

**PROGRAMA DE ACCIÓN
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA ESPECIE**



ZACATUCHE

Romerolagus diazi



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS

PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE
LA ESPECIE EN RIESGO ZACATUCHE (*Romerolagus diazi*)

Fotografía de Portada
Archivo CONANP

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. Ejército Nacional No. 223 Sección I, Col. Anáhuac,
Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
www.gob.mx/SEMARNAT

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Av. Ejército Nacional No. 223 Sección I, Col. Anáhuac,
Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
Tel: 01(55) 54497000
www.gob.mx/CONANP

Primera edición, 2018
Edición: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Esta obra se publica dentro del Programa para la Conservación
de Especies en Riesgo (PROCER), como parte de los Programas
de Acción para la Conservación de Especies (PACE).

Se autoriza la reproducción del contenido de esta obra, siempre
y cuando se cite la fuente.

Forma de citar:
SEMARNAT, 2018. Programa de Acción para la Conservación
de la Especie Zacatucho (*Romerolagus diazi*), SEMARNAT/
CONANP, México (Año de edición 2018).

Hecho en México / Made in Mexico

COMITÉ DE REDACCIÓN

Ismael Cruz Molina

Jesús Lizardo Cruz Romo

Miryam Prado Lallande

COLABORADORES

Jaime Marcelo Aranda Sanchez

Angélica Domínguez Pérez

Raymundo Omar Maldonado Pérez Campos

Juan Carlos Morales Hernández

Héctor Rangel Cordero

Miguel Ángel Rodríguez Trejo

Adriana Romero Palacios

José Antonio Guerrero

Arelí Rizo Aguilar

Eugenia Evangelina Camargo Rivera

Gloria Tavera Alonso

SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS DE EDICIÓN

Valeria Stephanie Towns Alonso

Directora de Especies Prioritarias para la Conservación

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dimensión Natural, S.C.

EDICIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO

Santiago Gibert Isern

Alan Monroy-Ojeda

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

DISEÑO EDITORIAL

Juan Arturo Piña Martínez

Danai Espinoza Vicencio

FOTOGRAFÍAS

Archivo CONANP: Pág. 19

Agustín Rodríguez: Pág. 13

Felipe de Jesús Osuna López: Pág. 16-17

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	6
I. ANTECEDENTES	8
Manejo en cautiverio	10
II. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA	12
Ubicación taxonómica	12
Descripción de la especie	12
Comportamiento	13
Reproducción	14
Alimentación	15
Hábitat	15
Importancia de la especie	16
Distribución histórica	18
Distribución actual	20
Demografía	21
Situaciones de vulnerabilidad y amenazas	22
III. OBJETIVOS	26
IV. METAS GENERALES	27
V. METAS (2024)	28
VI. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	29
1. Protección	30
1.1 Componentes de protección de hábitat	30
1.2 Componente de Marco legal	31
1.3 Componente de inspección y vigilancia	31

	2. Manejo	32
	2.1 Componente de manejo de hábitat	32
	2.2 Componente de manejo de la especie	33
	2.3 Componente de manejo en cautiverio	33
	3. Restauración	34
3.1	Componente de restauración de hábitat y ecosistemas	34
3.2	Componente de mitigación y prevención de impactos	35
	4. Conocimiento	35
	4.1 Componente de áreas prioritarias	36
	4.2 Componente de investigación científica	36
	4.3 Componente de monitoreo biológico	37
	5. Cultura	37
	5.1 Componente de educación ambiental	38
5.2	Componente de comunicación y difusión	38
	5.3 Componente de capacitación social	39
	6. Gestión	39
	6.1 Componente de actores involucrados	40
	6.2 Componente de programación	41
6.3	Componente de evaluación y seguimiento	41
	VII. CRITERIOS E INDICADORES	42
	VIII. LITERATURA CITADA	45
	IX. ANEXO	51
	acrónimos	

PRESENTACIÓN

México es reconocido como uno de los países más importantes por su biodiversidad, con aproximadamente el 12% de las especies que existen en el planeta habitando parte de nuestro territorio. Sin embargo, nuestro país no sólo es diverso en términos de especies, sino que contamos con una riqueza sin igual en comunidades y ecosistemas, que van desde los pastizales subalpinos y cumbres glaciares, hasta los arrecifes de coral del Caribe, pasando por todo tipo de bosques, desiertos y matorrales, lo cual ha llevado a considerarlo como país megadiverso (CONABIO 1998; Groombridge y Jenkins 2002). Asimismo, alberga una elevada riqueza de endemismos (especies exclusivas del país), que se distribuyen en un mosaico heterogéneo de paisajes que constituyen su hábitat.

Las poblaciones de algunas especies se han visto reducidas a unos cuantos cientos de individuos como resultado de una serie de presiones entre las que se cuentan: el cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitats y ecosistemas, la presencia de especies invasoras, sobreexplotación de recursos naturales y contaminación. Para abordar este problema, la SEMARNAT, a través de la CONANP, estableció el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), el cual reconoce que la continuidad de estas especies depende en gran medida de la existencia de áreas naturales protegidas (ANP) manejadas de manera efectiva en lo que queda de sus áreas de distribución natural. En su esquema actual, sin embargo, el sistema de ANP excluye hábitats críticos para estas especies en peligro; las ANP son demasiado pequeñas para sostener a las poblaciones de algunas de las especies en riesgo, que se mueven entre ANP y hábitats sin protección, lo que significa que es necesario asegurar corredores y áreas de dispersión estacional, así como



fortalecer el manejo de las amenazas. De aquí se desprende la necesidad de contar con un programa integral enfocado a la conservación de las especies en riesgo donde éstas se encuentren (dentro o fuera de ANP), que contribuya a realizar sinergias entre las ANP, coordinar los diferentes actores a nivel nacional y priorizar junto con éstos las acciones de conservación.

El Zacatucho, (*Romerolagus diazi*) es considerado como un símbolo para la conservación de la Cuenca de México y está clasificado como una especie sombrilla, pues al conservarla, se protege también a un gran número de especies de flora y fauna silvestre, en México se han desarrollado esfuerzos de reproducción de la especie en cautiverio. Actualmente existen dos sitios que poseen colonias en cautiverio, los Zoológicos de Chapultepec y de Los Coyotes.

El principal factor que amenaza con la extinción del Zacatucho es la destrucción o pérdida del hábitat por la apertura de caminos y tierras para la agricultura y la urbanización, así como las consecuencias del cambio climático.

I. ANTECEDENTES

En México existen 15 especies de conejos y liebres (Ruedas, 1998). Esta riqueza representa la diversidad máxima de lagomorfos en el Continente Americano y sitúa a México como uno de los países que aloja más especies de conejos y liebres en el mundo. De estas 15 especies de lepóridos, cinco pertenecen al grupo de las liebres (*Lepus*) y el resto al grupo de los conejos (*Sylvilagus* y *Romerolagus*). Del total, cinco especies de conejos y tres de liebres son endémicas de México, es decir, el 53%. Para algunos de los lepóridos mexicanos sus áreas de distribución son muy restringidas, como es el caso del Zacatuche (*Romerolagus diazi*) (Cervantes y González, 1996).

El Zacatuche, también conocido como Teporingo o Conejo de los Volcanes, pertenece al orden de los Lagomorfos (AMCELA, 2003), y fue descrito como especie en 1893 por el Ingeniero Fernando Ferrari Pérez bajo el nombre de *Lepus diazi* (Romero *et al.*, 1999). Para 1896, ignorando por completo a Ferrari Pérez, Hart Merriam publicó el artículo “Un nuevo género y especie del conejo del Popocatepetl, México”, en el que describió al Zacatuche como especie recién descubierta, asignándole el nombre a *Romerolagus nelsoni* (Cuevas, 2008). Después de diversos estudios, a partir de 1905 se le dio el nombre de *Romerolagus diazi* en honor del Sr. Matías Romero, ministro de la Sección de Historia Natural de la Comisión Geográfica (Leopold, 1977 en Arana y Ayala, 2002). Finalmente, en 1955, se estableció que el nombre de *Romerolagus diazi*, debería de ir acompañado del nombre del verdadero descubridor de la especie: Ferrari Pérez (Cuevas, 2008).

El Zacatuche es una especie asignada a un género monotípico y es también considerada como primitiva, entre otras cosas por sus características óseas. Tradicionalmente se le ha considerado cercano a las pikas (género *Ochotona*). Su apariencia física lo identifica con cualquier otro conejo, sin embargo, sus atributos cromosómicos y reproductivos lo relacionan más con

Lepus que con *Sylvilagus*. Los estudios morfológicos, biogeográficos y filogenéticos sugirieron que el Zacatuche es un linaje relictual dentro de los lepóridos (Velázquez *et al.*, 1996). Según Matthee *et al.* (2004), esta especie se separó de su taxón hermano hace casi 12.7 millones de años. Es el lagomorfo de menor talla de nuestro país y se caracteriza por su color pardo oscuro homogéneo, sus pequeñas orejas redondas, sus patas cortas y su cola no visible debido a su pequeño tamaño. Habita exclusivamente en las altas montañas del sur y sureste del Valle de México, en bosques abiertos de pino con densas coberturas de gramíneas amacolladas (Cervantes y González, 1996; Jansa, 2002).

El Zacatuche es una especie con una amplia trayectoria en las listas nacionales e internacionales de especies en riesgo. En 1972, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) lo incluyó en su Lista Roja como especie amenazada. Actualmente se encuentra catalogado como especie en peligro de extinción (IUCN, 2011). En 1991 se le incluyó en el Acta de Especies en Peligro de Extinción que se elabora en Estados Unidos (Gob. C.M., 2009). En el año 1994, el Zacatuche fue declarado como especie en Peligro de Extinción por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (SEDESOL, 1994), permaneciendo con esta categoría en la vigente NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Por su parte, la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), incluyó al Zacatuche en 1973 en su Apéndice I (IUCN, 2011), rango de mayor peligro o vulnerabilidad en esta lista y categoría en la que se encuentra aún hoy en día (CITES, 2009).

Esta especie es considerada un símbolo para la conservación de la Cuenca de México y está clasificada como una especie sombrilla, pues al conservarla, se protege también a un gran número de especies de flora y fauna silvestre (Gob. C. M., 2009). Como parte de la difusión sobre la importancia del Zacatuche como especie bandera en la conservación, el Gobierno de la Ciudad de México publicó una página web dirigida a niños llamada “Teporingo” bajo la dirección electrónica: <http://www.sma.df.gob.mx/calidadaire/calidadaire/teporingo/>

Esta funciona como un “centro infantil de información ambiental”, abarcando temas como condiciones meteorológicas en el Valle de México, cambio climático y zoológicos de la Ciudad de México, entre otros.

Este pequeño conejo endémico y restringido a las montañas de gran altitud que rodean la Ciudad de México ha atraído por mucho tiempo la atención de científicos nacionales e internacionales. Los Zacatuches han soportado las presiones debidas a la caza, perros ferales, pastoreo intensivo, fuego, tala, construcción de carreteras, urbanización incontrolada y contaminación (Velázquez *et al.*, 1996).

Debido a su endemismo, su distribución restringida, características morfológicas ancestrales y su estatus de riesgo, Velázquez y colaboradores (1996) mencionan que la mayor parte de las investigaciones relacionadas con la especie, se han desarrollado de manera aislada y tocando temas muy puntuales. En el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través del Instituto de Biología, desde la década de 1950, se han desarrollado investigaciones relacionadas con *Romerolagus diazi*, las cuales se han enfocado al conocimiento del estatus y ecología en general de esta especie (Villa, 1952; López-Forment y Cervantes, 1981 en Velázquez, 1996). Por otra parte, en la Facultad de Ciencias de la UNAM, se realizaron investigaciones sobre la biología de este mamífero (Granados, 1980; Velázquez, 1985 en Arana y Ayala, 2002). El equipo del Dr. Granados, perteneciente a dicha Facultad, es considerado como el pionero en México en la reproducción del Zacatuche en condiciones de laboratorio. Sin embargo, las reproducciones exitosas en el proyecto fueron mínimas, debido a problemas atribuidos a la agresividad demostrada entre los conejos; sin embargo, gracias a estos estudios se determinaron los periodos de reproducción de animales silvestres a lo largo del año y se calculó el periodo de gestación (Granados, 1980 en Velázquez, 1996).

Asimismo, desde 1953, el doctor Barrera del Laboratorio de Biogeografía de la UNAM realizó una serie de estudios (1953, 1966, 1968 y 1970) enfocados a la descripción de parásitos del Zacatuche: *Cediopsylla tepolita* y *Hoplopsyllus*

pectinatus los cuales se creían extintos antes de hallarlos en este conejo (Velázquez, 1996). Esto cobró importancia, al descubrir que este conejo es una especie de características ancestrales que ha evolucionado junto con parásitos de caracteres igualmente antiguos.

En 1990, el Dr. Fernando Cervantes fundó la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C. –AMCELA– (AMCELA, 1999). Los objetivos de esta asociación consisten en a) Promover la investigación científica de los conejos y liebres mexicanos, b) Fomentar la conservación de las especies que se encuentran en peligro de extinción, así como de su hábitat y c) Realizar actividades de educación ambiental dirigidas a la protección del hábitat de estas especies (AMCELA, 2003). Durante la década de 1990, el Dr. Fernando Cervantes dirigió la ejecución de diversos estudios de investigación sobre la especie (Velázquez, 1996).

En enero de 1996 se llevó a cabo el “Taller Internacional para la Conservación de los Lagomorfos mexicanos en Peligro de Extinción” en el cual se sentaron bases para la inclusión del Zacatuche en la campaña titulada “21 Especies para el Siglo 21”. El taller fue convocado en Alemania con el fin de conseguir el financiamiento necesario para efectuar actividades en favor de su conservación (AMCELA, 1999).

También se han desarrollado algunos esfuerzos de conservación de esta especie como los efectuados a partir de 1996, para enfrentar el excesivo uso de áreas boscosas donde ocurre la especie, y en donde pequeños grupos de propietarios de la tierra, habitantes de diferentes comunidades rurales del Distrito Federal, pusieron gradualmente en marcha actividades sustentables y de vigilancia del Zacatuche y otras especies. Asimismo, se encuentra la habilitación de áreas como el primer Parque Ecológico Ejidal del Sur de la Cuenca de México, en San Nicolás Totolapan, puesto en funcionamiento en 1998 bajo esquemas de conservación sugeridos por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, académicas y privadas. Las actividades desarrolladas fueron ecoturismo, acuacultura, vigilancia forestal, educación e interpretación ambiental, producción de viveros de especies nativas destinadas a la reforestación y restauración de bosques, etc., adoptando al Zacatuche

como especie bandera (Romero *et al.*, 1999). En 2007, las comunidades de Milpa Alta, con apoyo de la Secretaría del Medio Ambiente del D.F., en colaboración con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la UNAM y la Universidad de Cornell, crearon el “Área Comunitaria de Conservación Ecológica para Proteger al Zacatuche y al Gorrión Serrano” (Gob. C.M., 2009).

Recientemente, el grupo de trabajo encabezado por el Dr. José Antonio Guerrero Enríquez de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, han realizado diversos estudios que abarcan temas como distribución (Rizo-Aguilar *et al.*, 2016), calidad y fragmentación del hábitat (Rizo-Aguilar *et al.*, 2015, Uriostiegui-Velarde *et al.*, 2018), dieta (Mancínez-Arellano, 2017), conducta (Solorio-Damián, 2013; 2017), estrés fisiológico (Rizo-Aguilar *et al.*, 2014), densidad poblacional (Brito-González, 2017), variabilidad genética y filogeografía (Osuna-López, 2015; Montes-Carreto y colaboradores *com. pers.*).

En el estado de Morelos la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ejecutó durante los años 2011 y 2012 dos conceptos de apoyo del Programa de Monitoreo Biológico (PROMOBI) y durante el 2014 un concepto de apoyo para el Programa de Repoblación y Recuperación de Especies (PROCER), donde las acciones fueron enfocadas a la protección del Zacatuche y su hábitat.

Manejo en Cautiverio

En 1968, Durrell y Mallinson del Zoológico de Jersey, Inglaterra, capturaron y transportaron a este lugar, cinco parejas de Zacatuches destinados a apoyar la recuperación de la especie mediante un proyecto de reproducción en cautiverio. La producción de Zacatuches, resultó ser muy limitada. Sin embargo, utilizando a estos ejemplares y a otros 20 capturados posteriormente, los investigadores Greenbaum y Velázquez realizaron estudios de etología de la especie en cautiverio (Greenbaum, 1982; Velázquez, 1985 en Velázquez, 1996). Para 1991, el zoológico reportó que sólo contaba con dos conejos (un macho y una hembra) nacidos en cautiverio durante junio y noviembre de 1985 (Velázquez, 1996).

En 1977, Matsuzaki y colaboradores mencionan que fueron transportados a Japón, cinco conejos Zacatuches para hacer una investigación sobre parasitología. Sin embargo, debido al largo periodo de transportación y a peleas entre los conejos durante el periodo de cuarentena, cuatro de éstos perecieron. El sobreviviente fue introducido al Laboratorio de la Fundación Central para Investigación Experimental Animal, en la Universidad de Hokkaido, Japón. Ahí se llevaron a cabo estudios sobre mantenimiento y alimentación del conejo Zacatuche. Para agosto de 1979 tuvo lugar la segunda expedición, durante la cual se capturaron siete conejos más, que fueron directamente transportados por avión a Japón. Dos de ellos murieron durante el transporte y uno más en la cuarentena. Un año más tarde, estos conejos se reproducían exitosamente en el laboratorio. Después de esto, la reproducción prosiguió satisfactoriamente y se anexaron nuevas generaciones a la población de Zacatuches. Finalmente, en 1983 se realizó un tercer envío de Zacatuches a Japón y esta vez, no se registró ninguna muerte o lastimadura de los Zacatuches durante el transporte y la cuarentena. Todos los animales fueron introducidos al laboratorio sin complicaciones. Tres meses después estos conejos originaron la primera camada, producto de la cruce con la colonia original, y de esta manera se obtuvo una cepa formal para la reproducción en cautiverio. El proyecto culminó hace más de una década, sin embargo, no se cuenta con información sobre los resultados finales, se sabe que los organismos murieron, aunque se desconocen las causas. En 1982 el Dr. Granados de la Facultad de Ciencias de la UNAM, intentó instalar una colonia de reproducción en semicautiverio en el Zoológico de Zacango (Toluca) pero el proyecto fue infructuoso pues los conejos murieron (Velázquez, 1996).

En México se han desarrollado diversos esfuerzos que han involucrado la reproducción de la especie en cautiverio. Actualmente existen dos sitios que poseen colonias en cautiverio, los Zoológicos de Chapultepec y de Los Coyotes (Gob. C.M., 2009). En el Zoológico de Chapultepec, se instalaron en 1984 dos albergues destinados a Zacatuches provenientes del laboratorio del Dr. Granados (Arana y Ayala, 2002).

El personal de este laboratorio (Biología Animal Experimental de la UNAM) realizó capturas semanales de ejemplares provenientes de los alrededores del poblado de Parres, en la Delegación Tlalpan del Distrito Federal con el fin de establecer una colonia en cautiverio y semicautiverio y conocer mejor la biología de la especie, además de dar a conocer la especie a la sociedad (Velázquez, 1996). Los albergues de Chapultepec se acondicionaron de modo que se asemejaran, en la medida de lo posible, a las condiciones silvestres en las que habita este conejo (Arana y Ayala, 2002) colocándoles zacatones de gramíneas (Velázquez, 1996). El proceso de muda de pelo también fue objeto de estudio de los conejos capturados y la reproducción en cautiverio resultó exitosa (Velázquez, 1996). Mientras los trabajos en Chapultepec surgían y se desarrollaban, en 1989 se estableció una nueva colonia de reproducción en la Estación San Cayetano (Bernal, 1990 en Velázquez, 1996), actualmente a cargo de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVs). Aunque al principio se obtuvo el nacimiento de 10 gazapos provenientes de cuatro hembras, la población pereció en 1991 (Velázquez, 1996). Hasta el momento no se cuenta con información que permita conocer las causas de dichos decesos.

En 1990 se construyó un tercer albergue para los Zacatuches del Zoológico de Chapultepec, el cual también resultó exitoso (Velázquez, 1996). Hoy en día (2010), la colonia que habita en el Zoológico de Chapultepec permanece y continúa en reproducción (Zoológico de Chapultepec, 2009).

Por su parte, en el 2003, el Zoológico de Los Coyotes también inició su proyecto de cría en cautiverio (Gob. C.M., 2009). La colonia establecida se mantiene hasta el momento. En el año 2005, personal de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, la UNAM y la Universidad Autónoma de Sinaloa desarrollaron una investigación comparativa sobre la variabilidad genética del Zacatuche entre una población silvestre y una cautiva proveniente del Zoológico de Chapultepec. Comparando 31 loci (posiciones de genes) se hallaron diferencias en ocho de ellos y se identificó que la población silvestre presentó mayor variabilidad que la cautiva (Salomón et al., 2005).

II. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA

Ubicación taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Lagomorpha
Familia:	Leporidae
Género:	<i>Romerolagus</i>
Especie:	<i>Romerolagus diazi</i>
Nombre común:	Zacatucho, Teporingo, Conejo de los Volcanes, Conejo Pímeo Mexicano, Conejo de las Rocas, Tepolito.

Descripción de la especie

El Zacatucho es un mamífero pequeño con un peso promedio de 477 g y una longitud de 225 a 320 mm. Sus orejas son pequeñas y redondeadas y la cola es tan pequeña que no es fácilmente visible (Arana y Ayala, 2002). Las orejas miden de 32 a 45 mm y sus patas traseras, que son cortas en comparación con las de otros conejos, de 42 a 55 mm (Gob. C.M., 2009). Es una especie perteneciente a la Familia Leporidae, la cual abarca a los conejos y las liebres, y por su tamaño, es considerado el conejo más pequeño que hay en México. La forma de muda de su pelaje ocurre por partes (a modo de parches) y abarca cuatro etapas a diferencia del cambio estacional y total que experimentan las otras especies. Sus características genéticas, se consideran ancestrales (Velázquez *et al.*, 1993) así como el parasitismo de especies primitivas que presenta. También se incluye la presencia de un triángulo claro y dorado en la nuca, detrás de las orejas que es característico de la especie (Gob. C.M., 2009). Sus patas delanteras poseen 5 dígitos y las traseras de cuatro a cinco. Tiene cojinetes en



ellas, los cuales están cubiertos de pelo. El color de su pelaje es más homogéneo entre el vientre y la región dorsal con respecto al de las otras especies (Corbet, 1982 en Velázquez *et al.*, 1993), además de ser corto y denso (Cervantes *et al.*, 1990) y de color gris con la espalda y los costados amarillentos con negro, combinación que en ocasiones le permite pasar desapercibido de sus depredadores (Jansa, 2002) al pasar por rocas y pastizales.

Las crías del Zacatuche nacen cubiertas de pelusa y con los ojos cerrados (reconocidas como crías *altricias* o *altriciales*, llamadas gazapos como en las demás especies de conejos), a diferencia de las crías de las liebres (crías *precoces*, llamadas lebratos), que nacen cubiertas de pelo, con los ojos abiertos y con mayor habilidad para moverse (Animalinfo, 2005). En los Zacatuches, las regiones laterales y dorsal de la cabeza son de tonos amarillos y hacia los costados del cuerpo, el pelo es blanquecino. En

estas crías, la cola es visible a diferencia de los adultos y se encuentra cubierta de pelo y la longitud total del cuerpo es de 83 a 106 mm y pesan de 22.6 a 25.0 g (Cervantes *et al.*, 1990). A diferencia de otros lepóridos, la hembra suele ser más grande que el macho (Velázquez *et al.*, 1993), y presenta tres pares de mamas: uno pectoral, otro abdominal y otro inguinal (Cervantes *et al.*, 1990).

Comportamiento

Los Zacatuches viven en grupos de dos a cinco individuos con una organización social compleja y de hábitos primordialmente diurnos que los hace susceptibles como presas de aves rapaces. Normalmente las hembras grandes son las que ocupan la jerarquía más alta en las colonias (DGVS, 2010). Se encuentran especialmente activos en la mañana y en la tarde (Cervantes *et al.*, 1990). No obstante, no suelen ser atrapados frecuentemente puesto que se

protegen con las hojas de los macollos y en los túneles que construyen y que son senderos ocultos que comunican con el acceso a sus madrigueras subterráneas (Arana y Ayala, 2002). Estas madrigueras tienen forma de túneles que son cavados en la base de los zacatones y pueden presentar hasta tres entradas, de aproximadamente 10.8 cm de alto por 9.3 cm de ancho, y llegar a medir hasta 5 m de longitud por 40 cm de profundidad. En su interior poseen bifurcaciones y cambios de dirección. Nunca se han encontrado sus excrementos dentro de ellos. Pueden compartirlos con Salamandras (Plethodontidae), Ratones (*Microtus mexicanus* y *Neotomodon alstoni*) y Musarañas (*Sorex* spp.). Asimismo, también hacen uso de madrigueras de Tuzas (*Pappogeomys merriami*), Ardillones de Tierra (*Spermophilus variegatus*), Tlalcoyotes (*Taxidea taxus*) y Armadillos (*Dasybus novemcinctus*) (DGVS, 2010).

Los Zacatuches permanecen activos todo el año incluyendo los días nublados y fríos. A pesar de lo crítico de las condiciones de humedad y temperatura durante cualquier época del año, el Zacatuche siempre abandona su refugio para buscar alimento y para encontrar al sexo opuesto durante sus periodos de apareamiento y es común encontrar a ejemplares de la especie comiendo aún bajo la lluvia (Cervantes y Vázquez, 1996) e inclusive fuera del área de refugio entre las 10:00 y las 14:00 hrs. También utilizan las madrigueras abandonadas de otros animales y las fisuras de las rocas para refugiarse en caso de peligro (Arana y Ayala, 2002).

Un estudio sobre la conducta en vida libre registró y cuantificó la duración de los diferentes estados de actividad que se presentaron durante el ciclo circadiano del Zacatuche, encontrando que la actividad más recurrente fue el forrajeo (86.7% del tiempo), mientras que el 12.9% del tiempo restante, correspondió a otras actividades tales como la permanencia, la vigilancia, el desplazamiento, el acicalamiento y la interacción intraespecífica (Solorio-Damián, 2013).

Los Zacatuches son los únicos conejos que emiten vocalizaciones como parte de su repertorio conductual (Gob. C.M., 2009), las cuales probablemente son para in-

formar a otros individuos sobre la presencia de depredadores (Leopold, 1977).

Las observaciones de los investigadores indican que el Zacatuche tiene un ámbito hogareño de no más de 2,500 m² y el territorio que defiende es de dimensiones menores. Esto representa una superficie más pequeña que las conocidas para otros lepóridos simpátricos (Cervantes y Vázquez, 1996).

Reproducción

Los Zacatuches llegan a la madurez sexual cuando alcanzan un peso alrededor de los 400 o 450 g (DGVS, 2010). Su reproducción abarca todo el año, pero se presenta con mayor frecuencia en los meses más húmedos y calurosos (Cervantes et al., 1990), es decir, de abril a junio. No obstante, las hembras no presentan un ciclo estral definido, sino que permanecen en estado de constante aceptación sexual y la cópula induce en ellas la ovulación (DGVS, 2010). Cada hembra tiene en promedio 2 crías que a los 10 días salen de la madriguera (Arana y Ayala, 2002). Las crías recién nacidas, tienen uñas y bigotes muy desarrollados (Cervantes, s/a; en Arana y Ayala, 2002), prácticamente no poseen pelo y abren los ojos entre los seis y los ocho días de nacidas (Gob. C.M., 2009). Comienzan a consumir alimentos sólidos a las tres semanas de edad (Jansa, 2002). En cautiverio, las crías pueden salir de la madriguera y dispersarse a los 25 ó 30 días de nacidas (Animalinfo, 2005). Seis meses después del nacimiento los machos alcanzan un peso de 577 g y las hembras de 497 g (Matsuzaki et al., 1996).

El periodo de gestación es de 38 a 42 días (Cervantes et al., 1990) y por regla general las hembras no aceptan a los machos durante el embarazo (Arana y Ayala, 2002). Es probable que la velocidad de concepción y los niveles de producción de semen y óvulos sean más bajos en el otoño e invierno; por una atrofia estacional de los órganos reproductores, debido a la baja temperatura (Arana y Ayala, 2002) además de que la disponibilidad de alimento influye directamente en el comportamiento reproductivo (DGVS,

2010). Se ha visto en cautiverio que una hembra puede producir dos camadas por año (e.g. una en abril y la otra en agosto) (Animalinfo, 2005).

Las hembras se quitan el pelo del tórax y del vientre varios días o incluso algunas horas antes del parto para formar el nido; las que por primera vez son madres frecuentemente no construyen nido, provocando la muerte de las crías (Arana y Ayala, 2002). Sus nidos tienen forma de media naranja, con un diámetro promedio de 15 cm y 11 cm de profundidad. El material de construcción consta generalmente de materia seca como hojas y ramitas de árboles de pino, hierbas, gramíneas y una gran masa del pelo de la madre. La entrada al nido no está descubierta, se encuentra semi-tapada por restos vegetales que dejan una apertura de 3 cm (Cervantes *et al.*, 1990).

Alimentación

Los estudios sobre la alimentación del Zacatuche realizados en distintas zonas dentro de su distribución, señalan que la dieta está constituida por al menos 73 especies de plantas y aunque el consumo de los diferentes ítems varía en cada localidad, las gramíneas representan su principal fuente de alimento. Para la dieta estudiada en el volcán Pelado se reportaron 21 especies de plantas, siendo tres gramíneas (*Muhlenbergia macroura*, *Festuca amplissima* y *Jarava ichu*), las que más consumen (Cervantes y Martínez, 1992). En el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl se registraron 15 especies para la dieta, siendo *Muhlenbergia macroura*, *M. emersleyi* y *F. toluensis* su principal fuente de alimentación (Martínez-García *et al.*, 2012). Mientras que en el Corredor Biológico Chichinautzin se registraron 37 especies de plantas vasculares, de estas, 21 son gramíneas, y de manera notable, se reporta el consumo de hojas de *Pinus* sp y *Quercus* sp, las cuales contienen terpenos, taninos y fenoles los cuales son tóxicos para otros mamíferos (Mancínez-Arellano, 2017).

También se ha registrado que el Zacatuche, se alimenta frecuentemente en campos de cultivo sin llegar a ocasionar daños. Comúnmente, consumen el follaje de las plantas jóvenes de Maíz (*Zea mays*), Avena (*Avena sati-*

va), Papa (*Solanum tuberosum*), Chícharo (*Pisum sativum*) y Haba (*Vicia faba*) (Arana y Ayala, 2002; Cervantes y Vázquez, 1996).

En cautiverio, los ejemplares se han acostumbrado muy bien a alimentarse de Alfalfa, Zanahoria y Lechuga. No obstante, ciertos individuos manifiestan diferentes preferencias por alguno de estos tres vegetales (Arana y Ayala, 2002).

El Zacatuche al igual que otros lepóridos, practican la coprofagia, mecanismo que consiste en una segunda digestión de los alimentos, esto es, ingieren sus excrementos tomándolos directamente del ano con la boca con la finalidad de extraer la máxima cantidad de nutrientes (Cervantes y Vázquez, 1996; Velázquez *et al.*, 1996).

Hábitat

El Zacatuche es un especialista en hábitat (Velázquez *et al.*, 1993), es decir, depende de la presencia de pastizales subalpinos amacollados para su permanencia y supervivencia. Los ecosistemas en donde habita son principalmente pastizales subalpinos, bosques de pino-aile (*Alnus firmifolia*) y algunas comunidades de bosques de oyamel (Arana y Ayala, 2002), además de zonas con presencia de gramíneas amacolladas (Romero *et al.*, 1999), donde el tipo de vegetación corresponde a bosques de pino con un subpiso de zacatón, generalmente ubicado entre los 2,800 y 4,250 msnm (Barrera, 1968; Granados, 1980). El tipo de sustrato que presentan estas áreas, consiste en roca basáltica oscura y parches de suelo profundo y oscuro (Jansa, 2002), son suelos suaves, húmicos, poco pedregosos y en pendientes menores a 43 ° (DGVS, 2010). Junto con los zacates, también se encuentran asociadas las siguientes plantas en el área de distribución de este léporido: *Stipa ichu*, *Penstemon stenophyllus*, *Geranium pontentillae*, *Stachys agraria*, *Lupinus montanus*, *Gnaphalium conoideum*, *Senecio salignus*, *Plantago patagonica*, *Bidens diversifolia*, *Alchemilla sebaldiaefolia*, *Musenip-sis arguta*, *Salvia* spp., *Dalia* spp., *Verbena* spp., *Eryngium* spp., *Cyrsium* spp., *Scutellaria* spp., *Draba* spp., etc. (Cervantes-Reza, 1980).

Las áreas dentro de las que se distribuye el Zacatuche, cuentan con clima tipo semifrío subhúmedo y húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es de 9.6 °C; enero es considerado como el más frío y mayo como el más cálido, con un promedio de precipitación anual de 1,334 mm (Cervantes *et al.*, 1990).

Importancia de la especie

Las comunidades naturales de Zacatuches constituyen un eslabón clave de las redes alimenticias, ya que son parte muy importante en la dieta de muchos depredadores (Arana y Ayala, 2002), entre ellos están la Comadreja (*Mustela frenata*), el Lince (*Lynx rufus*), el Coyote (*Canis latrans*), la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el Tlacoyote (*Taxidea taxus*), el Aguillilla de Cola Roja (*Buteo jamaicensis*), el Tecolote Cornudo (*Bubo virginianus*) y Serpientes de Cascabel (*Crotalus* spp.) (Gob. C.M., 2009) además de perros y gatos domésticos y, por supuesto, el hombre (Cervantes y Martínez, 1996 citados en DGVS, 2010).

Al consumir grandes cantidades de las partes vegetativas y reproductivas de herbáceas, pastos, plántulas de árboles y arbustos, los Zacatuches participan en la regulación de la densidad poblacional de la vegetación mientras dispersan las semillas a través de la deposición de sus excretas, así como por el transporte que hacen al acarrearlas sobre su piel (Rodríguez, 2002). Asimismo, las excretas de los Zacatuches dispersan esporas de hongos formadores de micorrizas y levaduras que estimulan el crecimiento de otros hongos y bacterias fijadoras de nitrógeno, los cuales favorecen el crecimiento vegetal. Cuando las esporas maduran, atraen a su vez animales como roedores (Granados *et al.*, 2004).

En el hábitat del Zacatuche convive el Sastrecillo (*Psaltiriparus minimus*) un ave que utiliza el pelo de este mamífero para tapizar sus nidos (DGVS, 2010), en este sentido puede percibirse la importancia de la especie no sólo como parte de las cadenas tróficas, sino también por sus interacciones ecológicas. Por otro lado, la especie tiene una cierta importancia económica a nivel local ya que ocasionalmente es consumida por los campesinos de la región (Galindo-Leal y Velázquez, 1996).





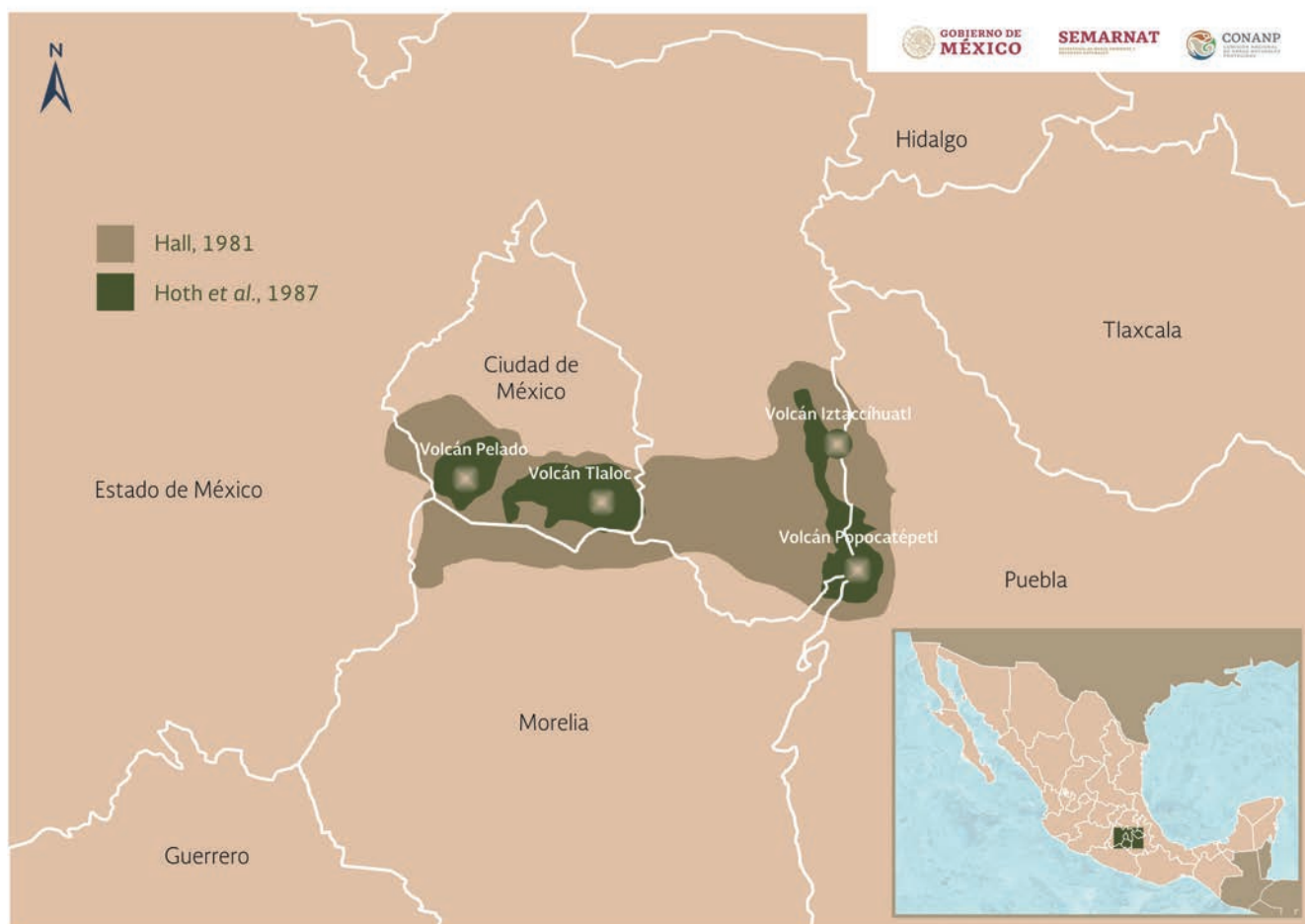
Distribución histórica

Conocer la distribución del Zacatuche ha sido una tarea difícil, a lo largo del tiempo se han hecho varios estudios enfocados a este tema, sin que se haya llegado a un consenso. De Poorter y Van der Loo (1978) fueron los primeros en tratar de estimar el área de distribución del Zacatuche, reportando un área de 1,500 km², mientras que, López-Forment y Cervantes (1979) estimaron un área total de distribución de 150 km². Hoth y colaboradores en 1987, llevaron a cabo un estudio enfocado en conocer la verdadera superficie de distribución del Zacatuche, encontrando a la especie sólo en tres áreas aisladas dentro de

la zona central del Eje Neovolcánico Transversal: la Sierra Nevada, el Volcán Tláloc y el Volcán Pelado con un área de distribución estimada de 280 km².

Velázquez (1993) propuso una distribución potencial comparando una distribución ancestral de la especie hace aproximadamente 18,000 años, contra la distribución de 1993 (Figura 1). Esta primera distribución potencial puede ser dilucidada desplazando las fronteras donde la vegetación se distribuía 800 m hacia abajo. Este intervalo de 800 m se calculó basado en la temperatura predominante de aquel tiempo, las cuales podrían haber sido entre cinco o seis grados centígrados menos a las presentes (Ohngemach

Figura 1. Distribución histórica reportada para *R. diazi* por Hall (1981) y Hoth et al., (1987) citados en Velázquez et al., 1996.





y Straka, 1983). Bajo este supuesto, se estima que la distribución actual del Zacatuche es sólo el 10% de lo que era hace 18,000 años. Además, las áreas que actualmente están siendo ocupadas por la especie son consideradas relictos del holoceno. Desafortunadamente, no se ha encontrado evidencia fósil que compruebe la distribución ancestral propuesta (Velázquez *et al.*, 1993).

Velázquez (1996) analizó la distribución en dos niveles, la distribución histórica y la distribución de 1996. La primera clasificación abarca tres criterios: puntos precisos, puntos cercanos y puntos aledaños, todos estos puntos con registros de los años de 1893 hasta 1981. Con los puntos precisos y basado en los trabajos de Hall (1981) y Hoth *et al.*, (1987) se elaboró un mapa de distribución comparativo. El mapa de distribución de 1996 se construyó basándose en los puntos precisos, en puntos cercanos y en cartas cartográficas

temáticas con características de clima, altitud y vegetación de toda la República Mexicana, además de recorridos a pie registrando observaciones directas y rastros (excretas) de la especie, obteniendo un área de distribución de la especie de 386.5 km².

En 2007, Domínguez-Pérez efectuó una recopilación de información en la que concluye que registros históricos del Eje Volcánico Transversal demuestran el hallazgo de *R. diazi* en 133 localidades únicas, 108 por arriba de los 3,000 msnm y 25 por debajo de esta altitud. No obstante, según los datos arrojados por su propio estudio, en ese año, se hallaron tan sólo 48 localidades con presencia de la especie, 46 de ellas por encima de los 3,000 msnm y tan sólo dos por debajo de la misma altitud, asegurando la ausencia de la especie en 22 localidades más y confirmando con ello la reducción en el área de distribución de la especie a lo largo del tiempo.

Distribución actual

Actualmente, de nueve áreas potenciales de distribución del Zacatucho, su presencia ha sido confirmada únicamente en las sierras Chichinautzin-Ajusco y Sierra Nevada (Volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl) (DGVS, 2010). Sin embargo, dentro del ámbito de distribución aún falta corroborar la presencia del Zacatucho en ciertas áreas. Una porción importante del rango de distribución de la especie forma parte de las ANP: Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Parque Nacional El Tepozteco y el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Desafortunadamente esto no ha podido asegurar la protección del hábitat de la especie (Velázquez *et al.*, 1993).

Rizo-Aguilar y colaboradores (2016) estimaron un área de distribución en el Corredor Biológico Chichinautzin con base en 174 registros directos e indirectos hechos entre los años de 2008 y 2011, utilizando ArcView 3.2 y los métodos de Minimum Convex Polygon y Fixed Kernel Isopleths ambos con un nivel de confiabilidad del 95%, determinaron que en una superficie de 657.2 km² del Corredor Biológico Chichinautzin, el Zacatucho tiene un área de distribución de 166.43 km², mayor a la estimada con registros históricos. Por otro lado, Ramírez-Albores *et al.*, (2014) descubrieron una población de Zacatucho en el Parque Ecoturístico Piedra Canteada, lo que representa un nuevo registro de distribución en una localidad ubicada en el estado de Tlaxcala, aledaña al Monte Tláloc.

Figura 2. Mapa de distribución actual y potencial del Teporingo (*Romerolagus diazi*).



De acuerdo a registros recopilados, el límite altitudinal más bajo donde se encontraba la especie anteriormente era a partir de los 2,400 msnm. Actualmente la mayoría de las localidades con presencia confirmada del Zacatuche, se ubican entre los 3,000 y los 4,000 msnm, cambio que podría deberse a variaciones climáticas recientes que implican el aumento de la temperatura y variaciones en la precipitación anual en el Eje Volcánico Transversal, así como a la ocupación del mismo por actividades humanas (Domínguez-Pérez, 2007). Es así como el efecto de la variación climática tendiendo hacia un calentamiento junto con el cambio en el uso de la tierra y la expansión urbana, están provocando la reducción y fragmentación del área de distribución del Zacatuche causando que sus poblaciones se encuentren cada vez más aisladas y confinadas hacia zonas más altas (Domínguez-Pérez, 2007).

Vale la pena resaltar que la también llamada Franja Volcánica Transmexicana o Eje Volcánico Transversal se considera una de las provincias morfotectónicas más importantes de México al ser una zona de transición entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, la cual posee una gran variedad de microhábitats (Rzedowsky, 1998).

Demografía

En lo que respecta al tamaño poblacional, en 1993 se estimaron entre 2,478 y 12,120 individuos en la región del volcán Pelado, rango sumamente amplio, el cual se encontraba influenciado por la preferencia que tienen los conejos hacia las diferentes comunidades vegetales existentes (Velázquez, *et al.*, 1993). Por su parte, Cervantes y colaboradores (1990) indicaron que la mayor concentración de individuos se encontraba en ese año, en las montañas del Ajusco y en segundo lugar, en la región de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Poco después, en 1996, se calculó que se contaba con aproximadamente 10,141 Zacatuches en total distribuidos de la siguiente manera: 1,811 en el volcán Pelado, 1,816 en el volcán Tláloc, 3,458 en los volcanes Iztaccíhuatl- Popocatepetl y aproximadamente 3,056 individuos en áreas periféricas (Velázquez, 1997). Cabe resaltar que

en esta mención, no se hace referencia a la presencia de Zacatuches en las inmediaciones del volcán Ajusco.

La densidad poblacional del Zacatuche en un estudio en el Volcán Pelado (Velázquez, 1994) en donde se cuantificó que el número de conejos por metro cuadrado era de 0.4 a 0.8. Como resultado de los PROMOBI y PROCER realizados en la Sierra del Chichinautzin, se monitorearon ocho poblaciones del Zacatuche entre los años 2011 y 2016. A partir de esa información se sabe que la densidad promedio en el 2011 fue de 1.2 Zacatuches/ha; para el 2014, la densidad promedio era de 0.5 Zacatuches/ha, mientras que, en el 2016, la densidad promedio es de sólo 0.2 Zacatuches/ha. Es decir, las densidades de la especie en la zona entre los años 2011 a 2016 han disminuido en un 80 %. Además, es notable que, durante el año 2011, se registraba la presencia de Zacatuches en todos los sitios monitoreados, mientras que actualmente sólo se ha registrado su presencia en tres sitios, estando ausente en los otros cinco (Brito-González, 2016; Guerrero-Enríquez *com. pers.*). Estos datos, ponen en evidencia la posible extinción local de las poblaciones de Zacatuche en los sitios estudiados.

Las ANP en las que se ha registrado la presencia de la especie son:

1. Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin.
2. Parque Nacional el Tepozteco.
3. Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl.

Se ha observado que el 73 % de las zonas con presencia confirmada de Zacatuche se encuentran fuera de las ANP de la región (Del. Milpa Alta y Tlalpan en Domínguez-Pérez, 2007).

Se ha estimado que los individuos de la especie tienen una probabilidad de sobrevivencia del 30 al 50 % antes del primer año de edad y como adultos del 45 al 70 %. Se considera que la edad de madurez sexual ocurre al cumplir un año de edad (Lason, 1989). En una camada, es posible que sobrevivan en promedio de 1.5 a 3 crías hasta el primer año de edad. De estas, sólo entre 0.67 y 2.1 crías alcanzarán el estado adulto.

Variabilidad genética

Cervantes *et al.*, (2002) estudiaron la variación genética de las poblaciones de algunos lagomorfos mexicanos, entre ellos, cinco individuos de *Romerolagus diazi*. En este trabajo en el que se utilizaron aloenzimas, encontraron que el Zacatuche presenta un número promedio de 1.5 alelos por locus, un 38.7% de locis polimórficos y un valor de heterocigosis observada de 0.012; asimismo, la especie presentó un alelo único en este estudio. Salomón *et al.*, (2005) compararon la variabilidad genética entre individuos de una población silvestre y una en cautiverio utilizando RAPD como marcador molecular, encontrando un total de 31 loci con una diferenciación genética en ocho ($p > 0.05$). La población silvestre presentó mayor variabilidad genética que la de cautiverio y seis loci se han perdido en la población de cautiverio.

Ramírez-Silva (2009) analizó 27 secuencias de la región control mitocondrial de 24 individuos de la Sierra Ajusco-Chichinautzin, un individuo del Volcán Popocatepetl y dos individuos de la población en cautiverio del Zoológico de Chapultepec. Encontraron 12 haplotipos, una proporción de sitios variables de 0.081, valores de diversidad nucleotídica de 0.0109 y 0.0122 para las regiones del Ajusco y Chichinautzin respectivamente, y detectaron diferencias genéticas importantes entre ellas. En un estudio más reciente realizado con el propósito de entender la diversidad, estructura genética e historia filogeográfica de las poblaciones de *Romerolagus diazi*, se examinó la variación en las secuencias parciales de dos marcadores mitocondriales (cytb y D-loop), mediante la extracción de ADN de excretas de 152 individuos distribuidos en 45 localidades a lo largo de la Sierra Chichinautzin y Sierra Nevada (Osuna-López, 2015). La diversidad haplotípica (0.93) y las diferencias nucleotídicas (0.0155) para toda la población fueron altas respecto a valores registrados para otros lagomorfos que no se encuentran en peligro de extinción. El análisis filogeográfico reveló la presencia de cinco linajes evolutivos independientes y la distribución de los linajes tiene cierta correspondencia con la geografía. La modelación del tamaño efectivo poblacional detecta un crecimiento poblacional

seguido de un decremento alrededor de los 20,000 años antes de nuestra era, coincidiendo con el último Máximo Glacial (Osuna-López, 2015).

En el año 2016, se desarrolló una librería de 14 microsátélites específicos del Zacatuche (Montes-Carreto y *colaboradores comentario personal*), los cuales pueden ser usados para estudiar distintos aspectos de la genética y ecología del Zacatuche. Con ellos, se evaluó el efecto de la conectividad del hábitat en la variabilidad genética de poblaciones del Zacatuche (Montes-Carreto y *colaboradores comentario personal*). Se genotipificaron 1,420 muestras de 142 individuos. Se documentaron altos niveles de heterocigosis observada y esperada ($HE = 0.75$, $HO = 0.67$) y un índice de fijación bajo ($F_{ST} = 0.05$). La mayor variación genética se encontró dentro de las poblaciones (94 %). Se encontró una marcada estructura genética, lo que sugiere que los parches de muestreo del Zacatuche probablemente representan dos grupos genéticos definidos ($K = 2$) a pesar de que todas las poblaciones han experimentado flujo génico, siendo este mayor de Tláloc II hacia Chalchihuites (60 individuos). Se encontró que el tamaño efectivo histórico poblacional ha variado entre 8,386 y 14,572 individuos. Finalmente, se infirió que las poblaciones han pasado por cuellos de botella en el pasado reciente (Montes-Carreto y *colaboradores com. pers.*).

Situaciones de vulnerabilidad y amenazas

El Zacatuche presenta algunos atributos que, de manera natural, incrementan su vulnerabilidad ante las amenazas que han de mencionarse posteriormente. Entre ellos se encuentran los siguientes: a) presenta un área de distribución restringida a regiones altas, específicamente a algunos volcanes cercanos a la Ciudad de México, b) se especializa en el hábitat que ocupa y en el alimento que consume, c) tiene una tasa de natalidad y sobrevivencia baja en comparación con otros lepóridos, d) aunque no se conoce mucho sobre su dispersión, hasta el momento se sabe que sus habilidades en este sentido son relativamente bajas por su escasa locomoción debido a lo corto de sus extremidades.

Estas características son compartidas con muchas otras especies, sin embargo, el Zacatuche tiene una gran desventaja adicional, ya que su área de distribución, además de ser pequeña se encuentra demasiado próxima a la Ciudad de México, considerada como la urbe más grande del mundo. (Marshall, 1988 en Velázquez, *et al.*, 1993).

Por otra parte, es importante mencionar, que la depredación natural del Zacatuche contribuye a la disminución del número de ejemplares. Autores como Gaumer (1913) y Rojas (1951) han sugerido que los Zacatuches son presas de Comadrejas y Gatos Monteses. Además, Cervantes-Reza (1982) encontró pelos de este conejo en heces fecales de Coyotes y sugiere que el Halcón Cola Roja también es un depredador de *Romerolagus diazi*, sin dejar de mencionar especies potenciales como Zorras y serpientes de cascabel entre otras.

De manera más amplia, las amenazas que enfrenta el Zacatuche son:

Pérdida de hábitat

Aparentemente el principal factor que amenaza con la extinción del Zacatuche es la destrucción o pérdida del hábitat (Arana y Ayala, 2002). La perturbación en el área de distribución del Zacatuche es muy severa. Tan sólo en el Estado de México, se ha calculado que el 50% de sus ambientes naturales han desaparecido por la apertura de caminos y tierras para la agricultura y la urbanización, y el resto están muy fragmentados (Salazar y Ceballos, *obs. pers.* en Chávez y Ceballos, 1998). Asimismo, Domínguez-Pérez (2007) señaló que gran parte de las localidades históricas del Zacatuche se encuentran ahora deshabitadas por la especie e inclusive se han convertido en poblados, cultivos, brechas o carreteras. Entre los problemas que causan la pérdida de hábitat se encuentran:

La urbanización

La Ciudad de México ejerce una gran presión al territorio que rodea el área de distribución de la especie (Romero *et al.*, 1999). La demanda de recursos de esta ciudad es enorme, lo que ha generado la construcción de autopistas y caminos transitados por vehículos, así como el incremento de los asen-

tamientos humanos que han intensificado la reducción del hábitat disponible para la especie (Gov. C.M., 2009).

López-Paniagua y colaboradores (1996) documentaron que entre 1940 y 1980, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y 21 municipios del Estado de México crecieron alarmantemente de 11,700 ha a alrededor de 120,000 ha., lo que ha provocado no sólo la disminución de la superficie forestal sino también su fragmentación, así como efectos negativos sobre las poblaciones y hábitats de especies animales y vegetales, incluido el conejo Zacatuche. Específicamente, para el Zacatuche, el crecimiento de las ciudades de México, Toluca y Puebla han provocado de manera directa e indirecta la fragmentación del hábitat de la especie (DGVS, 2010). El proceso de urbanización conlleva diversas situaciones que deterioran el hábitat. La creación de caminos, la apertura de centros de recreación y la acumulación de desechos en el área de distribución del Zacatuche se han documentado también como amenazas reales para la especie (Velázquez, 1997).

Explotación de recursos naturales

A pesar de que el ámbito de distribución de la especie incluye los terrenos de cinco parques nacionales, la extracción de madera y suelos ha reducido a pasos agigantados el hábitat disponible para esta especie (Arana y Ayala, 2002). La tala clandestina de bosques, específicamente de pino, representa un problema que ha contribuido a disminuir la disponibilidad de hábitat adecuado para el Zacatuche (Gov. C.M., 2009).

En 1997, Velázquez documentó que la extracción de zacatón para la elaboración de escobas, así como la extracción de roca volcánica y suelo, son actividades reconocidas como un elemento de la actividad humana que ha deteriorado el hábitat donde se encuentra el Zacatuche, por lo que representan un problema que amenaza a la especie.

Agricultura y ganadería

El desarrollo y expansión de la agricultura, a través del intenso avance de las prácticas agropecuarias acompañadas del uso de incendios, han reducido sistemáticamente el hábitat del Zacatuche y a su vez destruido madrigueras de la especie

bajo los zacatonales (Arana y Ayala, 2002, Gob. C.M., 2009). Cabe mencionar que el desplazamiento de las zonas agrícolas y ganaderas se realiza sobre lugares de considerable altitud, lo que ha afectado a las poblaciones de este conejo en sitios que han sido su refugio durante años (Romero *et al.*, 1999).

Por otra parte, en 1996 durante el Taller Internacional para la Conservación de Conejos y Liebres Mexicanos en Peligro de Extinción, se identificó a los fuegos propiciados para generar nuevos pastos para el ganado, como uno de los tres factores más importantes en la afectación de las poblaciones de Zacatuche (Velázquez, 1997), ya que disminuyen la calidad y cantidad de pastos amacollados, los cuales resultan importantes para la permanencia de la especie (Romero y Velázquez, 1994).

Asimismo, los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, cuyo clima y vegetación dependen de la altitud, funcionan como islas biogeográficas en medio de climas más cálidos y diversos tipos de vegetación. Ello ocasiona que muchos animales no puedan migrar fácilmente -como el Zacatuche-. La perturbación humana de los hábitats naturales avanza de abajo hacia arriba, reduciéndolos y aislándolos cada vez más (Contreras, S/A).

Cambio climático

Según análisis efectuados por Domínguez-Pérez en base a datos emitidos por estaciones climáticas colocadas en diversos puntos del Eje Volcánico Transversal durante 46 años, el cambio climático está afectando la zona de distribución del Zacatuche, lo que puede originar o aún ahora ser causante de desplazamientos de sus poblaciones e inclusive de una reducción del hábitat disponible como al parecer ha sucedido en los últimos años. Algunas de las consecuencias que puede conllevar el aumento de la temperatura, así como cambios en la precipitación, es la extinción de especies y la declinación de las poblaciones de las mismas (Domínguez-Pérez, 2007). El mismo estudio mostró que las áreas potencialmente habitables por el Zacatuche tienden a mantenerse dentro de las zonas de mayor elevación, ubicadas en su mayoría en las cimas de los cerros y volcanes (3,000 a 4,000 msnm), mientras que se muestra una reducción del área a ocuparse por la especie en las altitudes bajas (entre los 2,400 y los 3,000 msnm). Asimismo, la autora supone que posiblemente

algunas poblaciones se están desplazando hacia altitudes mayores, aunque no descarta otros factores como el crecimiento urbano, la agricultura y sobrepastoreo entre otros.

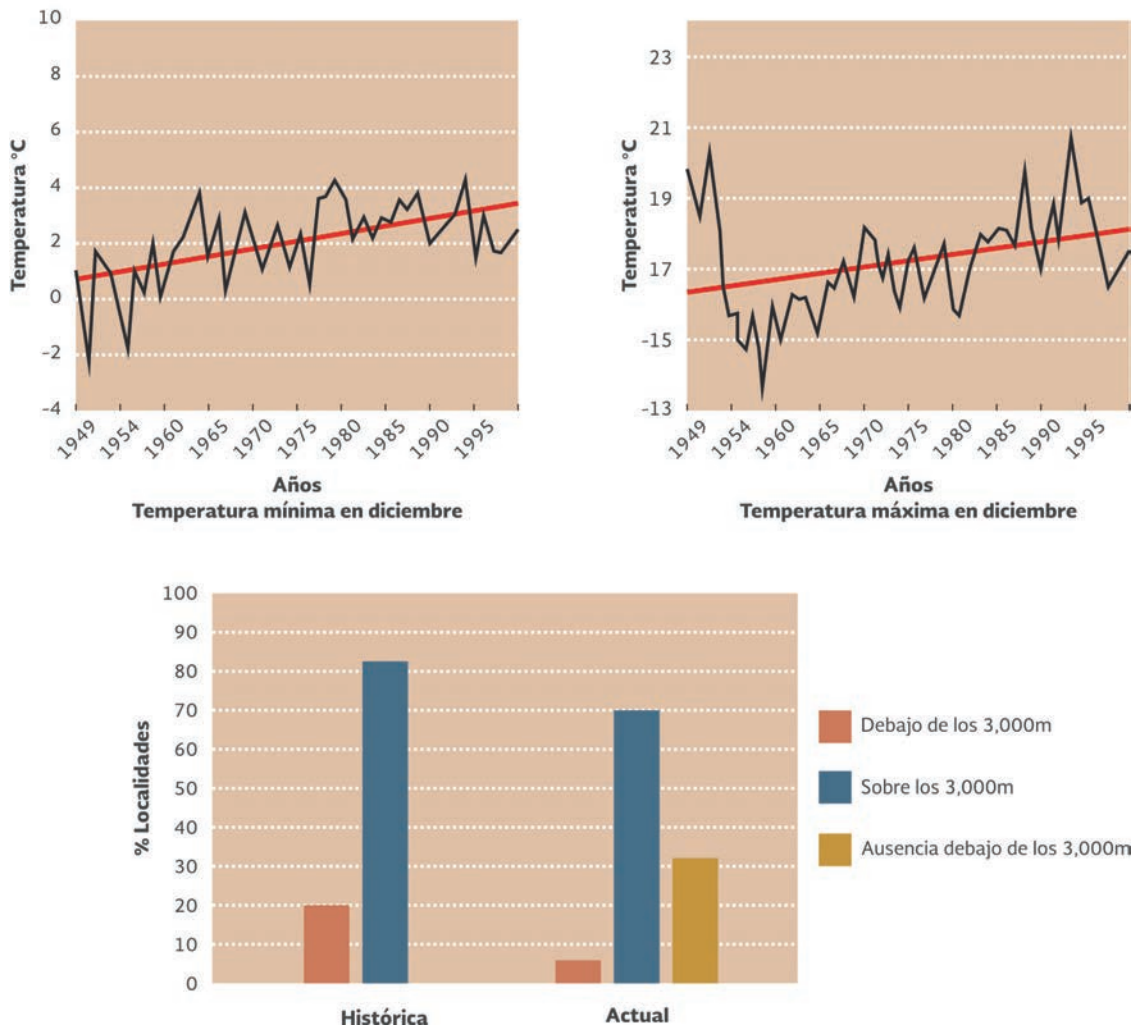
Depredación por especies exóticas

La depredación de Zacatuches por parte de especies ferales (perros y gatos) fue identificada, por un grupo de expertos en lagomorfos reunidos en el marco del taller Internacional para la Conservación de los Lagomorfos mexicanos en Peligro de Extinción, llevado a cabo en 1996, como una de las tres causas principales de la pérdida de estos conejos (Velázquez, 1997).

Cacería

La cacería de mamíferos como práctica deportiva, no incluye como presas principales a los Zacatuches, ya que su pequeño tamaño y lo denso del estrato herbáceo de su hábitat son impedimentos que lo hacen menos atractivo que las otras especies simpátricas de conejos (Conejo Castellano *Sylvilagus floridanus*, y conejo de monte *S. cunicularius*). No obstante, esta actividad fue reconocida en 1996, como uno de los tres factores principales que originaba la pérdida de individuos de Zacatuche (Velázquez, 1997). Asimismo, se ha documentado que personas provenientes de la Ciudad de México así como habitantes cercanos a los sitios donde se encuentra el Zacatuche practican su cacería de manera furtiva (Leopold, 1959 en Cervantes *et al.*, 1990), tal es el caso de los habitantes del poblado de Parres (km 31 carretera federal México-Cuernavaca), en donde los campesinos aprecian mucho la carne del conejo Zacatuche, aunque sólo se limitan a consumirlo en ocasiones especiales (*e. gr.*, fiestas de cumpleaños). Sin embargo, al parecer, los perros que asisten a los pastores que cuidan los rebaños de ganado ovino y bovino tienen un fuerte impacto sobre las poblaciones de Zacatuches, lo que ha contribuido ampliamente al proceso de deterioro de las poblaciones de estos mamíferos mexicanos, por lo que urge emprender en estas zonas un programa de educación ambiental y documentar el impacto de los perros sobre los Zacatuches (Galindo-Leal y Velázquez, 1996; Cervantes y González, 1996).

Figura 3. a) Temperaturas mínimas registradas durante el mes de diciembre durante 46 años, b) Temperaturas máximas registradas durante el mismo mes y mismo periodo, c) Cambio en el porcentaje de ocupación de Zacatuche en las localidades detectadas como sitios de distribución. Tomado y traducido de Domínguez y Martínez-Meyer, S/A.



Muerte provocada

Debido a la pérdida de hábitat, los Zacatuches llegan a desplazarse hacia áreas agrícolas cercanas, convirtiéndose en víctimas de campesinos que, al verlos como plaga, implementan acciones de control de la especie, con la excusa de evitar que los Zacatuches dañen la cosecha (Granados *et al.*, 2004; Arana y Ayala, 2002).

Envenenamiento accidental

Los Zacatuches sufren de envenenamiento por plaguicidas ya que, al consumir semillas y productos derivados de campos

agrícolas, ingieren a su vez biocidas, plaguicidas y fertilizantes que los intoxican y/o les producen trastornos que los debilitan y hacen susceptibles a enfermedades metabólicas o infecciosas (Arana y Ayala, 2002; Granados *et al.*, 2004).

Extracción de ejemplares del medio silvestre

Actualmente no se tiene bien documentada esta problemática, sin embargo, Granados y colaboradores (2004), mencionan que los conejos que habitan en las Sierras Nevada y del Ajusco son víctimas del robo de sus ejemplares para ser comercializados como mascotas.

III. OBJETIVOS

General

Contribuir a la conservación y protección del Zacatuche y su hábitat a través de la identificación, fortalecimiento y ejecución de acciones clave contando con participación intersectorial y multidisciplinaria.

Particulares

1. Implementar las políticas públicas existentes dentro de las áreas de distribución del Zacatuche en coordinación interinstitucional.
2. Ejecutar actividades de manejo de la especie y su hábitat, para contribuir a su recuperación y conservación.
3. Mejorar las condiciones del hábitat del Zacatuche a través de la aplicación de estrategias de restauración.
4. Generar información sobre la ecología y genética del Zacatuche que fortalezca la toma de decisiones en materia de protección, manejo, recuperación y conservación de la especie y su hábitat.
5. Incrementar la participación de los diversos sectores de la sociedad mexicana en las acciones de protección, manejo y recuperación de la especie y su hábitat.
6. Generar las condiciones para que se cumplan con los objetivos planteados en este programa a través del desarrollo de las diferentes estrategias descritas.

IV. METAS GENERALES

1. Contar con esquemas eficaces de protección para el Zacatuche y su hábitat.
2. Implementar esquemas de manejo de hábitat en zonas de distribución de la especie, que permitan el desarrollo de poblaciones saludables.
3. Recuperar, restaurar y reconectar áreas consideradas como hábitat de importancia para la conservación del Zacatuche.
4. Contar con información técnica y científica actualizada que refleje el estado actual de las poblaciones de Zacatuche y permita aplicar y proponer acciones eficientes para su conservación.
5. Contar con la participación activa de instituciones académicas, ONG's, gobiernos municipales y estatales, empresarios y sociedad en general en las actividades de conservación, protección, restauración y reintroducción de las poblaciones del Zacatuche y su hábitat.
6. Contar con el financiamiento y colaboración interinstitucional para realizar las distintas actividades planteadas en el presente PACE.

V. METAS (2024)

1. Contar con comités de vigilancia participativa establecidos en comunidades localizadas en áreas de importancia del Zacatuche, en colaboración con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).
2. Incrementar el número de hectáreas, hábitat de Zacatuche, en algún esquema de conservación (ANP, UMA, ADVC, etc.).
3. Realizar acciones y proyectos de conservación y manejo de la especie en las ANP Federales con poblaciones de Zacatuche.
4. Identificar las áreas con potencial para la restauración del hábitat y repoblación de Zacatuches, que incluya una categorización sobre su prioridad y las particularidades necesarias para su manejo.
5. Poseer una base de datos con información sobre los proyectos realizados en las ANP Federales y sitios con otras modalidades de protección con poblaciones de Zacatuche.
6. Contar con un acervo de publicaciones derivadas de los proyectos de investigación, conservación y manejo para la consulta de los interesados.
7. Operar un programa de monitoreo permanente de la especie y su hábitat, involucrando al sector gubernamental (federal, estatal y municipal), la academia, sociedad civil y comunidades locales.

VI. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Lineamientos generales

De manera general el PACE: Zacatucho es un documento que contiene acciones detectadas por los expertos e involucrados, como necesarias para contribuir con la conservación de la especie y su hábitat. Su visión a largo plazo se enfoca en “lograr la conservación del Zacatucho y su hábitat natural” de manera que se pueda contar con poblaciones con las siguientes características:

- a) Con un número de individuos suficiente.
- b) Presencia de individuos de edades y sexos diferentes, que permitan tener una estructura poblacional funcional y estable.
- c) Características genéticas viables, de manera que se pueda prevenir cualquier posible problema de consanguinidad derivado del reducido número de ejemplares; o bien afectaciones a la capacidad adaptativa de la especie a cambios ambientales.
- d) Poblaciones con hábitat suficiente en calidad y superficie.
- e) Poblaciones resilientes ante un mínimo de los riesgos que actualmente amenazan su existencia.
- f) Poblaciones cuyo estado de salud es aparentemente bueno y no se aprecia la presencia de enfermedades que amenacen su estabilidad y/o existencia.

Para alcanzar los objetivos de conservación de la especie, las acciones descritas en el PACE: Zacatucho, se han estructurado en seis estrategias de conservación: 1) Protección, 2) Manejo, 3) Restauración, 4) Conocimiento, 5) Cultura y 6) Gestión.

1. Protección

Las acciones listadas como parte de esta estrategia, se orientan a la implementación de actividades que habrán de fomentar el cuidado y mantenimiento de los espacios donde se distribuye el Zacatuche y la prevención y combate de actos ilícitos que afecten a las poblaciones de la especie, su hábitat, y/o a las especies con las que cohabita así como a minimizar los efectos derivados de factores naturales como la erosión, incendios naturales, plagas y enfermedades, o inducidos como es el caso de los riesgos derivados de la presencia de especies exóticas, invasoras y/o ferales.

Líneas de acción

- a) Promover la figura de conservación y protección de áreas prioritarias ya sean ANP, predios certificados para la conservación (reservas comunales y/o privadas) de reconocimiento federal, estatal y UMA.
- b) Lograr la incorporación de predios donde se llevan a cabo acciones de conservación del Zacatuche y su hábitat formal e informalmente, a los beneficios del Pago por Servicios Ambientales (PSA - Captura de carbono, Hidrológicos y para Conservación de Biodiversidad) y Programas de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) y Proyectos y/o Programas dedicados a la conservación.
- c) Promover a través de una coordinación interinstitucional, los ordenamientos territoriales municipales en las áreas prioritarias de conservación del Zacatuche.
- d) Coordinar con la CONAFOR el manejo forestal, garantizando la restauración de la cobertura original de los zacatones y preservar las zonas de pastizal nativo en las áreas prioritarias de conservación del Zacatuche, así como fortalecer la coordinación Interinstitucional.

Componentes

1.1 Componente de protección del hábitat

Objetivo

Apoyar y coordinar los procesos para incorporar nuevas superficies de hábitat del Zacatuche bajo algún estatus de conservación y protección.

Actividades

- a) Establecer proyectos de pago por servicios ambientales en áreas de distribución de la especie.
- b) Fomentar la conversión de rebaños libres en estabulados, tratando de no propiciar el incremento en el número de hatos.
- c) Cercar predios que sean reforestados con la finalidad de evitar la entrada de ganado a estas áreas y/o la implementación de veredas o caminos.

- d) Implementar letreros restrictivos e informativos que fomenten la protección del Zacatuche y su hábitat.
- e) Desarrollar proyectos que permitan y fomenten la conectividad y protección de las diferentes áreas dentro de los que se distribuye la especie.
- f) Fomentar la incorporación de predios identificados como áreas clave para la conservación del Zacatuche, a esquemas de conservación (UMA, Unidades de Manejo Forestal, áreas certificadas, etc.).

1.2 Componente de Marco Legal

Objetivo

Coadyuvar en la correcta aplicación del marco legal que sustenta y justifica las acciones de protección y conservación del Zacatuche en México.

Actividades

- a) Difundir la legislación nacional e internacional vigente que tenga influencia relevante en la conservación del Zacatuche y su hábitat entre los diferentes sectores involucrados.
- b) Establecer un acuerdo con PROFEPA y grupos involucrados para que los resguardos y depósitos administrativos de ejemplares vivos sólo se otorguen con fines de conservación, investigación y recuperación de la especie.
- c) Proporcionar, a solicitud de las autoridades que así lo requieran, información técnica de la especie que ayude a la correcta toma de decisiones.

1.3 Componente de inspección y vigilancia

Objetivo

Prevenir y coadyuvar en el control de actividades ilegales como la caza, comercio y posesión de ejemplares, partes y derivados del Zacatuche, y la destrucción o modificación ilegal de su hábitat.

Actividades

- a) Promover la participación social en áreas prioritarias de conservación del Zacatuche, que cuenten con apoyos de Programas de Empleo Temporal, (PET) y PROCODES en coordinación interinstitucional estrecha con las diversas dependencias gubernamentales involucradas en el tema.
- b) Promover en coordinación estrecha con la PROFEPA, la atención oportuna de denuncias y quejas relacionadas a afectaciones directas e indirectas del Zacatuche y su hábitat.
- c) Desarrollar un mapa de áreas y rutas críticas de afectaciones directas e indirectas de la especie y su hábitat, para priorizar acciones preventivas y punitivas, según se requiera.

- d) Realizar al menos un taller de capacitación a inspectores federales de PROFEPA y redes comunitarias de vigilancia, en identificación y manejo de los Zacatuches.
- e) Fomentar la participación de los dueños o poseedores de predios ubicados dentro o cercanas al área de distribución del Zacatuche, en acciones de protección, vigilancia y monitoreo de la especie y su hábitat.
- f) Establecer mecanismos de coordinación intersectorial y de los diferentes niveles de gobierno para la prevención, control y combate de incendios en el hábitat del Zacatuche

2. Manejo

La pérdida de hábitat para la especie y la consecuente reducción de sus poblaciones, como resultado de factores antropogénicos, hacen necesario desarrollar e implementar las acciones, técnicas y métodos, de manejo de la especie y su hábitat, que apoyen la permanencia de la especie en el medio silvestre y la conservación de las áreas identificadas como prioritarias para su conservación.

Líneas de acción

- a) Implementar programas para la reconversión, diversificación productiva, y ecoturismo en zonas de distribución del Zacatuche, así como esquemas de manejo sustentable del hábitat y el acceso a pagos por servicios ambientales.
- b) Identificar áreas que por sus características o debido a la función que en ellas desarrolla la especie, resulten clave y prioritarias para ser conservadas, manejadas y/o recuperadas.
- c) Planear e implementar programas de manejo sustentable de la especie que incluyan la reproducción en cautiverio, sistemas de marcaje de ejemplares, atención a enfermedades, manejo de los ejemplares y reintroducción al medio silvestre.

Componentes

2.1 Componente de manejo de hábitat

Objetivo

Identificar y ejecutar acciones de manejo del hábitat del Zacatuche que contribuyan a su recuperación y conservación.

Actividades

- a) Incorporar predios de distribución del Zacatuche al programa de pago por servicios ambientales de la CONAFOR.
- b) Aplicar los instrumentos de conservación in situ (ANP, UMA, certificación de predios para la conservación, etc.) disponibles, con el fin de incrementar la protección del hábitat, incrementar el área de distribución de la especie y crear corredores biológicos.

- c) Promover la reconversión productiva del sector rural en sitios hábitat del Zacatuche por actividades de bajo impacto que apoyen la conservación de la especie y su medio tales como delimitación de sitios específicos para efectuar ecoturismo o la reconversión de tierras agropecuarias a plantaciones forestales comerciales o reforestación
- d) Establecer zonas donde se permitan actividades de ecoturismo que tengan poco impacto en las poblaciones del Zacatuche y que permitan incrementar la derrama económica y ser un espacio generador de conciencia ambiental en los visitantes, en colaboración con investigadores y especialistas de la especie.
- e) Realizar la revisión de los Programas de Manejo de las ANP dentro de las cuales se distribuye la especie, con la finalidad de propiciar el establecimiento de áreas prioritarias para la conservación del Zacatuche y realizar su adecuado manejo.
- f) Revisar y adecuar los programas de quemas controladas que se desarrollen en áreas consideradas como de distribución o distribución potencial del Zacatuche, con el fin de evitar que madrigueras y áreas de refugio de la especie sean degradadas o extirpadas.
- g) Implementar acciones de conservación y restauración de áreas de zacatonales nativos en el área de distribución de la especie.
- h) Establecer en áreas potenciales de distribución de la especie, lugares en donde los conejos seleccionados de los programas de reproducción puedan ser introducidos nuevamente en su hábitat natural.

2.2 Componente de manejo de la especie

Objetivo

Establecer estrategias de manejo de poblaciones y ejemplares de Zacatuche para garantizar su recuperación y conservación.

Actividades

- a) Conformar e implementar un manual con los procedimientos de manejo que deberá utilizarse en todo momento para la atención y canalización de animales rescatados por haber sido capturados, comercializados, por haber sufrido algún accidente, etc.

2.3 Componente de manejo en cautiverio

Objetivo

Colaborar con los programas de reproducción de ejemplares en cautiverio o semicautiverio, considerando la necesidad de variabilidad genética que se requiere para garantizar la permanencia de la especie en el medio silvestre.

Actividades

- a) Fortalecer los programas de reproducción en cautiverio o semicautiverio, ya existentes, considerando técnicas y lineamientos necesarios para el manejo y reproducción de las poblaciones cautivas.
- b) Promover la participación de diferentes instituciones y/o zoológicos que promuevan la colaboración de su personal en programas de reproducción en cautiverio.
- c) Establecer un sistema de marcaje, que permita dar seguimiento sistemático a los ejemplares en cautiverio como a los ejemplares liberados al medio silvestre.
- d) Desarrollar un programa zoonosanitario que describa las técnicas y/o medidas a implementar para la prevención o tratamiento de enfermedades, parásitos y/o ectoparásitos.

3. Restauración

Con la inclusión de esta estrategia en el PACE: Zacatuche, se busca desarrollar acciones que permitan prevenir, mitigar, controlar y en su caso revertir la degradación del hábitat de la especie, con la finalidad de recuperar su funcionalidad y contar con áreas para el adecuado establecimiento de poblaciones de la especie.

Líneas de acción

- a) Identificar áreas de distribución de Zacatuche que presenten problemas de degradación física y/o biológica, con la finalidad de efectuar acciones que permitan su recuperación.
- b) Desarrollar programas que permitan prevenir y revertir los efectos de la degradación del hábitat de *Romerolagus diazi* así como el monitoreo de los efectos y los procesos de recuperación.
- c) Efectuar actividades que posibiliten el restablecimiento de corredores biológicos, y fomenten la conectividad entre las diferentes áreas clave para la conservación de la especie de forma que se disminuya la fragmentación, pérdida y deterioro progresivo del hábitat, el efecto de borde y el efecto de barrera.

Componentes

3.1 Componente de restauración de hábitat y ecosistemas

Objetivo

Mejorar las condiciones físicas, biológicas y ecológicas de las áreas prioritarias para la conservación del Zacatuche, para sostener a la especie y permitir el desarrollo de sus poblaciones.

Actividades

- a) Identificar los sitios críticos que requieran algún tipo de restauración particularmente en áreas fragmentadas o con impactos antropogénicos.

- b) Donde sea necesario, diseñar e implementar programas de recuperación de hábitat del Zacatucho que implique la conservación de suelos y vegetación.
- c) Ofrecer alternativas de reconversión productiva en terrenos cuyas actividades afecten a la especie.

3.2 Componente de mitigación y prevención de impactos

Objetivo

Prevenir y reducir los impactos negativos derivados de acciones humanas o naturales que afectan al hábitat del Zacatucho, así como a sus poblaciones.

Actividades

- a) Establecer acciones preventivas y correctivas para evitar la propagación de incendios en las áreas de distribución de la especie.
- b) Monitorear el efecto de los incendios en las zonas de ocurrencia de las poblaciones de Zacatucho.
- c) Controlar y prevenir la pérdida de suelos por erosión mediante la implementación de barreras, bordos, presas de gavión o cualquier herramienta que evite la pérdida de suelo.

4. Conocimiento

A través del desarrollo de este apartado, se pretende contar con información confiable y ordenada sobre la biología de la especie y su problemática, con el fin de apoyar la toma de decisiones y la realización acciones de protección, manejo, restauración, y conservación de la especie, así como en cuestiones de educación ambiental.

Líneas de acción

- a) Desarrollar e implementar un protocolo de monitoreo del Zacatucho que permita un seguimiento puntual de la especie, involucrar estudios científicos y conocer parámetros y tendencias poblacionales y del estado de conservación de la especie, con el fin de generar información que sustente la implementación de acciones de conservación.
- b) Identificar las áreas prioritarias para la conservación del Zacatucho así como la disponibilidad de hábitat, alimento y en general condiciones adecuadas para cubrir sus necesidades biológicas.
- c) Identificar los sitios críticos para la recuperación del Zacatucho, particularmente las poblaciones “fuente” y la conectividad entre poblaciones, a través de un estudio de monitoreo y densidad poblacional a nivel nacional.

Componentes

4.1 Componente de áreas prioritarias

Objetivo

Identificar las áreas prioritarias para la conservación de la especie, con el fin de enfocar en ellas esfuerzos que deriven en la recuperación y permanencia del Zacatucho en su hábitat natural a largo plazo.

Actividades

- a) Identificar y gestionar áreas prioritarias donde se distribuya el Zacatucho para la aplicación de acciones orientadas a su conservación.
- b) Fomentar la eliminación y/o restricción del pastoreo en áreas prioritarias con el fin de recuperar las características originales del hábitat.

4.2 Componente de investigación científica

Objetivo

Promover la investigación científica sobre la especie, su hábitat y las amenazas que enfrenta, para fortalecer la toma de decisiones encaminadas a su conservación.

Actividades

- a) Identificar las líneas de investigación científica prioritarias que contribuyan en el conocimiento de la especie para apoyar su conservación y manejo.
- b) Crear una base de datos que contenga la información científica que se vaya generando, así como de las investigaciones realizadas. Específicamente, crear un Sistema de Información Geográfica que permita el almacenamiento de los datos generados sobre la distribución de la especie y las diferentes coberturas del medio que habita, a través del cual sea posible analizar la información generada durante el monitoreo de la especie, brindando información útil para prevenir la fragmentación del hábitat y sus poblaciones.
- c) Identificar las consecuencias que tienen los productos agroquímicos en los individuos y poblaciones de Zacatucho con énfasis en su proceso reproductivo.
- d) Realizar una evaluación del grado de conservación del hábitat dentro de sitios potenciales de distribución y reintroducción del Zacatucho.
- e) Generar un fondo concurrente del gobierno en sus diferentes niveles y sectores, así como de organizaciones de la sociedad civil nacionales y extranjeras para financiar investigaciones del Zacatucho.

4.3 Componente de monitoreo biológico

Objetivo

Conocer la abundancia, distribución y tendencias poblacionales del Zacatucho a través del monitoreo de sus poblaciones.

Actividades

- a) Implementar la metodología estandarizada para estimar el número de individuos existente en las poblaciones silvestres, así como la distribución de las mismas.
- b) Monitorear las poblaciones de la especie y su hábitat con la finalidad de evaluar el comportamiento demográfico de las poblaciones de la especie.
- c) Estimar la disponibilidad de hábitat adecuado (alimento y estructuras de refugio) para el Zacatucho.
- d) Homologar procedimientos de monitoreo para la especie.
- e) Concentrar y analizar periódicamente la información demográfica para conocer las tendencias de las poblaciones de Zacatucho y su relación con los factores de riesgo identificados.
- f) Monitorear los corredores biológicos identificados dentro del área de distribución del Zacatucho, con la finalidad de identificar los rangos de movilidad de la especie.
- g) Capacitar a personal de la CONANP y brigadas comunitarias en los procedimientos de monitoreo de la especie y en la identificación de individuos y sus madrigueras.

5. Cultura

Para involucrar a la sociedad en general en la implementación de acciones de conservación del Zacatucho y su hábitat, es necesario desarrollar una estrategia para difundir información sobre la biología, problemática y esfuerzos de conservación de la misma y su hábitat. De manera particular, la estrategia pretende llegar a las personas que cohabitan o hacen uso del hábitat del Zacatucho y de la especie misma, de manera que puedan ser involucradas en su conservación, así como en el uso sustentable de los recursos naturales que utilizan.

Líneas de acción

- a) Desarrollar estrategias de difusión de información, así como los materiales necesarios, para promover la conservación de la especie entre la sociedad civil con énfasis en la que cohabita con la especie o visita su área de distribución.
- b) Capacitar a personal de diversos sectores sociales en el manejo de información con respecto a biología de la especie y su hábitat, la problemática que presentan y el desarrollo de actividades compatibles con su conservación, como el ecoturismo, para conformar grupos locales que apoyen en la labor de concientización social.

- c) Promover entre las comunidades ubicadas dentro del área de distribución de la especie, prácticas productivas amigables con la permanencia y desarrollo del Zacatucho en el medio silvestre.
- d) Promover la participación conjunta de diversos sectores sociales en la protección y conservación del Zacatucho y su hábitat.

5.1 Componente de educación ambiental

Objetivo

Lograr la sensibilización e incidir en una nueva conducta de la población en general mediante la promoción de una cultura de conservación del Zacatucho como especie patrimonio nacional.

Actividades

- a) Convocar y promover un grupo de trabajo de instancias gubernamentales y no gubernamentales (áreas de educación ambiental y comunicación social) con el fin de homologar criterios y unir esfuerzos para una campaña de Educación Ambiental Integral tanto en el ámbito rural como en el urbano.
- b) Diseñar estrategias de trabajo y difusión de información con los diferentes sectores sociales que tienen influencia en la conservación y /o el deterioro de las poblaciones del Zacatucho.

5.2 Componente de comunicación y difusión

Objetivo

Desarrollar e impulsar una campaña de comunicación y difusión utilizando medios formales e informales, diferenciando públicos rurales y urbanos para posicionar al Zacatucho como una especie emblemática de la conservación del país.

Actividades

- a) Diseñar, producir y difundir materiales informativos y recreativos dirigidos a los diferentes tipos de público procurando su accesibilidad y suficiencia.
- b) Difundir la importancia del papel de la sociedad en las tareas de protección, conservación y recuperación del Zacatucho, otras especies en riesgo y su hábitat.
- c) Establecer sinergias técnicas y financieras con los diversos medios de comunicación para el desarrollo de materiales y su difusión.
- d) Crear y actualizar constantemente una página en internet de difusión sobre la especie dirigida al público en general.
- e) Difundir entre los diferentes centros recreativos y las ANP localizadas dentro del área de distribución del Zacatucho, información sobre la especie y su hábitat a los visitantes.

- f) Promover la integración, difusión y participación de todos los actores involucrados, en la activación y operación de una página web de consulta para especialistas y público en general, con el fin de asegurar el interés y la participación en la conservación del Zacatuche a nivel nacional e internacional.

5.3 Componente de capacitación social

Objetivo

Disminuir las actividades que impactan negativamente en el hábitat y que causan pérdida directa de ejemplares y/o poblaciones de Zacatuches en las áreas prioritarias de conservación mediante la búsqueda y promoción de una participación social, representada por un mayor grado de información, participación e involucramiento por parte de los legítimos poseedores de los predios ubicados en estas áreas.

Actividades

- a) Capacitar a educadores ambientales, profesores, guías turísticos, personas que habiten en los sitios de ocurrencia etc. con información biológica sobre el Zacatuche y su hábitat y la problemática que ambos enfrentan que sean capaces de transmitir a su vez a visitantes y residentes de las zonas de ocurrencia de la especie.
- b) Realizar pláticas, cursos o talleres de educación ambiental en los centros de recreación establecidos dentro del área de distribución de la especie.
- c) Promover actividades productivas compatibles con la conservación del Zacatuche y su hábitat (UMA, cadenas productivas forestales, etc).

6. Gestión

Para la correcta operación del PACE: Zacatuche, es importante incorporar una estrategia que permita involucrar y conjuntar los esfuerzos de los diferentes actores y de los tres niveles de gobierno interesados en la conservación y protección de las poblaciones de Zacatuche y su hábitat, así como de aquellos actores de la iniciativa privada que pudieran funcionar como patrocinadores y/o socios clave en la implementación del PACE.

Asimismo, es necesario considerar los aspectos biológicos, económicos, sociales, legales y en su caso políticos que habrá de atenderse, por lo que la estrategia de Gestión, buscará generar los acuerdos, convenios, alianzas o cualquier otro instrumento legal y/o de gestión, que permitan proveer los recursos económicos, materiales y humanos necesarios para la correcta operación del PACE.

Líneas de acción

- a) Crear las redes sociales y sectoriales necesarias para desarrollar los diferentes proyectos enmarcados en el presente PACE a través de la construcción de sinergias institucionales.
- b) Crear los mecanismos de financiamiento que permitan efectuar las diferentes actividades planteadas en este documento.
- c) Llevar a cabo actividades de difusión de avances y resultados de los proyectos realizados dentro del marco de este PACE, así como efectuar el análisis y evaluación de los mismos, para priorizar acciones y en caso necesario, efectuar actualizaciones y/o modificaciones a los programas de trabajo o proyectos correspondientes.

Componentes

6.1 Componente de actores involucrados

Objetivo

- Garantizar la organización, administración y financiamiento de las diferentes actividades descritas en este PACE.
- Fomentar la colaboración interinstitucional, en las acciones descritas en el presente PACE y necesarias para la conservación del Zacatuche.

Actividades

- a) Identificar a los diferentes actores interesados en la investigación, manejo, protección, conservación y recuperación de los Zacatuches y su hábitat y promover su colaboración en la generación de información sobre la especie y la puesta en marcha de las acciones propuestas en el presente PACE.
- b) Crear sinergias institucionales y sociales para el desarrollo de las acciones de investigación, manejo, protección, conservación y recuperación de la especie.
- d) Impulsar y asesorar a los gobiernos municipales y estatales en la ejecución de actividades y proyectos de conservación, inspección y vigilancia.
- c) Desarrollar una estrategia de financiamiento que permita llevar a cabo las diferentes actividades propuestas en el PACE involucrando al sector gubernamental, la iniciativa privada y a la sociedad en general.
- d) Diseñar proyectos de voluntariado y apoyo técnico que incluyan a la sociedad en las diversas actividades propuestas.
- e) Establecer sinergias con grupos que trabajan con otras especies cohabitantes con el Zacatuche, a fin de incorporar sus actividades en un enfoque de conservación de ecosistemas.

6.2 Componente de programación

Objetivos

Implementar un calendario de las actividades y proyectos que se realizarán en el marco de este PACE, basado en la identificación de fases y prioridades necesarias para alcanzar metas y objetivos, acorde a los retos y oportunidades que se presenten a lo largo de su ejecución.

Actividades

- a) Identificar las actividades prioritarias dentro de este programa.
- b) Construir un calendario de actividades donde se ubiquen actividades a desarrollar y su temporalidad, personas o instituciones responsables, tiempos de planeación y ejecución y resultados esperados, entre otras variables.

6.3 Componente de evaluación y seguimiento

Objetivo

Garantizar el alcance en tiempo y forma de los objetivos y metas de este programa, a través de evaluaciones continuas de los resultados obtenidos.

Actividades

- a) Realizar reuniones periódicas de evaluación y actualización o modificación necesaria de los proyectos entre los actores involucrados.
- b) Evaluar periódicamente los avances del PACE y realizar las actualizaciones o ajustes necesarios correspondientes a corto, mediano y largo plazo, dentro de un marco de manejo adaptativo.
- c) Emplear los indicadores para cuantificar el grado de alcance de los objetivos y metas planteados para las actividades programadas.
- d) Difundir entre el grupo de trabajo los avances y resultados obtenidos de los diferentes proyectos para conocer los logros y problemáticas de manera global y así ofrecer soluciones completas y consensuadas.

VII. CRITERIOS E INDICADORES

Contribuir a la conservación del Zacatucho en el medio silvestre,
a través de la identificación y ejecución de acciones de conservación en hábitat y poblaciones.

OBJETIVO PARTICULAR	META	INDICADORES
SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN		
Disminuir los factores que afectan las condiciones de salud y estabilidad del hábitat y de las poblaciones del conejo Zacatucho a través de acciones directas de protección, vigilancia y la correcta aplicación del marco legal.	Desarrollar esquemas eficaces de protección para el Zacatucho y su hábitat.	Disminución cualitativa y cuantitativa de los factores antropogénicos y naturales que afecten las poblaciones del Zacatucho y su hábitat, dentro de las áreas naturales protegidas y/o su área de influencia localizadas dentro del rango de distribución de la especie.
SUBPROGRAMA DE MANEJO		
Efectuar actividades de manejo de la especie y su hábitat, para garantizar su recuperación y conservación.	Implementar esquemas de manejo de hábitat en zonas de distribución de la especie, que permitan el desarrollo de poblaciones saludables.	Número de hectáreas incorporadas a esquemas de conservación (Pago por Servicios Ambientales, UMA, etc.) dentro de áreas relevantes para la preservación del Zacatucho. Número de proyectos de aprovechamiento alternativo de recursos naturales, implementados dentro de las áreas naturales protegidas en las que se distribuye el Zacatucho y sus áreas de influencia.
SUBPROGRAMA DE RESTAURACIÓN		
Mejorar las condiciones del hábitat del Zacatucho a través de la aplicación de estrategias de restauración.	Recuperar, restaurar y reconectar áreas consideradas como hábitat de importancia para la conservación del Zacatucho.	Disminución paulatina de áreas degradadas ubicadas dentro del rango de distribución de la especie y sus zonas de influencia. Generar cuando menos una acción de restauración al año que permita recuperar áreas de importancia para la conservación de la especie.
SUBPROGRAMA DE CONOCIMIENTO		
Generar información sobre la biología y la ecología del Zacatucho que derive en acciones efectivas de protección, manejo, recuperación y conservación de la especie y su hábitat.	Contar con información técnica y científica actualizada que refleje el estado actual de las poblaciones de Zacatucho y permita aplicar y proponer acciones eficientes para su conservación.	En el corto plazo, generar y operar en las ANP ubicadas dentro del rango de distribución del Zacatucho, un protocolo de monitoreo de la especie. Número de investigaciones y/o proyectos que aporten información sobre la especie y su hábitat que permitan tomar decisiones adecuadas en materia de conservación de la especie.

SUBPROGRAMA DE CULTURA

Sensibilizar a los diversos sectores de la sociedad mexicana sobre la situación de riesgo que enfrenta el Zacatuche y las acciones requeridas para lograr su recuperación y conservación.

Contar con instituciones académicas, ONG's, gobiernos municipales y estatales, empresarios y sociedad en general involucrada activamente en las actividades de conservación, protección, restauración y reintroducción de las poblaciones del Zacatuche y su hábitat.

Número de materiales de difusión y divulgación e información emitidos sobre el Zacatuche y difundidos o repartidos a la sociedad.

Implementar bianualmente un evento de capacitación, divulgación y/o educación ambiental referente a la especie y su hábitat y las acciones en torno a su conservación.

SUBPROGRAMA DE GESTIÓN

Generar las condiciones para que se cumplan con los objetivos planteados en este programa a través del desarrollo de las diferentes estrategias descritas.

Contar con el financiamiento y colaboración interinstitucional para realizar las distintas actividades planteadas en el presente PACE.

Disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos con el nivel de especialización y las habilidades específicas para la operación del proyecto.

VIII. LITERATURA CITADA

- Almeida, L. Cleef, A. M., Herrera, A. Velázquez, A. e I. Luna. 1994. El zacatonal alpino del volcán Popocatepetl, México y su posición en las montañas tropicales de América. *Phytocoenología*, 22(3): 391-434 pp.
- Animalinfo. 2005. Volcano rabbit, *Romerolagus diazi*. [En línea]: <<http://www.animalinfo.org/species/romediaz.htm>>
- Arana C. y A. Ayala. 2002. "El Teporingo". FMVZ-UNAM. En: <<http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1/roedores/teporingo/BvS1AcJPe00001.htm>> Página visitada el 09 de julio de 2009.
- Aranda S. M., C. del Río, R. L. Colmenero y S.V. Magallón. 1980. "Los Mamíferos de la Sierra del Ajusco". Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal. México.
- Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C. AMCELA. 1999. "Boletín AMCELA". 9 (1): 1-12. México.
- Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C. AMCELA. 2003. "AMCELA. Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C." En: <<http://www.ibiologia.unam.mx/amcela/>> Página visitada el 14 de julio de 2009.
- Barrera, A. 1968. "Distribución cliserial de los sifonápteros del Volcán Popocatepetl, su interpretación biogeográfica". Anales del Instituto de Biología – Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 39 (1):35-100 pp.
- Brito-González, D. 2017. "Estimación de la densidad poblacional del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*): variación interanual y efectos del hábitat" Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 55 pp.

- Cervantes-Reza F.A. 1980. "Principales características biológicas del conejo de los volcanes *Romerolagus diazi*, Ferrari Pérez, 1893 (Mammalia: Lagomorpha)" Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 137 pp.
- Cervantes-Reza, F.A. (1982), "Observaciones sobre la reproducción del Zacatuche o teporingo *Romerolagus diazi* (Mammalia: Lagomorpha)", *En: Doñana Acta Vertebrata*, 9: 416-420 pp.
- Cervantes F. A., Lorenzo C. y R. S. Hoffman. 1990. "*Romerolagus diazi*" *En: Mammalian Species*. The American Society of Mammalogists. (360): 1-7 pp.
- Cervantes F.A. y F.X. González, 1996. "Los conejos y liebres silvestres de México". *En: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat*. Fondo de Cultura Económica. Pp. 17-25. México. 204 pp.
- Cervantes, F. A. y J. M. Vázquez, 1996. "Historia Natural del Conejo Zacatuche o teporingo". *En: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat*. Fondo de Cultura Económica. Pp. 29-40. México. 204 pp.
- Cervantes F.A., Lorenzo C., y T.L. Yates. 2002. "Genetic variation in population of mexican lagomorphs". *Journal of Mammalogy*. (83): 1077-1086 pp.
- Chávez C. y G. Ceballos. 1998. "Diversidad y Estado de Conservación de los Mamíferos del Estado de México". *En: Revista Mexicana de Mastozoología*. México. (3): 113-134 pp.
- CITES. 2009. "Apéndices I, II y III de la CITES". Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. *En: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>* Página visitada el 6 de agosto de 2009.
- CONANP. 2009. "Especies Protegidas – Teporingo". CONANP – Corredor Biológico Chichinautzin. *En: <http://chichinautzin.CONANP.gob.mx/especies/teporingo.htm>*. Página visitada el 17 de agosto de 2009.
- Contreras S. Sin Año. "Ordenamiento Ecológico Regional en la Zona de Influencia de los Volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, México". Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales de la Universidad Autónoma de Puebla, México. 20 pp.
- Cuevas, C., 2008. "La historia de un nombre (*Romerolagus diazi* Ferrari Pérez) y el poder en la ciencia". *En: Herreriana revista de divulgación de la ciencia*. Volumen 4, No. 1, abril, 2008. México.
- Dirección General de Vida Silvestre (DGVSV). 2010. "Plan de Manejo Tipo para el Conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*)". SEMARNAT. México. 32 pp.
- Domínguez A. y E. Martínez-Meyer. Sin Año. "Climate Change Projections: The Case of the Volcano Rabbit". *En: <http://www.ksib.pl/enm2007/enrique_climate_change.ppt#259,1,Climate Change Projections: The case of the Volcano Rabbit>*. Página visitada el 2 de junio de 2011.

- Domínguez-Pérez A. 2007. "Efecto del Cambio Climático en la Distribución del Conejo Endémico de México *Romerolagus diazi* (Lagomorpha: Leporidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 65 pp.
- Galindo-Leal C. y A. Velázquez, 1996. "Recomendaciones para la conservación del Zacatuche". En: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. Fondo de Cultura Económica. Pp. 147-157. México. 204 pp.
- Gob. C.M. (Gobierno de la Ciudad de México). 2009. "Teporingo, pequeño gran habitante de las montañas de nuestra ciudad". En: <<http://www.zoologicos.df.gob.mx/teporingo/>>. Página visitada el 19 de agosto de 2009.
- Granados, H. 1980. "El conejo de los volcanes *Romerolagus diazi*". En: *Naturaleza*. 2(3): 161-166 pp.
- Granados, H. 1981. "Basic information of the volcano rabbit". En: *Proceedings of the world lagomorph conference* (K. Myers and C.D. MacInnes, eds.) Universidad de Guelph, Guelph, Ontario. 940-948 pp.
- Granados Sánchez D., G.F. López Ríos, M.A., Hernández García y A. Sánchez González. 2004. "Ecología de la Fauna Silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco". En: *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 10 (002): 111-117 pp.
- Hoth, J., A. Velazquez, F.J. Romero, L. Leon, M. Aranda, and D.J. Bell. (1987) "The volcano rabbit, a shrinking distribution and a threatened habitat." *Oryx* 21:85-91 pp.
- IUCN. 2011. IUCN "Red List of Threatened Species". Version 2011.1. En: <www.iucnredlist.org>. Página visitada el 19 de septiembre de 2011.
- Jansa, S. 2002. "Romerolagus diazi" En: *Animal Diversity* Web: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Romerolagus_diazi.html. Universidad de Minesota. EEUU. Página visitada el 9 de julio de 2009.
- Leopold, A. S. 1977. "Fauna silvestre de México". Segunda edición, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, 608 pp.
- López-Paniagua J., F.J. Romero y A. Velázquez, 1996. "Las actividades humanas y su impacto en el hábitat del conejo Zacatuche". En: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatuche (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. Fondo de Cultura Económica. Pp. 119-132. México. 204 pp.
- Mancínez-Arellano, A. L. 2017. "Dieta del conejo Zacatuche en hábitats contrastantes del Corredor Biológico Chichinautzin" Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 43 pp.
- Martínez-García, J. A., Mendoza-Martínez G., Alcántara-Carbajal J. L., Tarango-Arámbula L. A., Sánchez-Torres-Esqueda T., Rodríguez de Lara R. y P. A. Hernández-García. 2012. "Composición de la dieta y capacidad nutricional de carga de hábitat del conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) en México". *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. (18): 423-434 pp.

- Matsuzaki T., M. Kamiya, H. Suzuki, T. Nomura y A. Velázquez, 1996. "Reproducción en el laboratorio del conejo Zacatucho". En: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*) y su hábitat. Fondo de Cultura Económica. Pp. 51-66. México. 204 pp.
- Nowak y Paradiso. 1983. "Walker's Mammals of the World", vols. 1 y 2. 4a edición. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, EEUU.
- Osuna-López, F. 2015. "Diversidad, estructura genética y filogeografía del conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*)". Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. México. 53 pp.
- Ramírez-Albores, J. E., León-Paniagua, L. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2014. "Mamíferos silvestres del Parque Ecoturístico Piedra Canteada y alrededores, Tlaxcala, México; con notas sobre algunos registros notables para el área". Revista Mexicana de Biodiversidad. (85):48-61 pp.
- Rangel, H. y A. Velázquez 1996. "Descripción y Uso de hábitat de *Romerolagus diazi*: Efecto del fuego sobre el zacatonal alpino del volcán Iztaccíhuatl, México". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM México. 75 pp.
- Rangel, H. y A. Velázquez. 2008. El efecto del fuego en la persistencia de las poblaciones del Zacatucho (*Romerolagus diazi*), en México: Un enfoque multiescalar. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM México. 45 pp.
- Ramírez-Silva, J.P. 2009. "Diversidad genética entre las poblaciones del Conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*)". Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Rizo-Aguilar, A., Guerrero J. A., Montoya-Lara A. M. P. y C. Valdespino. 2014. "Physiological stress in volcano rabbit *Romerolagus diazi* populations inhabiting contrasting zones at the Corredor Biológico Chichinautzin, Mexico". Mammalian Biology (79):357-361 pp.
- Rizo-Aguilar, A., Guerrero J. A., Hidalgo-Mirhart, M. G. y A. González-Romero. 2015. "Relationship between the abundance of the Endangered volcano rabbit *Romerolagus diazi* and vegetation structure in the Sierra Chichinautzin Mountain range, Mexico". Oryx. (49): 360-365 pp.
- Rizo-Aguilar, A., Delfín-Alfonso, C., González-Romero, A. y J. A. Guerrero. 2016. "Distribution and density of the Zacatucho rabbit (*Romerolagus diazi*) at the Protected Natural Area "Corredor Biológico Chichinautzin". Therya. (7):333-342 pp.
- Rodríguez F.C., 2002. "Forest in the basin of Mexico: types, geographic distribution and condition. En: Mark E.F., L.I. Baurer & T. Hernández (eds). Urban Air Pollution and Forest. Resources at risk in the Mexico City Air Basin. Springer-Verlag. New York. 68-85 pp.
- Romero J.F. y A. Velázquez, 1994. El Conejo Zacatucho. Tan lejos de Dios y tan cerca de la Ciudad de México. Instituto Nacional de Ecología-Consejo Nacional de la Fauna. 34 pp.

- Romero J.F., A. Velázquez y M.E. Barbosa. 1999. "Un símbolo de la Conservación en la Cuenca de México: el Conejo Zacatucho". *En: Especies. Naturalia*. Año 9. Vol. 8 No. 2. marzo-Abril. México.
- Ruedas, L. A. 1998. "Systematics of *Sylvilagus* Gray, 1867 (Lagomorpha: Leporidae) from southwestern North America". *En: Journal of Mammalogy* (79):1355–1378 pp.
- Rzedowski, J. 1998. "Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México". *En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Loy & J. Fa* (eds). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 129-145 pp.
- Salomón V.M., J.L. Contreras, P.D. Matzumura y C.G. Vázquez. 2005. "Estimación de la Variación Genética en el Teporingo (*Romerolagus diazi*) en Cautiverio". *En: Veterinaria México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 36 (002): 119 – 133 pp.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 1994. "NORMA Oficial Mexicana NOM-059- ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección". Secretaría de Desarrollo Social. Diario Oficial de la Federación. México. 16 de mayo de 1994.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Diario Oficial de la Federación*. México. 30 de Diciembre de 2010.
- Solorio-Damián, M. 2013. "Descripción de la actividad crepuscular del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*) en estado silvestre en el Corredor Biológico Chichinautzin". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Solorio-Damián, M. 2017. "Respuesta conductual y fisiológica del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*) asociadas al riesgo de depredación". Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 74 pp.
- Uriostegui-Velarde, J. M., Gonzalez-Romero, A., Pineda, E., Reyna-Hurtado, R., Rizo-Aguilar, A. y J. A. Guerrero. 2018. "Configuration of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*) landscape in the Ajusco-Chichinautzin Mountain Range". *Journal of Mammalogy*. 99(1):263-272.
- Velázquez, A. 1993. "Landscape ecology of Tlaloc and Pelado volcanoes, México. With special reference to the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*), its habitat, ecology and conservation". ITC. Publication, Enshede Pp. 1-152.

- Velázquez, A. 1996. "Síntesis de estudios sobre el Zacatucho y su hábitat". *En*: Velázquez, A., Romero, F.J. y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. Ecología y conservación del conejo Zacatucho (Romerolagus diazi) y su hábitat. Fondo de Cultura Económica. Pp. 133 – 144. México. 204 pp.
- Velázquez, A. 1997. "Taller Internacional para la Conservación de los Conejos y Liebres Mexicanos en Peligro de Extinción". Informe Final del Proyecto J006. CONABIO. 11 – 14 de enero de 1996. UAM – I. México.
- Velázquez, A., F.A. Cervantes & C. Galindo-Leal. 1993. "The volcano rabbit *Romerolagus diazi*, a peculiar lagomorph". *En*: *Lutra*. (36): 62 - 70.
- Velázquez, A., F.J. Romero, y J. López-Paniagua (Eds.). 1996. "Ecología y conservación del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*) y su hábitat". Fondo de Cultura Económica. México. 204 pp.
- Zoológico de Chapultepec. 2009. "Historia". Gobierno de la Ciudad de México. *En*: <<http://www.chapultepec.df.gob.mx/historia/index.php>>. Página visitada el 22 de julio de 2009.

IX. ANEXO

ACRÓNIMOS

AMCELA. Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C.

ANP. Área Natural Protegida

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

NOM. Norma Oficial Mexicana.

ONG's. Organizaciones no Gubernamentales

PACE. Programa de Acción para la Conservación de la Especie

PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

UICN/IUCN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

UMA. Unidad de Manejo para la conservación de la vida silvestre

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.

INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL CONSENSO DEL PACE: ZACATUCHE (*Romerolagus diazi*)

Instituciones de Gobierno Federal:

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Academia y centros de educación:

- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Organizaciones de la Sociedad Civil:

- Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos (AMCELA), A.C.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS

www.gob.mx/conanp

