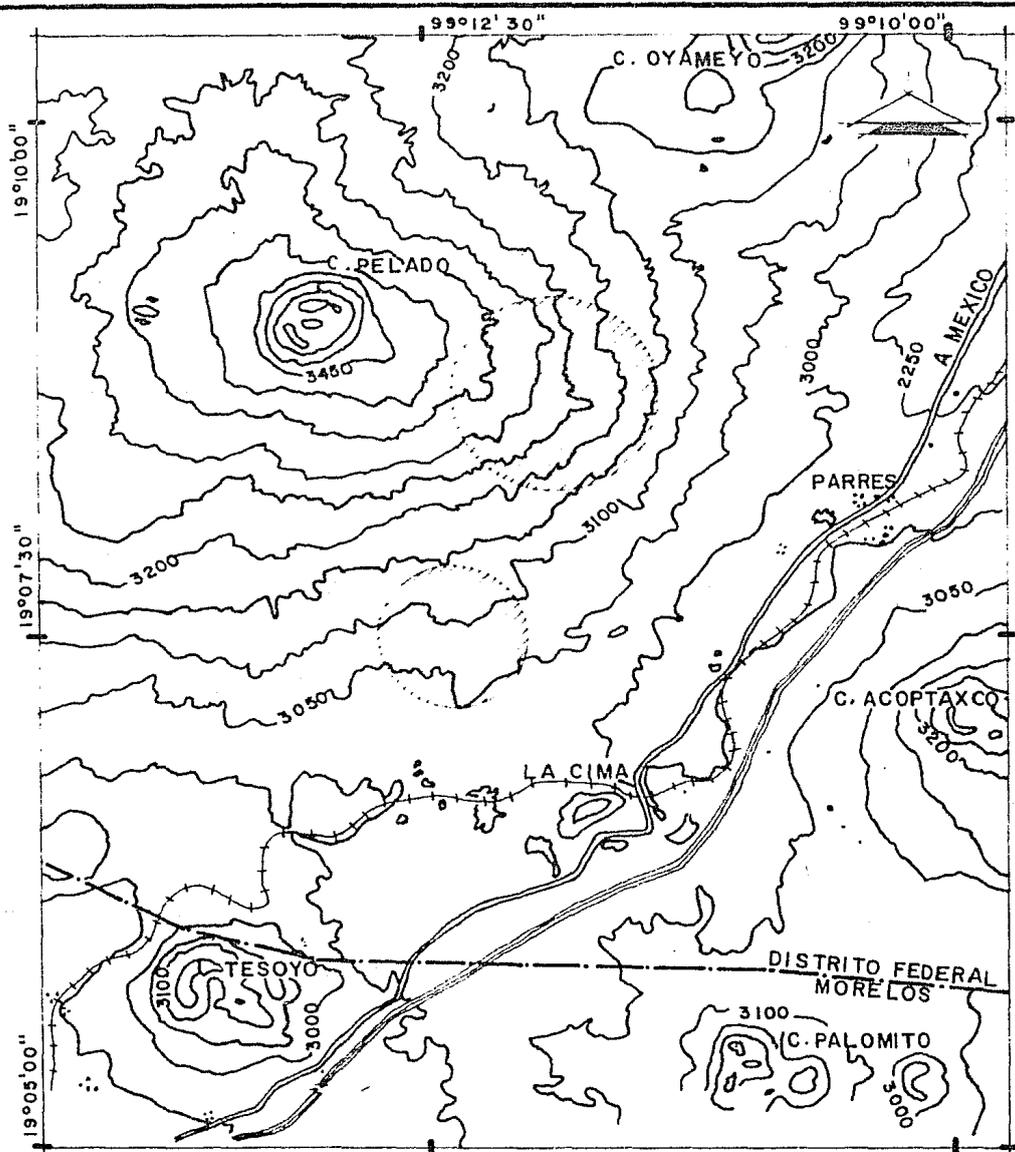
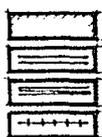


Fig. 2.- AREA DE CAPTURA



AREA DE CAPTURA
 AUTOPISTA MEXICO - CUERNAVACA
 CARRETERA FEDERAL MEXICO - CUERNAVACA
 F. F. C. C. MEXICO - BALSA

0 0.5 1 2 Kms.
 ESCALA GRAFICA

reproducción; las capturas se realizaron semanalmente durante este tiempo.

c) Métodos de Captura: Para las capturas se siguieron dos métodos: 1.- Utilizando las técnicas que emplean los habitantes de la zona, que consiste en observar donde se refugian los teporingos; ya localizado el sitio, se procede a tapar todas las salidas, inmediatamente se excava siguiendo todas las galerías, hasta encajonar al animal y finalmente atraparlo. La otra técnica consiste en buscar las entradas de las madrigueras, las cuales deben estar limpias, lo cual demuestra su uso, para asegurar su presencia y, como medida de precaución contra las mordeduras de víbora, se introduce una vara, la cual al sacarse trae consigo pelos característicos de los zacatuches. Realizado esto, se procede al igual que en la primera técnica. 2.- Empleando tres trampas plegables para ardillas TOMAHAWK, las cuales se colocaron entre el zacatón cerca de las madrigueras.

Los ejemplares que se obtuvieron se colocaron en jaulas metálicas separados los sexos, y se transportaron al laboratorio.

d) Procedimiento al llegar al laboratorio: En el laboratorio los conejos fueron examinados y desparasitados exteriormente: se sexaron, pesaron y marcaron, anotándose las condiciones generales sobre su estado (color de la piel, cicatrices, lesiones, estado de los incisivos, posible embarazo, etc.).

e) Mantenimiento: Se llevaron a una sala especial, donde se colocaron individualmente en jaulas de hierro galvanizado hechas es-

pecialmente para el Romerolagus (foto 1), distinguiéndose dos tipos de jaulas, las de mantenimiento y las de reproducción; estas últimas presentan un nido metálico (foto 2) con una mirilla trasera. A ambas se les puso aserrín como piso y material de nidal.

La dieta de mantenimiento fué conejina (Purina Laboratory Chow For Rabbits), suplementada con zanahoria, lechuga y alfalfa; como bebida se les dió agua corriente.

Tanto la temperatura como la humedad de la sala fueron las ambientales. Los períodos de luz y obscuridad fueron los naturales, estando durante el día la sala alumbrada con luz artificial.

f) Pesado: A partir de la captura los animales se pesaron dos veces por semana en una balanza OHAUS de triple barra con jaula, anotándose las observaciones sobre el estado general de los animales.

g) Curvas de crecimiento: Para la elaboración de las curvas de crecimiento, los animales que vivieron en el laboratorio más de 6 meses se dividieron en 3 grupos en base al peso que exhibieron a la captura, así: 1. De 0 a 300 g (jóvenes); 2. De 301 a 500 g (adultos jóvenes); 3. De 501 en adelante (adultos). Este trabajo se realizó con 8 machos y 16 hembras no embarazadas.

h) Apareamiento: Los apareamientos se hicieron tomando machos y hembras de pesos aproximados, colocándolos por parejas en jaulas de mantenimiento; estos apareamientos se realizaron en el lapso comprendido entre la llegada de los conejos al laboratorio y 7 meses después de la fecha de captura.

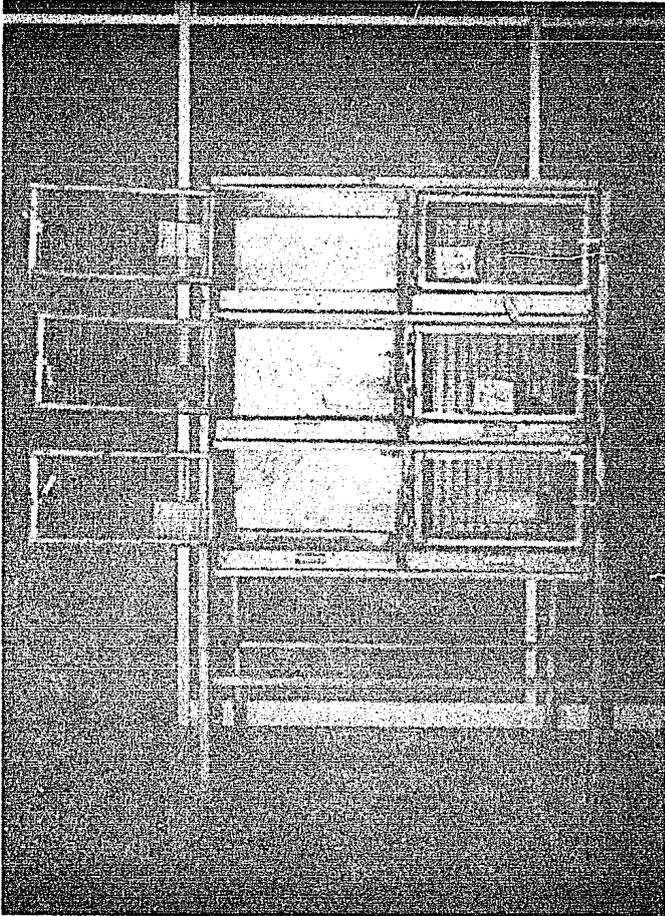


Foto 1: Jaula de Mantenimiento de Romerolagus diazi en el laboratorio

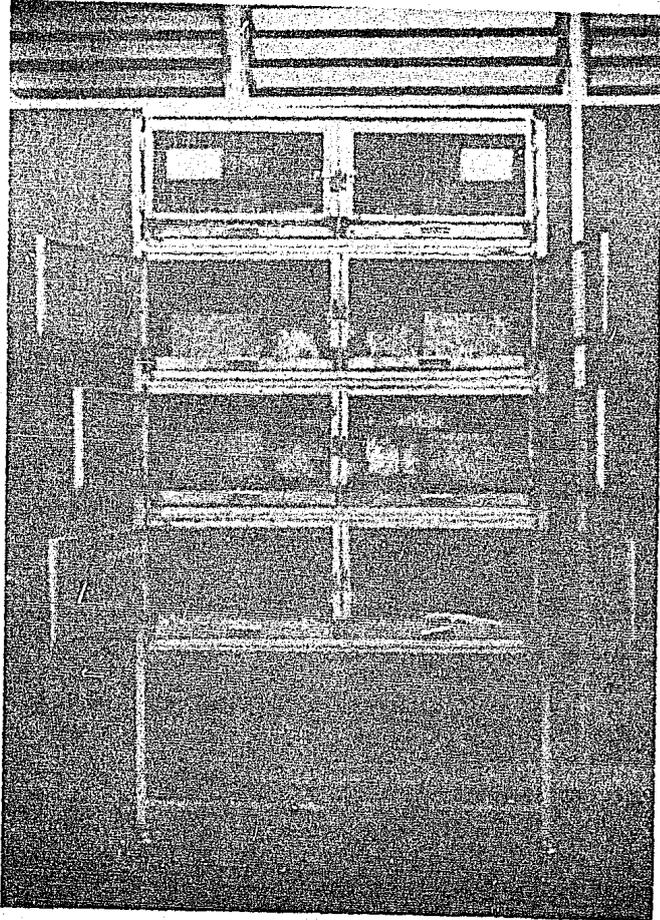


Foto 2: Jaula de Reproducción de Romerolagus diazi en el laboratorio

i) Período de Reproducción: Para estudiar el período de reproducción en su habitat natural, se utilizaron las observaciones de Romerolagus silvestres nacidos en el campo y en el laboratorio, así como las observaciones de animales capturados hasta con un peso de 135 g; así se calculó aproximadamente en cada una de las observaciones la edad, fecha de nacimiento y fecha de inicio de gestación. Los períodos de gestación se calcularon en 39 días, con base en el estudio llevado a cabo por Durrell y Mallinson (11). Se incluyen algunos datos de peso, de capturas realizadas por el Laboratorio de Biología Animal Experimental en el mes de diciembre.

j) Análisis Estadístico: El análisis estadístico empleado fue un contraste para la razón de varianza (Fisher) con una confiabilidad del 95%. Este método se aplicó al número de organismos capturados para percatarse de alguna posible diferencia entre el número de machos y de hembras que integran la población de Romerolagus en el campo. Asimismo, se aplicó a las curvas de crecimiento de los Grupos I, II y III de hembras entre sí, y de igual manera, a los grupos II y III de machos. También se usó para establecer si hay diferencia de pesos entre machos y hembras de cada grupo (II y III), así como el peso promedio alcanzado al final del experimento de los grupos II y III de ambos sexos.

III. RESULTADOS

1.- Observaciones Generales en el Campo: Durante el trabajo de campo se hicieron algunas observaciones del área de captura y de los hábitos del teporingo.

La región donde se realizaron las capturas de los conejos es una zona perturbada debido principalmente a dos causas: la primera y más importante es la quema de los zacatonales para efectos de la ganadería; esta práctica se realiza en los meses de enero a marzo; la segunda es la tala para ampliar las zonas de cultivo. Ambas actividades limitan y destruyen el habitat del zacatuche.

En cuanto a sus hábitos alimenticios, se observó en varias ocasiones que el zacatuche come la hierba pequeña que cubre el suelo de las zonas bajas desprovistas de zacatón, principalmente en las mañanas entre las 7 y las 10 hrs. y por las tardes de las 15 a las 17 hrs. En los días nublados se podían observar durante toda la mañana.

En las zonas abundantes en rocas y zacatonales se observó gran cantidad de zacatuches asoleándose o descansando sobre las rocas; al notar la presencia de un extraño, huían a esconderse debajo de los zacatonales. En esta zona fué donde se escucharon más sonidos característicos emitidos por los zacatuches.

Otro dato importante que se presenció en esta zona fué la persecución de un zacatuche por una comadreja, detrás de ésta iba otro zacatuche también corriendo muy aprisa. El zacatuche perseguido iba emitiendo fuertes chillidos, y el de atrás al notar nuestra presencia se detuvo de inmediato, quedándose inmóvil.

Nidos: Se observaron 3 nidos, 2 de éstos en el mes de junio, los cuales se encontraron en una cavidad bajo los zacatones; ambos nidos estaban acondicionados con hojas de pino secas, zacatón seco y gran cantidad de pelo de la hembra. Se encontraron 2 críos en cada uno de los nidos de aproximadamente 3 ó 4 días de edad. Una camada fué llevada al laboratorio y murió 2 días después; la otra camada fué devorada por los perros debido a que la descubrieron primero. La forma del nido que no fué atacada por los perros era de media luna con la parte central hendida, con dimensiones aproximadas de: entre 20 cm de largo por 10 cm de alto, y 40 cm de profundidad por 15 cm de alto.

El otro nido observado está fuera de lo común: se encontró en el centro de un zacatón con las hojas de este cubriéndolo; el material de nidal era el mismo de los otros 2 nidos encontrados.

2. Observaciones Generales de Laboratorio: Los conejos mostraron gran docilidad desde el momento de la captura y a través de todo el presente estudio, haciendo fácil su manejo dentro del laboratorio.

La mayoría de ellos fue mantenida en el laboratorio sin mucha dificultad y en buenas condiciones desde el inicio. Es importante hacer notar que los machos presentaron mayor nerviosismo que las hembras al inicio del cautiverio, aunque ambos sexos siempre tendían a huir al abrirse la jaula. En algunos casos los machos llegaron a provocar su muerte al golpearse la cabeza contra las paredes y techo de la jaula; en otros, las hembras solían caminar un gran lapso de tiempo por el mismo lado de la jaula.

Las hembras embarazadas capturadas y embarazadas en el laboratorio presentaban una notable tranquilidad, que las distinguía de las hembras no preñadas.

Al tratar de hacer grupos del mismo sexo para compartir una jaula común, se observó que en la mayoría de los casos dominaba uno de ellos, el cual agredía a sus compañeros llegando en algunos casos a causarles la muerte.

Se observó que una pareja de machos compartió la misma jaula sin agredirse durante 7 meses, y una de hembras durante 6 meses.

En la mayoría de los apareamientos que se realizaron en el laboratorio, las hembras agredieron a los machos hasta causarles algunas veces la muerte; en un reducido porcentaje fue a la inversa.

Hubo 3 parejas de hembra y macho que compartieron durante 7 meses la misma jaula y alimento, sin agredirse, lo cual indica que sí es posible que vivan juntos los dos sexos siempre y cuando se encuentra la pareja adecuada.

Un reducido porcentaje de animales murió por causas naturales, esto es, que no se les provocó la muerte en ninguna forma. A veces fallecieron a causa de enteritis. Al realizarse las necropsias se encontró una considerable cantidad de nemátodos y céstodos en el estómago e intestinos; sólo en pocos casos los quistes de los céstodos se encontraron en áreas diferentes como en el cuello, carrillos, hígado y riñones.

Una hembra joven capturada, presentaba el miembro posterior izquierdo desarticulado, el cual no sanó; esto puede estar relacionado con lo que reporta De Poorter et al. (8), según lo cual la presencia de miembros desarticulados en este animal puede ser debida a deficiencia de calcio durante el crecimiento o a causas genéticas.

Algunas hembras presentaban después de cierto tiempo de permanencia en el laboratorio, el pelo áspero y de aspecto grasoso, la causa de estos cambios aún no está aclarada.

3. Captura de los Animales Silvestres

Los resultados obtenidos de las capturas mensuales se encuentran en la Tabla I, los cuales se resumen a continuación:

1.- Se capturaron un total de 70 conejos silvestres, 32 machos y 38 hembras, en 19 trabajos de campo.

2.- Durante los meses de estudio el porcentaje de capturas fué mayor para las hembras, excepto en el mes de mayo, que fué mayor para los machos.

3.- Se observó un incremento en los porcentajes de animales capturados en los meses de mayo y junio, con respecto a los demás meses.

4.- El porcentaje total de animales capturados fué 8.8% mayor para las hembras que para los machos.

Los resultados mostraron que se capturaron mayor número de hembras que de machos.

T A B L A 1

Número y Porcentaje Mensual de Animales Silvestres Capturados.

MES	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		TOTAL	
Número Total de Capturas.	3		5		4		5		2		19	
Número Total de Animales Capturados.	11		9		26		21		3		70	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	5	6	4	5	14	12	8	13	1	2	32	38
Porcentaje total y por sexos de animales capturados.	15.7		12.9		37.1		30.0		4.3		100	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	7.1	8.6	5.7	7.2	20.0	17.1	14.4	18.6	1.4	2.9	45.6	54.4

4. Crecimiento

A.- Peso a la captura: Los resultados del peso de los animales a la captura, se muestran en la Tabla 2 y se resumen así:

1.- En ambos sexos, los pesos individuales mínimos fueron más bajos en los meses de mayo, junio y julio.

2.- El peso individual mínimo de machos y hembras es similar en los meses de marzo y junio; en mayo y julio es mayor para los machos, mientras que en abril lo es para las hembras.

3.- El peso individual máximo durante todo el período de estudio siempre fué considerablemente mayor para las hembras.

4.- El peso promedio es mayor para las hembras en todos los meses estudiados, excepto en el mes de junio que corresponde a los machos, debido a que en este mes se capturaron un mayor número de hembras muy jóvenes.

En relación con los sexos a la captura, estos resultados muestran: 1. No hay diferencias consistentes en los pesos individuales mínimos de cada mes; 2. En los pesos individuales máximos, las hembras exhiben un peso considerablemente mayor que el de los machos; 3. Los pesos promedio son más altos en las hembras, excepto en el mes de junio.

T A B L A 2

Peso a la captura, en gramos, de los animales silvestres.

MES	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
No. de Animales Capturados.	5	6	4	5	14	12	8	13	1	2
Peso Individual Mínimo.	473	474	378	404	216	176	88	88	135	85
Peso Individual Máximo.	583	638	491	648	554	609	560	678	---	237
Peso Promedio.	500.2	555.33	431.25	551.8	440.57	452.41	382.62	364.38	---	206

B.- Curvas de Crecimiento: Los resultados obtenidos en las curvas de crecimiento se observan en las Figuras 3, 4, 5 y 6 y se resumen en las Tablas 3, 4 y 5. Estos resultados muestran:

1. No se puede comparar el crecimiento de los jóvenes (Grupo I), debido a que no hay Grupo I de machos.

En el grupo de las hembras jóvenes (Fig. 4) hay un ligero descenso de peso durante las 2 primeras semanas de cautiverio; en la 3a. se observa una recuperación, seguida de un ligero descenso de peso en la 4a. semana. A partir de la 5a. semana se nota un aumento progresivo de peso hasta la 38a. semana donde se obtiene un Peso promedio de 501 g. De la 38a. a la 57a. semana se establece un crecimiento en meseta ("plateau"). Dentro de esta meseta se encuentra el peso individual máximo en la 56a. semana y corresponde a 626 g.

En la 58a. y la 59a. semana hubo un nuevo ascenso de peso promedio (PP) que llegó hasta 551 g; de aquí en adelante se estableció nuevamente un plateau hasta el final del experimento. Dentro de este último período de crecimiento se encuentran el PP final de 544 g y el peso final individual máximo de 617 g.

2. Al comparar el crecimiento de los adultos jóvenes (Grupo II, Fig. 5) de ambos sexos se observa:

a) El PP a la captura es mayor para los machos (472 g) que para las hembras (449 g) con una diferencia de 23 g.

b) En la 1a. semana de cautiverio ambos sexos aumentaron de pe

so; sin embargo, en la 3a. semana presentaron una apreciable disminución de peso, la cual siguió hasta la 4a. semana en los machos.

A partir de la 5a. semana en los machos y de la 4a. en las hembras empieza un aumento progresivo de peso hasta la 15a. semana.

c) En los machos jóvenes en la 15a. semana se alcanza un PP de 515 g; a partir de esa semana se establece un crecimiento en plateau hasta el final del experimento. Dentro de esta parte del crecimiento se encuentra el Peso individual máximo de 609 g que se alcanza en la 19a. semana de cautiverio. En la 47a. semana se alcanza el PP máximo de 546 g.

d) En las hembras jóvenes a partir de la 10a. semana (PP de 496 g) se estableció un crecimiento en meseta hasta el final del experimento. Dentro de esta fase del crecimiento tenemos el Peso individual máximo de 615 g, que se alcanza en la 16a. semana y el PP máximo de 523 g que se localiza en la 41a. semana.

e) Comparando el crecimiento en los dos sexos de los adultos jóvenes, vemos que: el peso individual máximo es solo ligeramente mayor para las hembras (615 g) ya que el de los machos es de 609 g. El PP máximo obtenido en los machos (546 g) fue un poco mayor que el de las hembras (523 g). El PP final alcanzado por los machos (511 g) fue casi el mismo que el de las hembras (502 g). El Peso final individual máximo de los machos (561 g) fue prácticamente el mismo que el de las hembras (562 g).

3. Al comparar el grupo de los adultos (Grupo III, Fig. 6) tenemos lo siguiente:

a) El PP a la captura es mayor para las hembras (573 g), que para los machos (557 g), con una diferencia de 16 g.

b) Los machos adultos manifestaron un descenso de peso durante las 3 primeras semanas de cautiverio (Fig. 3 y 6), a partir de las cuales, se nota un aumento progresivo de peso hasta la 7a. semana, cuando alcanzan el PP máximo de 583 g. De aquí en adelante se establece un crecimiento en plateau hasta el fin del experimento. En la 11a. semana se alcanzó el Peso individual máximo de 611 g. Debemos mencionar aquí que la curva de crecimiento de los machos fue considerablemente mas corta que la de las hembras debido a la muerte de la mayoría de ellos.

c) Las hembras adultas manifestaron un aumento de peso en la 1a. semana (37 g), seguido de una disminución progresiva del mismo hasta la 4a. semana. A partir de la cual se establece un crecimiento en plateau hasta el final del estudio. En la 20a. semana se alcanza el Peso individual máximo que corresponde a 710 g. El Peso Promedio máximo que fué de 610 g, se observó en la 1a. semana.

d) Comparando el crecimiento de los adultos de ambos sexos, vemos que: el peso individual máximo de las hembras (710 g) fue considerablemente mayor que el de los machos (611 g). El PP máximo de las hembras (610 g) es ligeramente mayor que el de los machos (583 g). Por otra parte, tenemos que el PP final de las hembras (581 g) es ca

si igual que el de los machos (573 g). El Peso final individual máximo de las hembras (616 g) fue apreciablemente mayor que el de los machos (584 g), con una diferencia de 32 g.

C.- Análisis Estadístico: Los resultados del análisis estadístico se presentan en la Tabla 5, en la cual se observa lo siguiente:

1.- No presentan una diferencia significativa entre:

- a) El número de hembras y machos capturados,
- b) el grupo II del grupo III de machos (Fig. 3),
- c) hembras y machos del grupo II,
- d) hembras y machos del grupo III,
- e) los pesos promedio alcanzados al final por las hembras y los machos del grupo II.
- f) los pesos promedio alcanzados al final por las hembras y machos del grupo III.

2.- Presentan una diferencia significativa entre (Fig. 4):

- a) los grupos I y II de hembras,
- b) los grupos I y III de hembras,
- c) los grupos II y III de hembras.

T A B L A 3

Resumen del crecimiento por sexos y grupos.
 (PPC = Peso promedio a la captura, PIM = Peso individual máximo, PPM = Peso promedio máximo, PPF = Peso promedio final, PFIM = Peso final individual máximo).

Sexo	MACHOS			HEMBRAS		
Grupo	I	II	III	I	II	III
PPC	---	472	557	215	449	573
PIM	---	609	611	626	615	710
PPM	---	546	553	551	523	610
PPF	---	511	573	544	502	581
PFIM	---	561	584	617	562	616

T A B L A 4

Incremento de crecimiento de los diversos grupos en ambos sexos, durante todo el período estudiado.

Semanas	GRUPOS					
	MACHOS			HEMBRAS		
	I	II	III	I	II	III
1	---	10	-22	-35	64	49
2	---	12	5	14	-74	-27
3	---	-24	-33	27	-17	21
4	---	-40	7	-25	15	-16
5	---	5	35	13	11	34
6	---	38	30	33	5	6
7	---	3	4	19	-3	-15
8	---	12	-7	18	7	-4
9	---	0	-11	1	13	-2
10	---	12	0	4	11	-16
11	---	1	-5	12	-1	6
12	---	9	-22	29	2	-4
13	---	4	18	13	8	3
14	---	6	-7	8	1	-4
15	---	3	-3	13	5	6
16	---	-18	7	-3	-10	10
17	---	-3	-14	9	-5	-2
18	---	18	20	13	-3	10
19	---	-6	2	9	10	-8
20	---	-1	6	15	-1	17
21	---	-6	3	14	11	-11
22	---	9	-4	14	-9	-1
23	---	-6	1	6	3	5
24	---	-3	-5	-1	-9	-2
25	---	4	4	6	2	-3
26	---	4	10	1	2	-3
27	---	-6	3	4	4	-3
28	---	2	-5	9	9	7
29	---	4	-3	1	-6	2
30	---	-3	2	-1	-6	5
31	---	7	---	9	-3	5
32	---	-4	---	6	3	8
33	---	6	---	7	4	3
34	---	9	---	-5	6	-2
35	---	-3	---	13	5	1
36	---	7	---	0	1	-3

TABLA 4: Continuación

Semanas	GRUPOS					
	MACHOS			HEMBRAS		
	I	II	III	I	II	III
37	---	-2	---	-10	-9	-9
38	---	2	---	26	13	2
39	---	9	---	-3	1	2
40	---	-2	---	-9	3	7
41	---	4	---	17	11	-2
42	---	-16	---	-5	-12	12
43	---	13	---	4	1	2
44	---	5	---	15	-10	4
45	---	-5	---	-2	2	-5
46	---	-1	---	6	-4	9
47	---	16	---	3	0	-1
48	---	-20	---	4	12	-5
49	---	8	---	3	-7	1
50	---	-16	---	1	-31	-5
51	---	-10	---	-7	-17	-6
52	---	4	---	4	12	1
53	---	4	---	9	10	-2
54	---	0	---	-5	0	-8
55	---	5	---	5	5	13
56	---	-12	---	3	15	6
57	---	-19	---	-8	-8	2
58	---	18	---	50	-16	-6
59	---	7	---	-14	14	-13
60	---	1	---	-5	1	---
61	---	7	---	2	9	---
62	---	9	---	5	3	---
63	---	-9	---	-9	3	---
64	---	1	---	8	1	---
65	---	3	---	5	3	---
66	---	15	---	9	13	---
67	---	2	---	-7	-12	---
68	---	2	---	---	---	---
69	---	-3	---	---	---	---
70	---	-7	---	---	---	---
71	---	-13	---	---	---	---
72	---	20	---	---	---	---
73	---	-21	---	---	---	---

T A B L A 5

Resultados obtenidos del análisis estadístico.

F cal. = F calculada; F Tab. = F de Tablas.

($F_{1-\alpha/2}$ y $F_{\alpha/2}$); DS = Diferencia significativa.

Contraste de Hipótesis aplicado a:	Valores			
	F cal	$F_{\alpha/2}$	$F_{1-\alpha/2}$	DS
Diferencia entre número de hembras y machos capturados	0.9306	0.5154	1.94	NO
Diferencia de peso entre los grupos I y II de hembras	26.4525	0.5988	1.67	SI
Diferencia de peso entre los grupos II y III de hembras	2.8297	0.5988	1.67	SI
Diferencia de peso entre los grupos I y III de hembras	74.8531	0.5988	1.67	SI
Diferencia de peso entre los grupos II y III de machos	1.6305	0.5154	1.94	NO
Diferencia de peso entre hembras y machos del grupo II	0.9181	0.5988	1.67	NO
Diferencia de peso entre hembras y machos del grupo III	0.5291	0.5154	1.94	NO
Diferencia de peso promedio final entre machos y hembras del grupo II	3.8661	0.0259	38.51	NO
Diferencia de peso promedio final entre machos y hembras del grupo III	4.3330	0.0255	39.17	NO

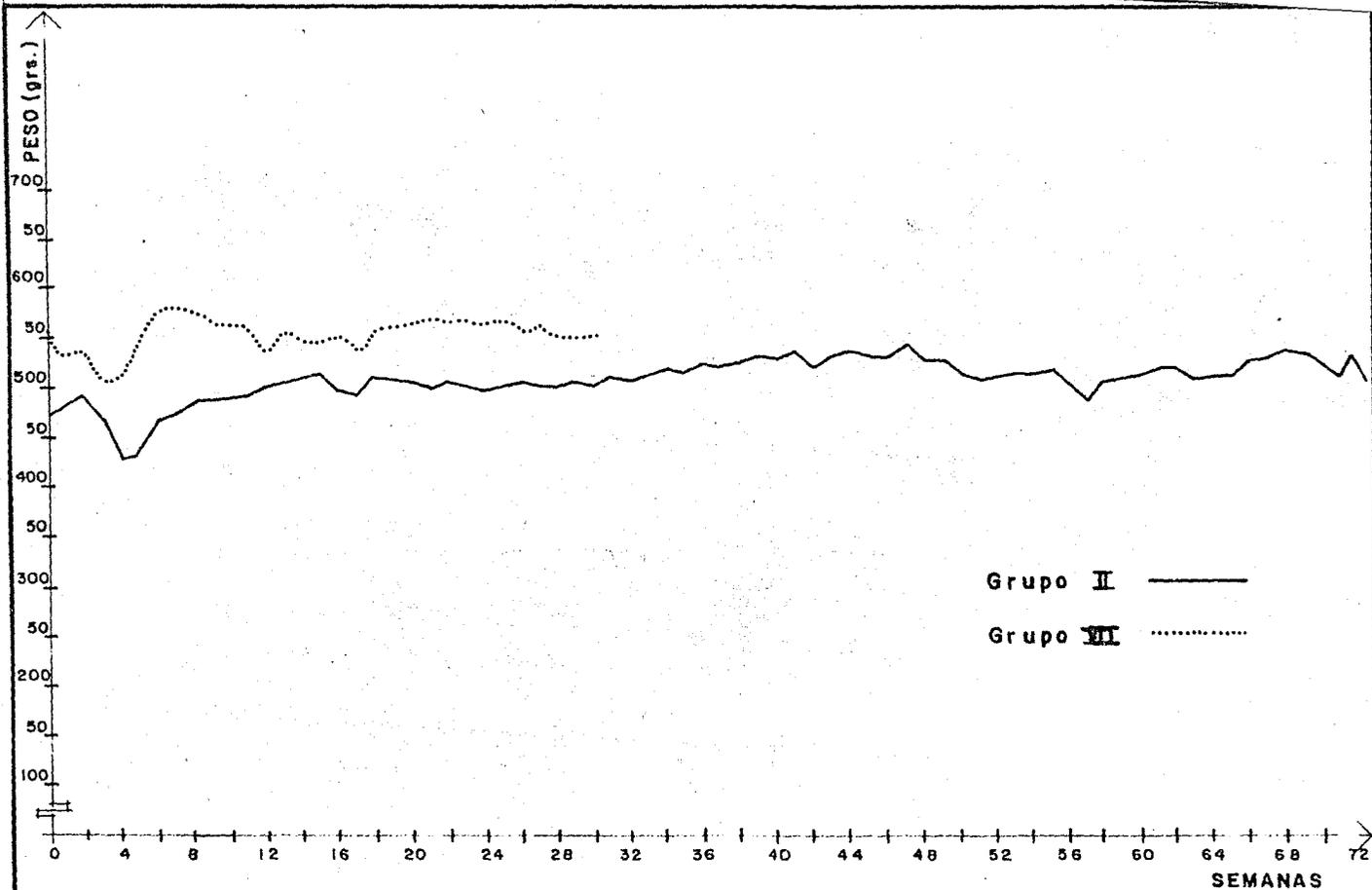


Fig. 3 : Curvas de Crecimiento de los zacatuches silvestres, machos de los Grupos II y III, en el Laboratorio.

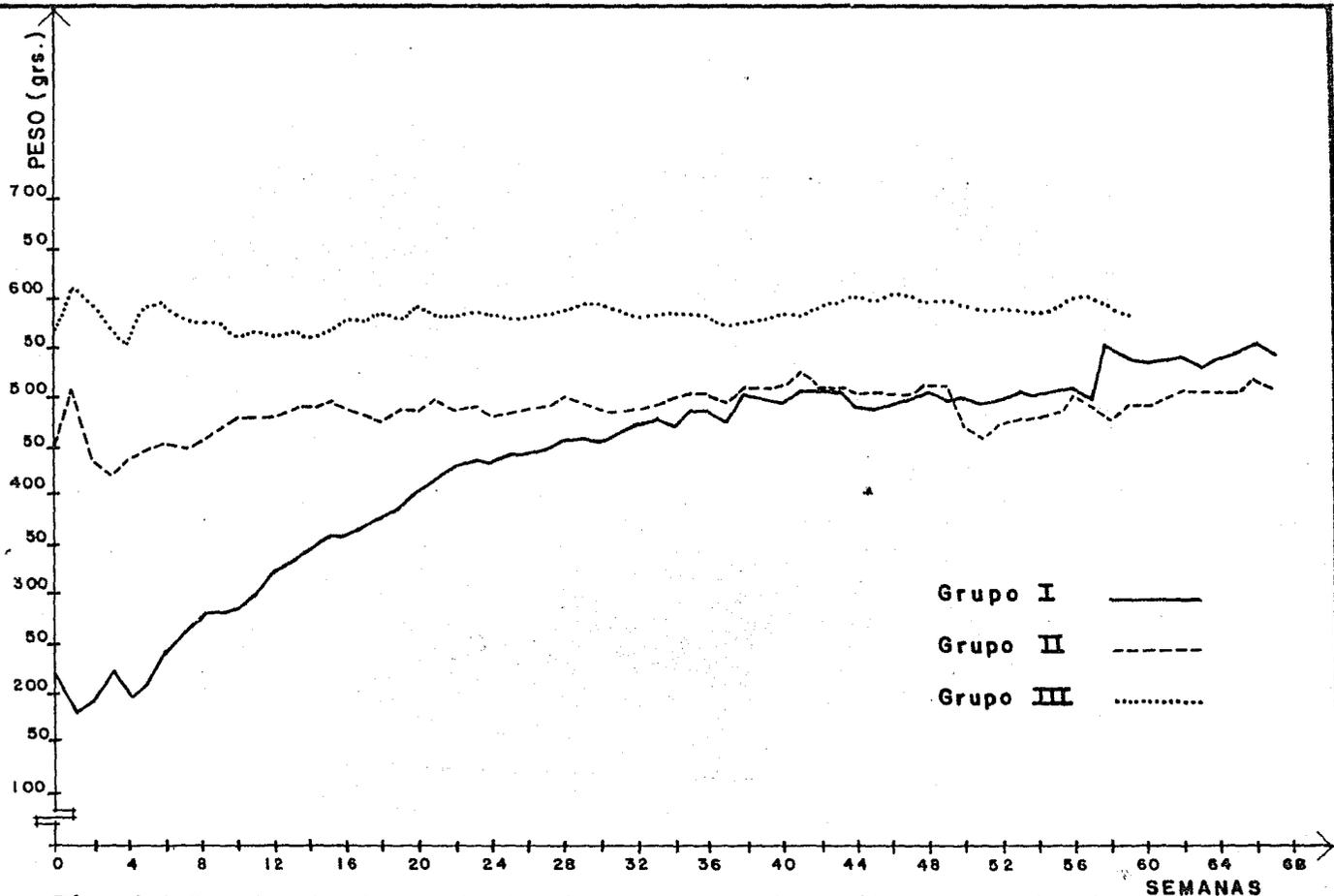


Fig. 4 : Curvas de Crecimiento de los zacatuches silvestres , hembras , de los Grupos I, II, III, en el Laboratorio.

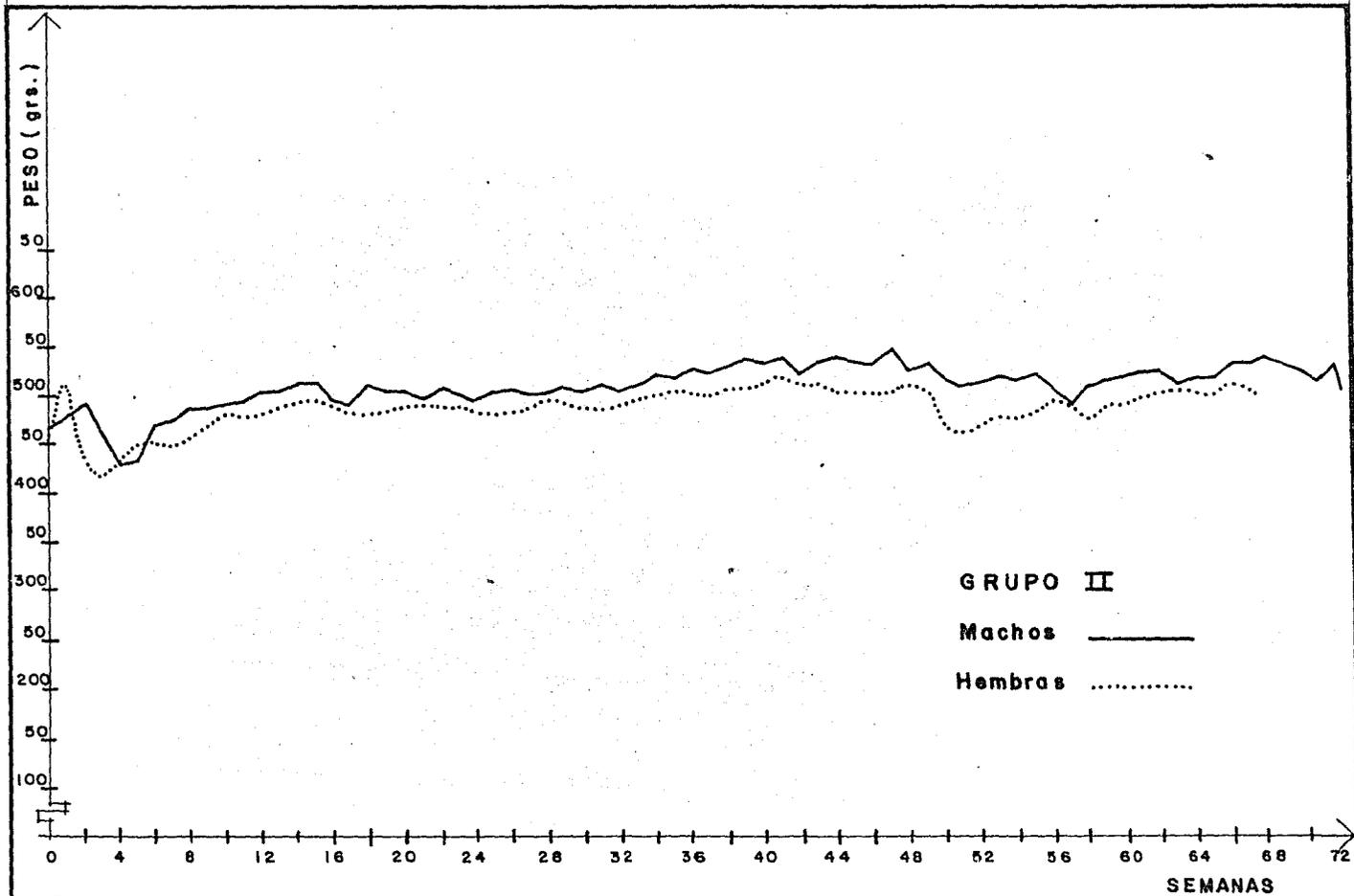


Fig. 5 : Curvas de Crecimiento de zacatuches silvestres , de ambos sexos del Grupo II, en el Laboratorio.

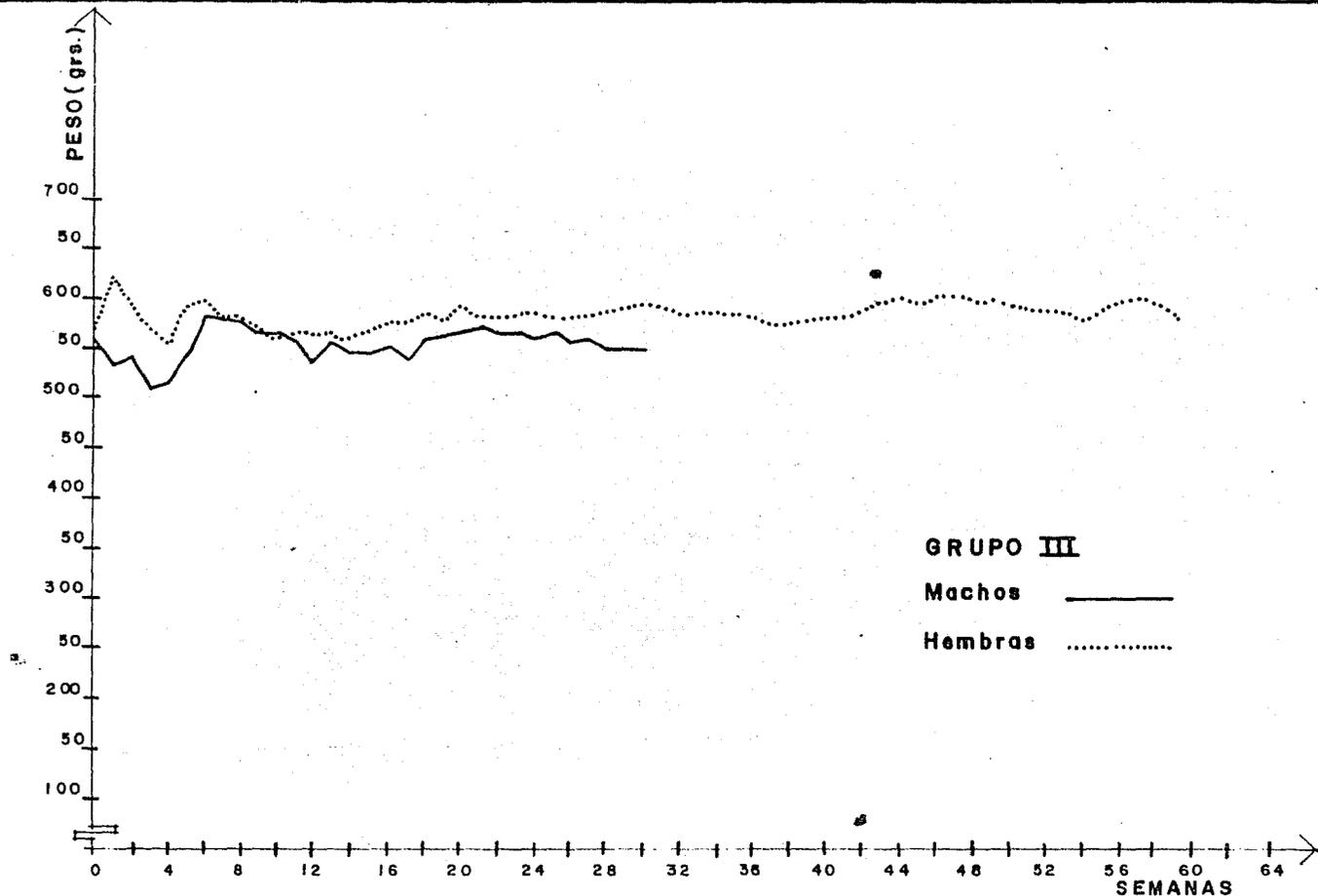


Fig. 6: Curvas de Crecimiento de los zacatuches silvestres, de ambos sexos del Grupo III, en el Laboratorio.

5. Reproducción

A.- Hembras capturadas embarazadas: La relación de estas hembras se observa en la Tabla 6, de donde se obtienen los siguientes datos:

1.- Durante casi todo el período de captura (marzo a julio) se capturaron hembras embarazadas. De un total de 38 hembras capturadas (100%), 8 estaban embarazadas (21.05%).

2.- El mayor porcentaje de hembras embarazadas capturadas fue en mayo, con 37.5%; para los meses de abril y junio fue de 25%, y 12.5% en marzo.

3.- El total de hijos nacidos, incluyendo a los muertos, fue de 16.

4.- El número de hijos por camada fue de 1 a 3, con un promedio de 2.

5.- El período de supervivencia de los gazapos nacidos en el laboratorio, fue de 1 a 3 días; se observó claramente que esta corta supervivencia fue debida al abandono de la cría por parte de las madres. Aquí se debe mencionar que las hembras capturadas embarazadas no hicieron nidos a pesar de tener aserrín a su disposición, habiendo parido en cualquier parte de la jaula.

6.- En algunos casos el peso a la captura fue mayor que el que presentaron antes del parto, el cual siempre produjo hijos vivos.

T A B L A 6

Hembras capturadas embarazadas y número de hijos por camada

1979 Mes	Número de Hembras capturadas embara zadas	%	Número de hijos por camada	Hijos nacidos		Días de Super vivencia	Días transcurridos desde la captura al Parto
				Vivos	Muertos		
Marzo	1	12.5	2	2		3	18
Abril	2	25	2	2		1 y 2	7
			2	2		1	18
Mayo	3	37.5	2		2	- - - -	3
			2	2		1 y 3	39
			2	2		2	36
Junio	2	25	1		1	- - -	5
			3	3		2 y 3	20
Julio	0	0	0	-	-	- - -	--

B.- Apareamientos: Los datos de los apareamientos en el laboratorio, se resumen en las Tablas 7 y 8, respectivamente. Al compararlas obtenemos lo siguiente.

1.- Se aparearon 19 machos y 24 hembras, dando un total de 31 apareamientos. Se mantuvieron juntos hasta la muerte de alguno de los dos, o hasta la preñez de la hembra, indicada por el aumento de peso. Al poner la pareja en una jaula, la mayoría de las veces la hembra agredió al macho, algunas veces hasta causarle la muerte; sólo en unos pocos casos fue a la inversa.

2.- Hubo un alto porcentaje de mortalidad de los machos por pelea durante el apareamiento (78.95%), y sólo el 21.05% sobrevivió; a la inversa, en las hembras sobrevivió el 75% y pareció el 25%.

3.- La mayoría de los machos (68.42%) sólo se apareó una vez. Hubo un caso en el que un macho se apareó 5 veces, debido a que agredía y mataba a sus parejas; en su sexto apareamiento, por el contrario, fue muerto por la hembra (Tabla 7).

4.- En las hembras el 79.16% corresponde a un solo apareamiento, habiendo sólo 2 hembras que se aparearon 3 veces y corresponde a 8.34% (Tabla 8).

T A B L A 7

Relación del No. total de apareamientos en machos.

	No.	%
Total de machos apareados	19	100
machos apareados 1 vez	13	68.42
machos apareados 2 veces	2	10.53
machos apareados 3 veces	3	15.79
machos apareados 5 veces	1	5.26
machos muertos por Apareamiento	15	78.95
machos vivos después de los Apareamientos	4	21.05
Total de Apareamientos	31	

T A B L A 8

Relación del No. total de apareamientos en hembras.

	No.	%
No. hembras apareadas	24	100
No. hembras apareadas 1 vez	19	79.16
No. hembras apareadas 2 veces	3	12.5
No. hembras apareadas 3 veces	2	8.34
hembras muertas por apareamiento	6	25
hembras vivas después del Apareamiento	18	75

C.- Hembras Embarazadas en el Laboratorio: Ante todo se debe mencionar que todas las hembras embarazadas que se reportan hicieron nidos con una combinación de aserrín y pelo de la propia hembra dentro del nido metálico de las jaulas de reproducción. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 9 y 10.

1.- De un total de 31 apareamientos (100%) efectuados en el laboratorio, se obtuvieron 3 partos, que corresponden al 9.68% (Tabla 9).

2.- En un caso (madre 8, Tabla 10) se estableció con seguridad que el parto tuvo lugar 39 días después del apareamiento.

3.- Se obtuvo un total de 8 gazapos procedentes de las 3 madres, con un promedio de 2.7 hijos por camada.

4.- La supervivencia de las camadas fué variable: para 2 de ellas fué de 2 a 4 días, mientras que para la otra fué más amplia, alcanzando 13, 14 y 15 días de vida cada hijo (Tabla 10).

En esta última camada los 3 hijos alcanzaron un peso de 61 g, 80 g y 82 g, siendo hembra el primero, y machos los otros dos. Fueron amamantados por la madre aparentemente de manera normal y aproximadamente a los 10 días de nacidos empezaron a comer también de la conejina, lechuga y zanahoria, que estaba a disposición de la madre.

Al morir los 3 miembros de esta camada, que habían sobrevivido 13, 14 y 15 días respectivamente, se les hizo la necropsia y se observó que en todos los animales el estómago contenía leche en forma

T A B L A 9

Porcentaje de embarazos y promedio de hijos por camada

Total de apareamientos	31	100%
Embarazos	3	9.68%
Promedio de hijos por camada	2.7	

T A B L A 10

Relación de hembras embarazadas en el laboratorio.

Número de la madre	Número de hijos	Días de Supervivencia	Días entre Apareamiento y parto
2	2	4	?
8	3	13, 14, y 15	39
16	3	2 y 3	?

de grumos blancos, así como porciones de conejina, lechuga y zanahoria, que formaban una masa semisólida; pero el hallazgo más importante en el estómago fué la presencia de una bola de pelo materno a nivel del píloro, que como tapón obstruía completamente el paso del alimento al duodeno. Además, tanto el intestino delgado como el grueso se presentaban completamente vacíos, este cuadro patológico nos hizo concluir que los tres conejos habían muerto por inanición.

D.- Período de Reproducción: Los resultados sobre el período de reproducción se encuentran en las Tablas 11 y 12, las cuales se resumen de la siguiente manera:

1.- Las 8 observaciones de los conejos nacidos en el campo y en el laboratorio indican que las fechas aproximadas de embarazo para cinco de ellas corresponden a la primavera y las tres restantes a fines de invierno, (Tabla 11).

2.- La Tabla 12 nos muestra las 8 observaciones de los conejos silvestres nacidos en el campo y capturados con un peso hasta de 135 g, a los que se les calculó su fecha aproximada de nacimiento y de inicio de gestación, cuyas edades aproximadas oscilan entre los 13 y los 18 días. El inicio de la gestación en 6 de las observaciones fue en la primavera y las dos restantes en el otoño.

Estos resultados demuestran que el período de reproducción de Romerolagus también incluye el otoño, además de los fines de invierno, primavera y principios de verano reportado por otros investigadores.

T A B L A 11

Períodos de reproducción de *Romerolagus silvestres* nacidos en el campo y en el laboratorio.

	Obsv. No.	FAN	FAIG	FN	FAIG	Estación
Conejos nacidos en el campo	1	13 junio	6 mayo			Primavera, 1979.
	2	20 junio	30 mayo			Primavera, 1979.
Conejos nacidos en el laborato- rio, de madres silvestres	1			10 abril	3 marzo	Fines de invierno, 1979.
	2			10 abril	9 marzo	Fines de invierno, 1979.
	3			16 mayo	9 abril	Fines de invierno, 1979.
	4			16 junio	9 mayo	Primavera, 1979.
	5			23 junio	16 mayo	Primavera, 1979.
	6			11 julio	3 junio	Primavera, 1979.

FAN: fecha aproximada de nacimiento; FAIG: fecha aproximada del inicio de gestación; FN fecha de nacimiento.

T A B L A 12

Períodos de reproducción de *Romerolagus silvestres* nacidos en el campo, capturados con un peso hasta de 135 g.

Obsv.	FC	PC	EA	FAN	FAIG	Estación
1	2 junio	134 g	18 días	16 mayo	8 abril	Primavera, 1979.
2	2 junio	88 g	13 días	21 mayo	13 abril	Primavera, 1979.
3	9 junio	122 g	17 días	24 mayo	16 abril	Primavera, 1979.
4	30 junio	88 g	13 días	18 junio	11 mayo	Primavera, 1979.
5	7 julio	135 g	18 días	20 junio	13 mayo	Primavera, 1979.
6	12 julio	85 g	13 días	30 junio	23 mayo	Primavera, 1979.
7	30 Nov.	130 g	18 días	13 Nov.	6 octubre	Otoño, 1979.
8	2 Dic.	125 g	17 días	16 Nov.	9 octubre	Otoño, 1979.

FC: fecha de captura; PC: peso a la captura; EA: edad aproximada; FAN: fecha aproximada de nacimiento; FAIG: fecha aproximada del inicio de la gestación.

IV. DISCUSION

El presente trabajo es el primer estudio experimental controlado sobre el crecimiento del zacatuche que se reporta; por lo tanto no existen fuentes precedentes con las cuales se puedan comparar los resultados de nuestro trabajo. Los estudios in extenso realizados por Rojas (40) y Cervantes (6) no contienen datos sobre este aspecto de la biología del zacatuche.

Podemos comentar brevemente los siguientes resultados del presente estudio:

A) Crecimiento

1.- Los machos capturados adultos jóvenes (30lg a 500g) recién ten menos que los adultos (50lg en adelante) los primeros días de cautiverio, ya que los mas jóvenes continuan aumentando de peso durante las primeras semanas en el laboratorio, mientras que las de más edad disminuyen de peso inmediatamente después de la captura; esto sucede durante unas pocas semanas antes de que tanto los jóvenes como los adultos entren en crecimiento de "plateau", lo cual significa que en ambos casos el cambio ambiental -condiciones de laboratorio- les impide incrementar más el crecimiento como lógicamente lo harían si estuvieran en su habitat natural.

Por el contrario, con las hembras parece que ocurre el fenómeno contrario, es decir que las jóvenes recién ten más en cuanto a crecimiento los primeros días de captura que los adultos jóvenes y adul--

tos. Pero en ambos sexos se nota que el cautiverio estanca notoriamente el crecimiento ya que en machos y hembras jóvenes y adultos jóvenes se presenta un plateau prematuro.

2.- En relación con el crecimiento comparativo en los dos sexos los resultados muestran que en Romerolagus el crecimiento del macho y la hembra es esencialmente el mismo; confirmado por el análisis estadístico. Por otra parte en lo que si se encuentra diferencia es en los pesos individuales máximos, siendo estos apreciablemente mayores en las hembras.

B) Reproducción

1.- Las hembras embarazadas capturadas que parieron en el laboratorio no construyeron nido, pariendo así en el piso de la jaula. Esto fue debido muy probablemente a una alteración en el comportamiento materno, causado por el reciente cautiverio en que se encontraban, lo que condujo al abandono y muerte de los gazapos. Otras abortaron días después de la captura, posiblemente por el súbito traslado a las condiciones de cautiverio. Por otra parte, las hembras embarazadas presentaban una tranquilidad característica, la cual difería notablemente de las hembras no preñadas. Sin embargo algunas hembras embarazadas no escaparon de sufrir consecuencias provenientes de su cautiverio, tales como la pérdida inicial de peso, que se expresó al presentar un peso mayor al ser capturadas que cuando parieron.

2.- En relación con los apareamientos en el laboratorio, se obtuvieron sólo 3 hembras preñadas de un total de 31 apareamientos

(9.68%); este reducido porcentaje de preñez pudo haber sido causado por la muerte de la mayoría de los machos al ser atacados por la hembra durante el apareamiento, y por un porcentaje menor de hembras (25%) atacadas de igual manera por los machos. Esto también puede estar posiblemente relacionado a que la hembra rechace al macho por causas externas tales como el manejo de ésta para el cambio de jaula, etc. Además, el factor más importante que aquí se debe mencionar como causa del muy bajo número de preñeces de las hembras mantenidas en jaulas de laboratorio, es precisamente el muy reducido espacio de las jaulas que se usaron lo cual, como es sabido impide la actividad física, perturba notoriamente la fisiología endócrina, que trae como consecuencia anomalías del ciclo estral y el rechazo a la cópula. A este respecto, Adams (1) reporta para Oryctolagus, Lepus y Silvilagus silvestres, que para su reproducción en cautiverio al comienzo requieren de un amplio espacio, ya que de otra manera no se cruzarán. Esto nos indica que para el éxito de futuras investigaciones sobre reproducción de Romerolagus en cautiverio, se debe comenzar por un período más o menos largo durante el cual los animales por aparearse deben mantenerse en áreas de considerables dimensiones en las cuales los animales pueden moverse con cierta amplitud definida. Sólo después de un tiempo considerable de lograr reproducir Romerolagus en esta forma, se puede pasar progresivamente al uso de jaulas de laboratorio para lograr permanentemente la reproducción de este animal en condiciones de laboratorio más restringidas.

3.- El número de hijos por camada tanto para las hembras embarazadas en el campo, como para las apareadas en el laboratorio fué de 1 a 3 hijos, con un promedio total de 2.2. Esto confirma lo ya reportado por Rojas (40), Villa (52), Cervantes (6), Durrell y Mallinson (11) y De Poorter y Van der Loo (8).

De las observaciones hechas acerca de las 3 hembras embarazadas en el laboratorio, una de ellas parió a los 39 días; esto indica que el período de gestación de esta hembra se encuentra dentro del rango de 38 a 40 días, lo cual coincide con lo reportado por otros investigadores (11, 8, 6). Sin embargo se hacen necesarias futuras investigaciones para establecer con más precisión el verdadero período de gestación de este animal.

4.- De los ocho gazapos nacidos en el laboratorio sólo tres sobrevivieron de 13 a 15 días; la muerte de éstos fue por inanición causada por el taponamiento del píloro por pelo proveniente del nido. Siendo que estos gazapos ingirieron tanto la leche materna como del alimento disponible para la madre (conejina, zanahoria y lechuga), la ingestión del pelo del nido que formó el tapón en el píloro debió ser causada por alguna anomalía de comportamiento alimenticio de no clara explicación al presente.

Los gazapos de las otras 2 madres, a pesar de que tuvieron sus nidos perecieron también de inanición provocada por la falta de alimento, dado que las madres no amamantaron a sus hijos.

5.- En cuanto al período de reproducción en su habitat natural,

se confirmó que los fines de invierno y la primavera son estaciones de reproducción del zacatuche, como lo mencionan en sus trabajos Davis (7), Rojas (40), Villa (52), Leopold (33), Durrell y Mallinson (11). Además, el presente estudio estableció al otoño como otra estación de reproducción del teporingo. Por otra parte, López y Cervantes (34), han reportado que en el zacatuche la reproducción tiene lugar principalmente entre enero y abril pero con un rango de diciembre a julio. Relacionado con esto, Williams (53) dice que los conejos silvestres se cruzan todo el año, pero la velocidad de concepción y niveles de producción son más bajos en el otoño y en el invierno. Esto puede estar relacionado a la atrofia estacional de los órganos de reproducción o al período de muda y recrecimiento del pelaje de invierno. Respecto a este mismo punto, Adams (1) menciona que en las Islas Británicas la estación de reproducción de los conejos silvestres es en plena primavera y principios de verano, aunque el embarazo puede ocurrir en cualquier época del año. Con respecto al zacatuche, Cervantes (6) menciona que los machos presentan los testículos escrotados y el pene extensible durante todo el año.

Siendo que el presente trabajo representa el primer estudio experimental sobre el crecimiento del zacatuche, y uno de los primeros sobre su reproducción es claro que en relación con el crecimiento y reproducción de Romerolagus todos estos trabajos representan sólo el comienzo de las investigaciones que ha este respecto se deben llevar a cabo sobre este animal.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones fundamentales del presente estudio sobre el crecimiento y la reproducción del Conejo de los Volcanes silvestre en el laboratorio, pueden enumerarse así:

1.- Se confirma que el conejo de los volcanes es muy dócil y fácil de manejar desde la captura, y que puede ser mantenido en el laboratorio en buenas condiciones sin mucha dificultad.

2.- En cuanto a los animales silvestres, el crecimiento en el laboratorio de los adultos jóvenes y adultos de ambos sexos, es esencialmente el mismo.

3.- El peso individual máximo alcanzado por los adultos jóvenes fue aproximadamente el mismo en machos y hembras.

4.- El peso individual máximo alcanzado por los adultos fue considerablemente mayor para las hembras que para los machos.

5.- En el laboratorio, en ambos sexos el cautiverio estanca el crecimiento, ya que los jóvenes y los adultos jóvenes presentan una curva de crecimiento en "plateau" prematuro.

6.- Se confirma que el promedio de hijos por camada es de 2.2 (1 a 3).

7.- Se confirma que el período de gestación es entre 38 y 40 días, y se sugiere la importancia de establecer de manera más exacta el período de gestación de este animal.

8.- Se confirma que el invierno y la primavera son estaciones de reproducción del zacatuche, y además se establece que en el otoño también tiene lugar la reproducción de este animal.

9.- Se observa que la reproducción del zacatuche silvestre en jaulas standard de laboratorio es extremadamente baja, y se sugiere que las futuras investigaciones sobre reproducción de este animal se hagan, como ya se han realizado con otros conejos silvestres, en recintos más o menos amplios, para que la actividad física no se vea impedida y así no haya una perturbación endócrina que conduzca a anomalías del ciclo estral y de la cópula.

CUARTA PARTE

RESUMEN GENERAL Y BIBLIOGRAFIA

1) Resumen General

El presente trabajo reporta el primer estudio sobre el crecimiento en el laboratorio del zacatuche silvestres, así como algunos aspectos de su reproducción; consta de las siguientes partes:

Primera Parte: Contiene una revisión bibliográfica general de la Biología de los Lagomorphos, características básicas de los Lepóridos, y se incluye el uso de los conejos como animales de laboratorio.

Segunda Parte: Presenta una revisión general de la literatura publicada hasta hoy sobre el conejo de los volcanes, la cual abarca los diversos aspectos biológicos de este animal.

Tercera Parte: Corresponde a la sección experimental, que comprende el Objetivo, Material y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones de este trabajo.

Para la realización de este estudio, se capturaron 70 conejos (31♂ y 39♀) en el Cerro Pelado, ubicado en la subdelegación de Parres, Tlalpan, México, D. F., durante el tiempo reportado como período de reproducción (marzo a julio de 1979). Fueron mantenidos individualmente en jaulas de hierro galvanizado, las cuales fueron de dos tipos (mantenimiento y reproducción); la dieta de mantenimiento fué conejina (Purina Laboratory Chow for Rabbits), suplementada con zanahoria, lechuga y alfalfa; como bebida se les dió agua corriente. La temperatura y la humedad fueron las ambientales. Los períodos de luz, los naturales.

A partir de la captura los animales se pesaron dos veces por semana. Considerando este parámetro y las observaciones de campo y laboratorio, se obtuvieron: 1. Curvas de crecimiento para organismos jóvenes (0 - 300 g), y adultos jóvenes 301 a 500 g) y adultos (501 en adelante); 2. Reproducción en el laboratorio; 3. Tiempo de gestación; 4. Período de reproducción. Se hace una amplia presentación de los resultados obtenidos con su respectiva discusión.

Las conclusiones fundamentales que se derivaron de los resultados de este estudio, son las siguientes:

1.- Se confirma que el conejo de los volcanes es muy dócil y fácil de manejar desde la captura, y que puede ser mantenido en el laboratorio en buenas condiciones sin mucha dificultad.

2.- En cuanto a animales silvestres, el crecimiento en el laboratorio de los adultos jóvenes y adultos de ambos sexos, es esencialmente el mismo.

3.- El peso individual máximo alcanzado por los adultos jóvenes fue aproximadamente el mismo en machos y hembras.

4.- El peso individual máximo alcanzado por los adultos fue considerablemente mayor para las hembras que para los machos.

5.- En el laboratorio, en ambos sexos el cautiverio estanca el crecimiento, ya que los jóvenes y los adultos jóvenes presentan una curva de crecimiento en "plateau" prematuro.

6.- Se confirma que el promedio de hijos por camada es de 2.2 (1 a 3).

7.- Se confirma que el período de gestación es entre 38 y 40 días, y se sugiere la importancia de establecer de manera más exacta el período de gestación de este animal.

8.- Se confirma que el invierno y la primavera son estaciones de reproducción del zacatuche, y además se establece que en el otoño también tiene lugar la reproducción de este animal.

9.- Se observa que la reproducción del zacatuche silvestre en jaulas standard de laboratorio es extremadamente baja, y se sugiere que las futuras investigaciones sobre reproducción de este animal, se hagan, como ya se han realizado con otros conejos silvestres, en recintos más o menos amplios, para que la actividad física no se vea impe-dida y así no haya una perturbación endócrina que conduzca a anomalías del ciclo estral y de la cópula.

2) General Summary

The present work reports the first study on the growth in the laboratory of the wild zacatuche, and some aspects of its reproduction. It consists of the following parts;

First part: A general bibliographic revision of Lagomorph biology, the basic characteristics of Leporidae, including the use of rabbits as laboratory animals.

Second part: A general revision of the published literature on the volcano rabbit, which contains the different biological aspects of the animal.

Third part: The experimental section, which contains the objective, material and methods results, discussion and conclusions of this work.

This work was carried out with 70 rabbits (31♀ and 39♂) that were captured in "Cerro Pelado" (located in the subdelegation of Parres, Tlalpan, México, D.F.) during the time reported as the reproduction period (march-july 1979). They were individually kept in two types of galvanized iron cages (maintenance and reproduction); the colony diet was "Conejina" (Purina Laboratory Chow for Rabbits) supplemented with carrots, lettuce and alfalfa; to drink they had tap water. The temperature and humidity were those of the environment. The light periods were the natural.

From capture the animals were weighed twice a week. Considering this parameter and the field and laboratory observations, we studied: 1.- Growth curves for young animals (0-300 g), young adults (301 - 500 gr) and adults (from 501 on); 2.- Reproduction in the laboratory. 3.- Gestation period. 4.- Reproduction period. The results with their respective discussion are presented.

The main conclusions of the results of this study are the following:

- 1.- It is confirmed that the volcano rabbit is very docile, easy to handle from the time of capture, and that it can be maintained in the laboratory in good condition without great difficulty.
- 1.- In wild animals, the growth in the laboratory of young adults and adults of both sexes, is essentially the same.
- 3.- The maximum individual weight for young adults was about the same in males and females.
- 4.- The maximum individual weight for adults was considerably higher for females than for males.
- 5.- In the laboratory, in both sexes captivity stagnates growth, since young and young adults animals present a growth curve with a premature "plateau".
- 6.- It is confirmed that the average of young per litter is 2.2 (1 to 3).

7.- It is confirmed that the gestation period is between 38 and 40 days, and it is pointed out the need to establish more exactly the gestation period of this animal.

8.- It is confirmed that winter and spring are reproduction seasons of the zacatuche, and, further, it is established that in fall also takes place the reproduction of this animal.

9.- It was observed that reproduction in the laboratory of wild zacatuches in standard cages is extremely low, and it is suggested that future investigations on the reproduction of this animal must be made in larger places, so that the physical activity would not be impeded and, therefore, the endocrine disturbance that brings about abnormalities of the estrous cycle and of the copula would be prevented.

3. Bibliografía Consultada

- (1) Adams, C. E. 1972. The Rabbit. The UFAW Handbook on the care and Management of Laboratory Animals. Edited by UFAW. Foreword by C. W. Hume. Churchill-Livingstone. Fourth Edition. 15: 167-186.
- (2) Aranda, S. J., Martínez del Río, C., Colmenero, L., Magallón, M. 1980. Los mamíferos de la Sierra del Ajusco, Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Departamento del Distrito Federal. 1a. edición pp. 61-65.
- (3) Barrera, A. 1966. Redefinición de Cediopsylla Jordan y Hoplopsyllus Baker. Nuevas especies, comentarios sobre el concepto de relicto y un caso de evolución convergente. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. XXVII: 67-83.
- (4) Barrera, A. 1968. Distribución cliserial de los Siphonaptera del Volcán Popocatepetl, su interpretación biogeográfica. An. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zool., 39: 35-99.
- (5) Bravo Hollis, M. 1950. Estudio de Nemátodos parásitos de los Lepóridos del Distrito Federal. An. Inst. Biol. Univ. Nac. México XXI: 103-118.
- (6) Cervantes, R. F. A. 1980. Principales Características Biológicas del Conejo de los Volcanes Romerolagus diazi, Ferrarí Pérez 1893 (Mammalia-Lagomorpha). Tesis Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- (7) Davis, W. B. 1944. Notes on Mexican Mamals. J. Mammal. 25: 370-402.
- (8) De Poorter, M. and Van der Loo, W. 1981. Report on the Breeding and Behavior of the Volcano Rabbit at the Antwerp Zoo. Proc. World Lagomorph Conf., Guelph, August 12-16, 1979, University of Guelph. Guelph, Canada, pp. 956-972.
- (9) De Poorter, M. and Van der Loo, W. 1979. Observations on the paleolagina species Romerolagus diazi in captivity. World Lagomorph Conference, University of Guelph, Guelph, Canadá. Abstracts.

- (10) Díaz, A. 1893. Catálogo de los objetos que componen el contingente de la Comisión. Precedido de algunas notas sobre su organización y trabajo. Expos. Internac. Colombia, Chicago 1893. Com. Geogr. Explor., Marzo.
- (11) Durrell, G., and J. Mallinson. 1970. The Volcano Rabbit, Romerolagus diazi, in the wild and at Jersey Zoo. Internat. Zoo Yearbook 10: 118-122.
- (12) Estrada, E., R. Cárdenas y H. Granados. 1976. Estudios sobre la biología del Ratón de los Volcanes. II. Reproducción de los Animales Silvestres capturados. XIX Congr. Nal. Cien. Fisiol., Durango, Dgo., Resúmenes, p. 80.
- (13) Estrada, E., B. Zarco y H. Granados. 1977. Estudios sobre la Biología del Ratón de los Volcanes. III. Reproducción de la Primera Generación nacida en el Laboratorio. XIII Congr. Latinoamer. Cien. Fisiol., y XX Congr. Nal. Cien. Fisiol. México, D. F., Resúmenes, p. 146.
- (14) Estrada, E. 1978. Estudio sobre la Reproducción del Ratón de los Volcanes (Neotomodon alstoni) silvestre y nacido en el Laboratorio. Tesis Profesional, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, D. F., 96 pp.
- (15) Fenner, F. 1965. Evolution in Action: Myxomatosis in the Australian Wild Rabbit. Evolution.
- (16) Fox, R. R. 1974. Taxonomy and Genetics. The Biology of the Laboratory Rabbit. Academic Press 1: 1-6.
- (17) García Rey, S. Y. 1976. Estudio Citogenético en Romerolagus diazi (Lagomorpha Leporidae). Tesis Profesional, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, D. F., 39 pp.
- (18) Gaumer, G. F. 1913. Monografía sobre el Lagomys diazi Ferrari Pérez. Direc. Gral. Agric. Depto. Explt. Biol., Ser. Zool., México, IV 1-51.
- (19) Granados, H. 1976. Estudios sobre la biología del Ratón de los Volcanes (Neotomodon alstoni Merriam, 1898). I. Observaciones Introductorias. XIX Congr. Nal. Cien. Fisiol., Durango, Dgo. Resúmenes, p. 91.

- (20) Granados, H., E. Estrada y B. Zarco. 1979. Estudios sobre la biología del Ratón de los Volcanes. IV. Fertilidad y Longevidad de Animales silvestres en el Laboratorio. XXII Congr. Nal. Cien. Fisiol., Aguascalientes, Ags. Resúmenes, p. 108.
- (21) Granados, H. 1979. Some basic information on the volcano rabbit (Romerolagus diazi Ferrari Pérez, 1893). Proc. World Lagomorph. Conf., Guelph, August 12-16, 1979, University of Guelph. Guelph, Canada, pp. 940-948.
- (22) Granados, H., Zulbarán, R. and Juárez, D. 1980. Studies on the biology of the Volcano Rabbit (Romerolagus diazi Ferrari-Pérez, 1893). I. First observations on captured wild animals. XXVIII Internat. Congr. Physiol. Scie., Budapest, Abstracts (Vol. XIV) p. 443, Abstract 1604.
- (23) Granados, H., Zulbarán, R. y Juárez, D. 1980. Estudios sobre la biología del Conejo de los Volcanes. II. Períodos de Reproducción de los animales silvestres en su habitat natural. XXIII Congr. Nal. Cien. Fisiol., Querétaro, Qro., Resúmenes, p. 88.
- (24) Granados, H., Juárez, D. y Zulbarán, R. 1980. Estudios sobre la Biología del Conejo de los Volcanes. III. Presencia de un triángulo de pelo amarillo dorado en la nuca. VIII Congr. Latinoamer. Zool., Mérida, Ven., Resúmenes, p. 105.
- (25) Granados, H., 1981. Studies on the Biology of the Volcano Rabbit (Romerolagus diazi Ferrari Pérez, 1893). IV. Preliminary Report on the presence in the skin of some pigmented formations. Fed. Proc., Vol. 40, No. 3, Part I. p. 558, Abstract 1872. 1981.
- (26) Granados, H. and Medina, J. M. 1982. Studies on the Biology of the Volcano Rabbit. VI. Further observations on the temporal alopecias and pigmented formations in the skin. Fed. Proc., Vol. 41, No. 5, p. 1697, Abstract 8345.
- (27) Granados, H. Laville, R. E. and Velázquez, A. 1982. Further studies on the alopecias and Moles in the skin of Romerolagus. III Internat. Theriol. Congr. Helsinki. Abstracts. p. 90.

- (28) Hagen, K. W. 1974. Colony Husbandry. The Biology of the Laboratory Rabbit. Academic Press 2: 7-34.
- (29) Hall, E. R., y K. R. Kelson. 1959. The mammals of North America. 2 Vols. The Ronald Press Company, New York. 1083 pp.
- (30) Harkness, J. E. and Wagner, J. E. 1977. The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents, LEA & Febiger, Philadelphia 2: 7-13.
- (31) Hoffmann, A. 1962. Monografía de los Ixodoidea de México, 1 parte. Rev. Soc. Mex. Hist. XXIII: 191-307.
- (32) Kamiya, M., H. Suzuki, K. Hayashi y B. Villa R. 1979. A new Anoplocephaline Cestode, Anoplocephaloides romerolagi sp. n., parasitic in the Volcano Rabbit.
- (33) Leopold. A. S. 1977. Fauna Silvestre de México. 2a. Edición. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D. F., 608 pp.
- (34) López-Forment, W. and Cervantes, F. 1981. Preliminary observations of the ecology of Romerolagus diazi in México. Proc. World Lagomorph Conf., Guelph, August 12-16, 1979, University of Guelph. Guelph, Canada. pp. 949-955.
- (35) Merriam, C. H. 1896. Romerolagus nelsoni a new genus and species of rabbit from Mt. Popocatepetl, México. Proc. Biol. Soc. Washington, 10: 173, December 29th (Traducido al español: La Naturaleza, 2a. Serie II: 525, Años 1891 a 1896. México 1897).
- (36) Miller, G. S. 1911. The volcano rabbit of Mount Ixtaccihuatl. Proc. Biol. Soc. Washington, 24: 228-229.
- (37) Miller, G. 1923-1924. Lista of North American recent mammals. Smithsonian Inst., U. S. Nat. Mus. Bull. 128: 480.
- (38) Moore, T. R. 1945. The transverse Volcanic Biotic Province of central México and its relationship to adjacent provinces. Transac. San Diego Soc. Nat. Hist. X: 217-236.
- (39) Rev. Geogr. Univ. 1977. Teporingo, fósil viviente de los volcanes 3 A Editores, S. A., México D. F., 4: (No. 4, Octubre) 392-393.

- (40) Rojas Mendoza, P. 1951. Estudio Biológico del Conejo de los Volcanes (Género Romerolagus) (MAMMALIA. LAGOMORPHA). Tesis Profesional, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México, 71 pp.
- (41) Sánchez, M. A. 1971. Síntesis Geográfica de México, Ed. Trillas, México. pp. 46-47.
- (42) Simpson, G. C. 1945. The principals of Classification of Mammals. Bull Amer. Mus. Nat. Hist. 85.
- (43) Storer, T. I., Usinger, R. L., Stebbins, C. y Nybakken, J.W. 1975. Zoología General. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 5a. Edición pp. 775.
- (44) Uribe Alcocer, M., S. García Rey y A. Laguarda Figueras. 1974. Estudios Citogenéticos en Romerolagus diazi (Díaz). Mem. II Encuent. Nal. Genét., Mazatlán, Sin., Fondo Cultural Banamex, pp. 288-299.
- (45) Uribe Alcocer, M., S. García Rey y A. Laguarda Figueras. 1975. Chromosome Analysis of Romerolagus diazi (Díaz). Mamm. Chrom. Newsl. 16: 116-117.
- (46) Uribe Alcocer. 1977. Estudios Citogenéticos en algunas Especies de Roedores y Lagomorfos de México. Tesis Doctoral, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México, D. F., 169 pp.
- (47) Van der Loo, W., y W. van der Bergh. 1978. Breeding attempt of the endangered leporid species Romerolagus diazi in the Zoo of Antwerp. Internat. Zoo. Yearbook.
- (48) Van der Loo, W., y C. Hamers-Casterman. 1978. Phylogeny of the rabbit locus immunoglobulin allotypes: Evidence for polymorphic variable region genes in the Paleolagina species: Romerolagus diazi. Arch. Internat. Physiol. Biochim. 87: 212-213.
- (49) Van der Loo, W. and Hamers, C. C. 1979. Anti-allosera, raised in domestic rabbit, defines two codominant alleles (allotypes) of the immunoglobulin genes in Romerolagus diazi. World Lagomorph Conference, University of Guelph, Guelph, Canadá. Abstrac.
- (50) Van der Loo, W. and Schröder, J. 1979. Chromosome evolution in Leporids. World Lagomorph Conference, University of Guelph, Guelph, Canadá. Abstrac.

- (51) Vaughan, T. 1978. *Mammalogy*. W. B. Saunders Company. Philadelphia. 2a. Ed. 9: 159-164.
- (52) Villa, R., B. 1952. Mamíferos Silvestres del Valle de México. *An. Inst. Biol. U.N.A.M.*, XXIII: 269-492.
- (53) Williams, C. S. F. 1976. *Practical guide to Laboratory Animals*. The C. V. Mosby Company 16: 148-171.
- (54) Weisbroth, S., H., Flatt, R. and Kraus, A. 1974. *The Biology of the Laboratory Rabbit*. Academic Press. pp. 1-34.
- (55) Zarco, P., B. L. 1981. Estudio sobre el Crecimiento del Ratón de los Volcanes (*Neotomodon alstoni*) nacido en el Laboratorio (F₁ y F₂). Tesis Profesional. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México, D. F., 107 pp.
- (56) Zulbarán, R., Juárez, D. y Granados, H. 1982. Estudios sobre la biología del Conejo de los Volcanes. V. Crecimiento en el Laboratorio de Animales Silvestres. XXV Congr. Nal. Cien. Fisiol., Guadalajara, Jal., Resúmenes, p. 222.