

Programa de Acción para la Conservación de la Especie



ZACATUCHE

(Romerolagus diazi)



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS

PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE (PACE): ZACATUCHE (*Romerolagus diazi*)

Fotografía de Portada:

Agustín Rodríguez, Zoológico de Chapultepec
DGZCFS-CDMX

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Av. Ejército Nacional No. 223 Sección I, Col. Anáhuac,
Alcaldía 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,
Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
Tel: 01(55) 54497000
www.gob.mx/conanp

Primera edición, 2018
Actualización, 2020

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, 2020. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Zacatuche (*Romerolagus diazi*). SEMARNAT/CONANP, México

Hecho en México / Made in Mexico

COMITÉ DE REDACCIÓN

María de Jesús Damián Chávez
Patricia Oropeza Hernández

COLABORADORES

Adelmo David Caffagni Portillo
Adrián Sotelo López
Alejandro López Portillo Vargas
Amado Fernández Islas
Areli Rizo Aguilar
Carmen Adriana Valera Bermejo
Demetrio Alonso Ambriz García
Estela Jiménez Ramírez
Fernando A. Cervantes Reza
Fernando Gual Sill
Flor Gabriela Vázquez Corzas
Francisco Javier Salazar Valerio
Gabriel Martínez Molina
Gerardo Dirzo Uribe
Gloria Fermina Tavera Alonso
Jonathan Montiel Jiménez

José Antonio Guerrero Enríquez
Juan Manuel Uriostegui Velarde
Linda Guiliana Bautista Gómez
Luis José Aguirre López
Manuel Antonio Pérez Rodríguez
Marco Antonio Castro Martínez
María Esther Quintero Rivero
Mario González Aranda
Rafael Tinajero Ayala
Rogelio Campos Guzmán
Tania Escalante Espinosa
Verónica Farías González
Vicente Velázquez Noguera
Víctor Manuel Campuzano Ocampo
Yajaira García Fera

EDICIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
(SEMARNAT)

DISEÑO EDITORIAL

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
(SEMARNAT)

FOTOGRAFÍAS

Agustín Rodríguez, Zoológico Los Coyotes	Página 8
Agustín Rodríguez, Zoológico de Chapultepec	17
Guerrero-Enriquez (2018b)	27, 29, 90

PRESENTACIÓN

A ocho años de la primera versión del Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Zacatuche (*Romerolagus diazi*) (editado en el 2018), se presenta la actualización del PACE en su segunda versión. Éste programa está conformado bajo un proceso incluyente, participativo y multidisciplinario que incluyó las opiniones y aportaciones de las diferentes Instituciones (Federales y Estatales), Instituciones Académicas y Centros de Investigación y de las Comunidades involucradas, las cuales, juegan un papel sumamente importante en la conservación, ya que actualmente, el reconocimiento de las poblaciones que han habitado desde tiempos remotos una región, como custodios históricos, capaz de desencadenar procesos de una modernidad alternativa, creativa y autoreflexiva (Toledo *et al.*, 2019) son los principales aliados en la conservación y protección de sus propios territorios, y por ende de las especies que habitan en los mismos.

El proceso de actualización describe los avances que se han logrado con el Zacatuche –tanto en vida silvestre como bajo cuidado humano– y su hábitat; se actualizan los objetivos, metas generales y acciones de conservación, considerando el panorama y situaciones actuales que impactan/benefician a la especie, su hábitat y a las comunidades locales.

Esta segunda versión se encuentra en el marco del Programa Nacional de Desarrollo (PND), del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas (PNANP) y del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER –en proceso de actualización–) correspondientes al periodo 2019-2024.

Este programa se basa en los cinco ejes sustantivos de la Estrategia 2040 de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), los cuales son: 1) Manejo Integrado del Paisaje, 2) Conservación y Manejo de la Biodiversidad, 3) Participación Social y Cultura para la Conservación, 4) Economía para la Conservación y 5) Cambio Climático.

CONTENIDO

ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS PARTICULARES.....	13
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y PROBLEMÁTICA	14
A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	14
B. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	14
REPRODUCCIÓN.....	21
COMPORTAMIENTO.....	23
ALIMENTACIÓN	25
HÁBITAT	29
C. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL.....	31
D. DIAGNÓSTICO POBLACIONAL	35
E. AMENAZAS.....	38
METAS GENERALES	43
METAS 2024	44
ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN.....	45
1. MANEJO INTEGRADO DEL PAISAJE.....	45
1.1. COMPONENTE PROTECCIÓN DEL HÁBITAT	45
1.2. COMPONENTE RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT	47
1.3. COMPONENTE CONECTIVIDAD.....	48
2. CONSERVACIÓN Y MANEJO DE POBLACIONES.....	48
2.1. COMPONENTE PROTECCIÓN Y VIGILANCIA.....	48
2.2. COMPONENTE PREVENCIÓN DE IMPACTOS.....	49
2.3. COMPONENTE MANEJO DE POBLACIONES.....	50
2.4. COMPONENTE COORDINACIÓN DE ACTORES	51
2.5. COMPONENTE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO.....	52
3. PARTICIPACIÓN SOCIAL Y CULTURA PARA LA CONSERVACIÓN.....	53
3.1. COMPONENTE CULTURA PARA LA CONSERVACIÓN	53

3.2. COMPONENTE PARTICIPACIÓN SOCIAL Y CAPACITACIÓN.....	55
4. ECONOMÍA DE LA CONSERVACIÓN.....	56
4.1. COMPONENTE ALTERNATIVAS ECONÓMICAS.....	56
4.2. COMPONENTE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE.....	57
4.3. COMPONENTE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA CONSERVACIÓN.....	58
5. CAMBIO CLIMÁTICO.....	59
5.1. COMPONENTE MONITOREO ENFOCADO AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	59
5.2. COMPONENTE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	60
EJES DE COORDINACIÓN Y DE SOPORTE.....	62
A. EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA.....	62
A.1. COMPONENTE EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA.....	62
A.2. COMPONENTE FINANCIAMIENTO.....	64
GLOSARIO.....	65
LITERATURA CITADA.....	66
INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL CONSENSO DEL PACE: ZACATUCHE (<i>Romerolagus diazi</i>).....	80
MARCO LEGAL.....	81

ANTECEDENTES

El Zacatuche (*Romerolagus diazi*) es un mamífero lagomorfo de la familia Leporidae, representa un género monotípico y endémico del sur del Valle de México, catalogado como *En Peligro de Extinción* por la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059-SEMARNAT-2010) y por la Lista Roja de la IUCN (Velázquez y Guerrero, 2019); asimismo, el Zacatuche está incluido dentro de la Alianza para la Extinción Cero (AZE, por sus siglas en inglés) iniciativa mundial de conservación para la biodiversidad, así como, en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies (CITES).

La vulnerabilidad de la especie radica en varios factores, entre los que destacan: su distribución restringida, la cual está limitada a las regiones altas del sur del Valle de México, ser especialista de hábitat (particularmente bosques templados con gramíneas amacolladas o zacatonos nativos, como son *Festuca amplissima*, *F. rosei*, *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichu*, entre otras), la constante afectación a su hábitat ocasionada por actividades humanas, cambio climático, entre otros factores (Leopold, 1959; Cervantes-Reza, 1980; Gaumer, 1913; Rojas, 1951; Cervantes *et al.*, 1990; Velázquez *et al.*, 1996; Anderson *et al.*, 2009; Rizo-Aguilar *et al.*, 2014; Rizo-Aguilar *et al.*, 2016; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2018).

Desde 1950 se han impulsado diferentes programas, iniciativas e investigaciones relacionadas con el estudio y conservación del Zacatuche y su hábitat. A nivel internacional, desde 1960 ha existido gran interés por la conservación de esta especie, el Libro Rojo de Especies en Peligro (mamíferos) de la UICN ya recomendaba el establecimiento de colonias en cautiverio como medida de conservación para el Zacatuche (Durrel y Mallinson, 1970). A principios de 1990, el Grupo Especialista en Lagomorfos de la IUCN, señaló que la conservación y el manejo de lagomorfos a nivel mundial deben contemplar el manejo del hábitat, programas de reproducción en cautiverio de algunas especies, la regulación y monitoreo de poblaciones silvestres y en algunos casos la reintroducción.

En México, algunos investigadores comenzaron a trabajar con la especie y su hábitat principalmente a partir de 1950 y con mayor intensidad a partir de 1970 (Granados y Hoth, 1985; Velázquez, 1996). Uno de los primeros esfuerzos de conservación fue mediante la fundación de la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos, A.C. (AMCELA, A.C.), cuyo propósito fue realizar y promover acciones a favor de la conservación y del conocimiento de este grupo (AMCELA, 2019). Por otra parte, en 1996 surgió el empoderamiento de un grupo de propietarios de la tierra residentes de la Ciudad de México, los cuales, de manera gradual, pusieron en marcha una serie de acciones sustentables y de

vigilancia en torno al Zacatuche y sus especies asociadas. Dos años más tarde, se inauguró el primer Parque Ejidal “San Nicolás Totolapan” como proyecto social de turismo en la naturaleza desarrollado en el suelo de conservación de la Ciudad de México con una superficie de 1,900 hectáreas de bosque templado frío (CDI, 2019) En 1996 se realizó el primer taller para la Conservación de los Lagomorfos de México, que incluyó la realización del primer Análisis de Viabilidad Poblacional y de Hábitat (PHVA por sus siglas en inglés) de los lagomorfos mexicanos, incluido el Zacatuche. Se reunieron numerosos especialistas y se analizó, como su nombre lo indica, la situación del hábitat y de las poblaciones silvestres de Zacatuche (Ellis, 1996). Una de las propuestas derivadas del Taller fue que se integrara un Comité Consultivo, lo que finalmente ocurrió a finales del año 2000 (Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación de los Lagomorfos Mexicanos, SEMARNAT/Dirección General de Vida Silvestre). Sin embargo, el subcomité fue disuelto pocos años después sin que lograra trascender como se esperaba.

A nivel federal, en 2010 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó el “Plan de Manejo Tipo para el Conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*)” con objeto de garantizar la conservación y recuperación de la especie y su hábitat mediante la implementación de una serie de acciones de manejo, estableciendo metas de cumplimiento, indicadores de éxito (ecológicos, económicos y sociales), así como la propuesta de un método de monitoreo de la especie, un protocolo de liberación de ejemplares (cinco etapas) y una propuesta de marcaje.



En 2012 la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) concluyó el Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Zacatuche (*Romerolagus diazi*); hacia finales de 2018, se realizó un ejercicio de retroalimentación del Programa, y ese mismo año se publicó en su página web (<https://www.gob.mx/conanp>). Este programa en su primera edición definió las estrategias y actividades específicas para la conservación y protección de la especie y su hábitat bajo un enfoque intersectorial y multidisciplinario (SEMARNAT, 2018b).

No obstante, la CONANP a través de los recursos asignados para operación en las áreas de distribución conocida de la especie, dentro de sus polígonos, han realizado acciones de conservación de la especie y su hábitat, en colaboración con las comunidades, ejidos y/o poseedores de la tierra. Aunado a los recursos ejercidos mediante programas de subsidio, han coadyuvado en la conservación y monitoreo de la especie mediante proyectos autorizados (diversos programas) y ejercicios fiscales (2011, 2012, 2013, 2014 y 2018).

Es así que, para el Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER U025) se tiene una inversión de \$612,973; para el Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas (PROMOBI U034) de \$988,000 y para el Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (U035) una inversión de \$323,100 con una cobertura de territorio en cuatro Áreas Naturales Protegidas: Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin, Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Entre las principales actividades ejecutadas se encuentran: el monitoreo biológico de la especie (abundancia y estructura de edades), actualización de la distribución geográfica de la especie (presencia-ausencia), caracterización del hábitat, desarrollo de modelos de hábitat y conectividad, clasificación de uso de suelo y cobertura vegetal y acciones de educación ambiental y sensibilización.

Por otra parte, a nivel estatal, durante el periodo 2014 a 2018, la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), brindó apoyos y capacitación a dos brigadas comunitarias en Milpa Alta (región del volcán Tláloc) y en Tlalpan (región del volcán Pelado), en el caso del Zacatuche, el trabajo de las brigadas se dirigió principalmente al monitoreo poblacional indirecto (establecimiento de transectos y parcelas para el muestreo de pellas fecales para estimar la población absoluta en polígonos de monitoreo específicos). Posteriormente, este proyecto fue la base de la colaboración interinstitucional e interestatal (en el marco de los acuerdos de la Comisión Ambiental de la Megalópolis, CAME) y especialmente con la colaboración estrecha de la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo Sustentable (GIZ), que incluyó la participación de representantes institucionales de los gobiernos del Estado de México, Morelos, CONANP-Morelos y CONANP-Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, CONAFOR y Ciudad de México; además de comunidades regionales (además de las mencionadas brigadas, otras de Coajomulco-Morelos, Puebla, Estado

de México, etc.) y algunas ONG como Conservación Internacional México A.C., así como con investigadores de Instituciones de Educación Superior como la UAEM y la UNAM. Además, se organizó junto con GIZ el primer Encuentro de Monitores Comunitarios, en donde se elaboró un Manual de Monitoreo del Conejo Zacatuche (García-Feria *et al.*, 2018) dirigido a estandarizar un método de monitoreo para las brigadas comunitarias, entre otras acciones (DGZCFS-SEDEMA, 2019).

De manera paralela a las acciones antes referidas, se han realizado diversos estudios para el conocimiento de la especie y su hábitat (tesis, artículos científicos, congresos, etc.), los cuales incluyen información sobre su estatus, biología (morfología, dieta, consumo, reproducción, depredación), ecología (uso de hábitat, distribución, densidad, abundancia), genética (microsatélites, variabilidad genética, demografía histórica, filogeografía), modelos de nicho ecológico y distribución potencial, y estudios de cambio climático.

Entre los principales trabajos que se realizaron después de la conclusión del PACE en 2012 se encuentran los siguientes: en aspectos de conservación y biología de la especie Gomezcaña-Alanis (2013) realizó una propuesta de un plan de manejo y una estrategia para la conservación del Zacatuche en el parque estatal “Cerro El Faro”, Tlalmanalco en donde incluyó información de los usos y conocimientos de la población local. Rizo-Aguilar y colaboradores en 2014, evaluaron el estrés fisiológico del Zacatuche asociado a la perturbación del hábitat, encontrando que los Zacatuches muestran valores más altos de cortisol en sitios con baja calidad de hábitat. Asimismo, Rizo-Aguilar (2013; *et al.*, 2015; *et al.*, 2016) llevaron a cabo estudios de uso de hábitat, distribución, densidad y abundancia del Zacatuche en el Corredor Biológico Chichinautzin, resaltando que la estructura de la vegetación y la configuración del paisaje (cobertura y altura del zacatonal) son los patrones que determinan la ocupación de la especie. Por otro lado, Solorio-Damián (2013; 2017) llevó a cabo estudios de conducta, señalando que los individuos que se distribuyen en hábitats con cobertura densa, no se alejan grandes distancias para realizar sus actividades (forrajeo, cortejo, etc.). En 2015, De la Garza-González llevó a cabo un análisis morfométrico del crecimiento posnatal del cráneo del Zacatuche mediante el uso de herramientas de morfometría lineal y geométrica, mostrando que existe una relación entre el tamaño y la forma del cráneo durante el crecimiento, indicando alometría ontogénica.

Olascoaga-Elizarraraz y colaboradores (2015) realizaron un estudio recapitulativo sobre la historia natural de la especie incluyendo aspectos de reproducción, conservación, así como el señalamiento de las principales amenazas de la especie. Por otra parte, Osuna-López (2015) realizó estudios de variabilidad genética y filogeografía en 45 localidades de la Sierra Chichinautzin y Sierra Nevada obteniendo con ello la presencia de cinco linajes evolutivos independientes. Dos años más tarde, Brito-González (2017) llevó a cabo una estimación poblacional del Zacatuche en donde observó una disminución en la densidad de la especie con datos de monitoreo del 2011 al 2016. Por otro lado, en 2018, Solorio y colaboradores estudiaron la respuesta conductual y

fisiológica del Zacatuche asociadas al riesgo de depredación, en donde obtuvieron que, en los sitios con exposición a olores de excretas y orina de lince y coyote, los individuos de Zacatuche retrasaron el inicio de sus actividades, incrementaron el tiempo de forrajeo y vigilancia, así como la disminución en sus tiempos de permanencia. Mancínez-Arellano (2017) estudió la dieta del Zacatuche en sitios con diferente grado de calidad del hábitat y encontró que la especie consume más de 35 especies de flora, destacando el consumo de plantas que son potencialmente tóxicas para otros mamíferos. Por otro lado, Uriostegui-Velarde *et al.* (2018) llevaron a cabo el análisis del paisaje en los volcanes Pelado y Tlaloc en la Sierra Ajusco Chichinautzin señalando que la especie presenta una distribución en parches sobre el área de estudio. Dirzo-Urbe (2018) modeló el nicho ecológico y la distribución potencial del Zacatuche, considerando 464 registros de la especie y 19 variables climáticas con una resolución de 90 m y 1 km. Los resultados indicaron que el nicho de la especie muestra preferencia por temperaturas bajas tanto en la temporada húmeda como en la seca y con poca variación en cada estación, por lo que se sugiere que el cambio climático podría ser un factor que a futuro repercuta aún más en las poblaciones del Zacatuche. En 2018, Aguirre-López (2020) realizó un estudio en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl para estimar la distribución potencial del Zacatuche dentro del parque mediante modelos de nicho ecológico; los cuales empleó para proponer polígonos de conservación (Aguirre-López y Escalante, sometido).

Referente al manejo de la especie en cautiverio, resaltan los siguientes trabajos: Zedillo-Avelleyra en 2013, llevó a cabo un estudio sobre la conducta de 12 hembras de Zacatuche en el Zoológico de Los Coyotes, observando que las hembras más dominantes fueron las menos agresivas, siendo las hembras subordinadas las que agreden a las dominantes con objeto de subir en la jerarquía social; asimismo, Zedillo observó que el espacio resulta ser un recurso limitante en cautiverio cuando se compara con el alimento. Por otro lado, Liévana-López (2016) llevó a cabo un análisis retrospectivo de Zacatuches en el Zoológico de Chapultepec señalando que el número efectivo de la población (N_e) debe ser de 119 a 132 individuos, con objeto de mantener una estabilidad en el incremento de la consanguinidad en cada generación cautiva de Zacatuches. En 2017, González-Santana llevó a cabo un estudio sobre el zacatón como recurso forrajeo en la dieta del Zacatuche, con miras a ser un insumo a largo plazo para la generación de macollos viables para su uso dentro las colecciones zoológicas (alimentación, ambientación de albergues, etc.), y con ello, evitar la extracción de macollos del medio natural. Campos-Morales *et al.* (2018) presentaron un estudio sobre la estimación del consumo, composición química y digestibilidad de la dieta ofrecida a los Zacatuches alojados en el Zoológico de Chapultepec, señalando que el consumo de materia seca fue de 31g/adulto, con un consumo de pasto aparentemente bajo (4.6g/adulto), lo que puede ser un efecto del cautiverio, al desarrollar una preferencia por los otros ingredientes y quizá favorecido por la complicación para ofrecer zacatón de “alta calidad”. Por otra parte, López-Díaz y colaboradores (2018) presentaron avances

en la determinación de intervalos para el perfil bioquímico sérico del Zacatuche como valores de referencia para evaluar el estado de salud y nutricional de la especie, dicho estudio se realizó en 10 machos y 5 hembras no gestantes.

Uno de los factores fortuitos que pueden poner en riesgo a una o varias poblaciones silvestres son las enfermedades infecciosas, aún cuando se trata de especies de distribución restringida. Precisamente, debido al reciente brote de la Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo (EHVC) en el norte del país, la Dirección Regional Noroeste y Alto Golfo de California de la CONANP, convocó el pasado 2 de julio de 2020 a un taller para llevar a cabo la construcción de una Estrategia para la Prevención y Control de la Enfermedad Hemorrágica Viral de la Liebre Antílope (*Lepus alleni tiburonensis*) de la Isla Tiburón. Uno de los temas expuestos, fueron los *Lepóridos en Riesgo ante la EHVC*, entre ellos, el Zacatuche, donde el SENASICA señaló que en 1989 y 2020, se han llevado a cabo diferentes estudios en laboratorios tipo 3 para determinar la vulnerabilidad del Zacatuche hacia la enfermedad hemorrágica, encontrando como resultado que la especie es resistente al Tipo 1 y Tipo 2 de la enfermedad (Comentarios: Jorge Cañez y Eric Rojas Torres, CPA-SENASICA, 2020). Ante los casos reportados de esta nueva cepa de EHVC en lagomorfos silvestres del Norte y Altiplano del país, la comunidad mastozoológica del país ha emitido un pronunciamiento llamando a las autoridades a tomar acciones para evitar su propagación y afectación a las 14 especies de lagomorfos silvestres que habitan en el país y en particular a aquellas que ya se encuentran en un estatus de peligro de extinción, como el Zacatuche (Lorenzo *et al.*, 2020).

Por otro lado, Aranda-López en 2017 planteó la propuesta del diseño de un sistema informativo empaque-producto, para difusión de información del Zacatuche, dicha propuesta también replicable a las diferentes especies prioritarias del país. Este proyecto buscó demostrar como el diseño de un producto puede ser utilizado para diferentes fines, entre ellos, la apropiación del Zacatuche, sensibilización sobre la especie y su hábitat, así como el ingreso a las familias que elaboran la figura representativa de la especie. Bajo cuidado humano se han realizado varios estudios de la especie, destacando los siguientes: Zedillo-Avelleyra (2013) estudió la conducta agonística de una colonia de Zacatuches en el zoológico Los Coyotes, obteniendo como resultado una sociedad entre hembras tolerante y una mayor contienda por el espacio que por el alimento. Asimismo, se han realizado estudios sobre el mantenimiento adecuado bajo cuidado humano, señalando la proporción entre machos y hembras, y el comportamiento agonístico entre reproductores (Campos-Morales, 2009; García-Feria *et al.*, 2016; Campos-Morales *et al.*, 2018), también se han realizado trabajos sobre la dieta y alimentación del Zacatuche (Campos-Morales, 2009; Núñez, 2010; Sánchez-Trocino *et al.*, 2013; Ulloa-Arvizu *et al.*, 2017; Campos-Morales *et al.*, 2018; DGZCFS-SEDEMA, 2019), así como de sus tasas de defecación (TD) (Campos-Morales, 2009; Sánchez-Trocino, 2009; Campos-Morales *et al.*, 2011; Martínez-García *et al.*, 2011).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la participación intersectorial y multidisciplinaria para asegurar la conservación y protección del Zacatuche y su hábitat, a lo largo de su rango de distribución conocida en México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Promover y fortalecer la participación de las comunidades locales en acciones de conservación y en la toma de decisiones que incidan sobre el Zacatuche, sus especies asociadas y sus hábitats.
2. Fortalecer la implementación intersectorial y multidisciplinaria de acciones de investigación, restauración, protección del hábitat, manejo de la especie y acciones de educación ambiental como factores clave para la recuperación y la conservación del Zacatuche.
3. Incidir en la búsqueda y obtención de fuentes de financiamiento que permitan implementar cada una de las acciones del PACE.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y PROBLEMÁTICA

a. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Lagomorpha
Familia:	Leporidae
Género:	<i>Romerolagus</i>
Especie:	<i>Romerolagus diazi</i>
Nombre (s) común (es):	Zacatucho, conejo teporingo, teporingo (corruptela de la palabra tepolito, que significa “el de las rocas”), conejo de los volcanes, burrito (Juchitepec, Estado de México), tepol y tepolito (Nevado de Toluca, Estado de México) teporin, volcano rabbit.
Nombre náhuatl:	Zacatochtli (zacatl- zacate; tochtli-conejo).

b. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Es un lagomorfo de talla pequeña especialista de su hábitat (Leopold, 1959; Cervantes-Reza, 1980; Rojas, 1951; Cervantes *et al.*, 1990), se caracteriza por presentar orejas cortas y redondas, sus piernas son cortas en relación con su cuerpo y un rasgo muy particular es que, a diferencia de los demás conejos, su cola es tan pequeña que casi no es visible (Leopold, 1959; Cervantes-Reza, 1980; Cervantes *et al.*, 1990). Presenta pelaje bastante corto y denso de color amarillo mezclado con negro en el dorso y las partes laterales; la parte distal superior de las extremidades son de color ocre brillante y la superficie ventral marrón pálido. Presenta un triángulo de color amarillo entre la nuca y la base de las orejas. La región pectoral se encuentra cubierta de pelos largos y suaves, los cuales no contrastan con el color del dorso (Cervantes y Martínez, 1996). El proceso de muda consiste en cuatro fases: 1) se forma una alopecia, 2) posteriormente se produce la deposición de pigmento melánico, lo que da paso al 3) crecimiento de pelo nuevo, finalmente 4) desaparece el área pigmentada. El Zacatucho, similar a *Ochotona*, presenta la clavícula completa y unida directamente al esternón (Merriam, 1896, citado en Cervantes y Martínez, 1996). No hay diferencias significativas en la talla entre ambos sexos; sin embargo, se ha observado (en ejemplares silvestres) que las hembras son ligeramente más grandes que los machos (Cervantes-Reza, 1982), esta diferencia es más evidente en cautiverio, posiblemente por factores como la dieta o una mayor longevidad y posiblemente diferencias metodológicas (Campos-Morales *et al.*, 2001, Campos-Morales, 2009). Las medidas externas (mm) reportadas en ejemplares de vida silvestre son: LT 234-321; LC 12-31; LP 40-55; LO 40-45. Su fórmula dentaria es: $i\ 2/1, c\ 0/0, p\ 3/2, m\ 3/3 = 28$. Su peso oscila entre los 386.6 a los 602.5 g con un promedio de 476.65 g (Merriam, 1896, Rojas, 1951, Cervantes-Reza, 1982, citados en Cervantes y Martínez, 1996); en cautiverio, se han reportado los siguientes promedios (machos y hembras adultos >5 meses de

edad, respectivamente): peso corporal 498.9 y 723.8 g, longitud de oreja 42.6 y 43.2 mm, longitud de pata 45.4 y 45.8 mm, longitud corporal 306.0 y 329.5 mm (Campos-Morales *et al.*, 2001; Ulloa-Arvizu *et al.*, 2017). Aparentemente el principal factor que afecta la talla (sobre todo el peso) en la población *ex situ*, es la dieta, ya que, aunque incluye pasto zacatón colectado periódicamente, la mayor y más constante proporción de la dieta está constituida por alimentos ricos en nutrientes como el concentrado comercial para conejos y la alfalfa fresca (Campos-Morales *et al.*, 2008; Campos-Morales, 2009).

En 2008 Trillanes-Flores, reportó la composición de minerales esenciales en tejidos de Zacatuches bajo cuidado humano, si bien hay que tomar estos datos con precaución ya que las muestras fueron colectadas a partir de ejemplares muertos, es decir, no de animales clínicamente sanos que sería lo ideal.

Tabla 1. Concentración de minerales esenciales en tejidos de Zacatuches adultos en cautiverio [Promedio (Desviación estándar)].

Mineral	Tejido			
	Hueso	Riñón	Pelo	Hígado
Cobre (µg/g)	1,5 (1,2)	6,8 (1,8)	7,5 (5,2)	15,0 (9,4)
Zinc (µg/g)	163 (25,1)	98 (29,3)	180 (15,1)	178 (96,9)
Hierro (µg/g)	28 (7,0)	213 (91,4)	37 (19,6)	616 (474,9)
Manganeso (µg/g)	3,5 (0,8)	3,2 (1,1)	2,5 (1,0)	4,5 (1,4)
Selenio (µg/g)	---	---	---	0,93 (0,28)
Sodio (%/g)	0,44 (0,06)	0,43 (0,08)	0,56 (0,13)	0,37 (0,06)
Potasio (%/g)	0,06 (0,06)	0,81 (0,19)	0,02 (0,00)	0,76 (0,18)
Calcio (%/g)	9,0 (0,8)	0,01 (0,0)	0,08 (0,02)	0,01 (0,0)
Magnesio (%/g)	0,37 (0,39)	0,06 (0,0)	0,01 (0,0)	0,06 (0,01)

Rivas y colaboradores en 2011, determinaron los valores de referencia para el perfil hemático de la especie:

Tabla 2. Parámetros hemáticos determinados para el Zacatuche (n=47) en la población bajo cuidado humano del Zoológico de Chapultepec (Rivas *et al.*, 2011).

Parámetro	Promedio	Desviación Estandar
Serie eritrocítica		
Hematocrito (%)	39.61	4.32
Hemoglobina (g/dl)	11.44	1.87
Eritrocitos (x10 ⁶)/ml	5.97	0.91
VCM (fl)	67.42	9.96
HCM (pg)	19.39	3.14
CHCM (%)	28.92	3.94
Reticulocitos (%)	4.45	1.58
Serie leucocítica		
Leucocitos (x10 ⁹)/ml	5.82	2.30
Heterófilos (%)	24.1	6.8
Linfocitos (%)	68.6	8.0

Parámetro	Promedio	Desviación Estandar
Monocitos (%)	7.0	2.8
Eosinófilos (%)	0.7	0.4
Basófilos (%)	0.0	0.0
Conteos absolutos		
Heterófilos (cels/ μ l)	1.39	0.65
Linfocitos (cels/ μ l)	4.02	1.74
Monocitos (cels/ μ l)	0.38	0.16
Eosinófilos (cels/ μ l)	0.01	0.02
Basófilos (cels/ μ l)	0.00	0.00

En 2018, López-Díaz y colaboradores presentaron los primeros avances sobre el conocimiento en los intervalos de referencia para el perfil bioquímico sérico del Zacatuche bajo cuidado humano, como herramienta para la evaluación y comparación del estado de salud de la especie –nutricionales principalmente–, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 3. Intervalos de referencia del perfil bioquímico sérico del Zacatuch bajo cuidado humano (López-Díaz *et al.*, 2018).

No.	Parámetro	Promedio	Mín-Máx
1	Fosfatasa alcalina	52 U/L	25-92 U/L
2	Alanino aminotransfesa	117.6 U/L	77-146 U/L
3	Amilasa	460 U/L	178-645 U/L
4	Bilirrubina total	5 mmol/L	5-6 mmol/L
5	Urea	5.2 mmol/L	3.5-7.2 mmol/L
6	Calcio	3.3 mmol/L	3.09-3.47 mmol/L
7	Fósforo	1.1 mmol/L	0.61-1.46 mmol/L
8	Creatinina	37.7 mmol/L	18-54 mmol/L
9	Glucosa	7.93 mmol/L	6.1-11.4 mmol/L
10	Sodio	135.8 mmol/L	131-139 mmol/L
11	Potasio	4.93 mmol/L	3.1-8.5 mmol/L
12	Proteína total	60.3 g/L	53-66 g/L
13	Albúmina	20.1 g/L	18-22 g/L
14	Globulina	40.1 g/L	34-45 g/L

VARIBILIDAD GENÉTICA

VIDA SILVESTRE

Cervantes *et al.* (2002) estudiaron la variación genética de poblaciones de algunos lagomorfos mexicanos, entre ellos, cinco individuos de *R. 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 loci polimórficos y un valor de heterocigosis observada de 0.012. De manera interesante solo el Zacatuche presentó un alelo único en este estudio. Salomón-Soto *et al.* (2005) compararon la

variabilidad genética entre individuos de una población silvestre y una en cautiverio utilizando RAPDs como marcador molecular. Se hallaron un total de 31 loci, encontrando 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 demográfica de las poblaciones de *R. diazi*, se examinó la variación en las secuencias parciales de dos marcadores mitocondriales (citocromo b 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; Osuna *et al.*, 2020). 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; Osuna *et al.*, 2020).



En el año 2016, se desarrolló una librería de 14 microsatélites específicos del Zacatuche (Montes-Carreto *et al.*, 2016), los cuales pueden ser usados para estudiar distintos aspectos de la genética y ecología del Zacatuche. Con ello, se evaluó el efecto de la conectividad del hábitat en la variabilidad genética de poblaciones de la especie (Montes-Carreto *et al.*, 2020). Se genotipificaron 1,420 muestras de 142 individuos. Se documentaron altos niveles de heterocigosidad observada y esperada ($HE = 0.75$, $HO = 0.67$) y un índice de fijación bajo ($FST = 0.05$). La mayor variación genética se encontró dentro de las poblaciones (94%). Se encontró una marcada estructura genética, lo que sugiere que los parches muestreados 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 Tlálóc 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 *et al.*, 2020).

BAJO CUIDADO HUMANO

El estado de la variabilidad genética en la población bajo cuidado humano en los Zoológicos de la Ciudad de México es la siguiente:

Como se indicó antes, casi desde que se catalogó al Zacatuche como especie En Peligro de Extinción se recomendó el establecimiento de colonias en cautiverio como medida de conservación (Durrell y Mallinson, 1970). Igualmente, en 1996, cuando se efectuó el primer taller para la Conservación de los Lagomorfos de México, una de las acciones que se recomendó fue el establecimiento de al menos dos subpoblaciones de Zacatuche en cautiverio en localidades diferentes para reducir el riesgo de efectos catastróficos o epidemias que puedan afectar a las colonias (Ellis, 1996). Así, se buscó establecer algunas colonias en México y en el extranjero, como en los zoológicos de Jersey (RU) y Amberes (Bélgica) y en la Universidad de Hokkaido (Japón) aunque ninguna de las colonias fue viable a largo plazo, fueron de gran importancia para la realización de investigación básica de la especie. En el caso de México, en 1984, 12 individuos capturados de vida silvestre que eran alojados en la Facultad de Ciencias de la UNAM fueron donados al Zoológico de Chapultepec (Hoth y Granados, 1987), constituyendo la base de fundadores de la única colonia que se ha mantenido viable a largo plazo, a pesar de que solo en una ocasión (1998) ha recibido ejemplares de nuevo ingresos por medio de una donación por la UAM-Iztapalapa. Para el año 2003, se trasladaron algunos Zacatuches de Chapultepec para establecer una colonia en el Zoológico Los Coyotes; y en el 2013 se fundó una tercera colonia, en el Zoológico de San Juan de Aragón, a partir de las dos anteriores. Como se observa, el ingreso de genes nuevos a esta población ha sido muy limitada, consecuentemente es evidente

que ha ocurrido un incremento de la endogamia (Ulloa-Arvizu *et al.*, 2017; DGZCFS-SEDEMA, 2019). Se han realizado varios estudios de variabilidad genética que incluyen muestras de la colonia bajo cuidado humano en los Zoológicos de la Ciudad de México.

Salomón-Soto *et al.* (2005), amplificaron 31 loci del ADN del Zacatuche para comparar dos poblaciones: silvestres –Volcán Pelado- y la colonia del Zoológico de Chapultepec. Reportaron que las dos poblaciones presentan diferencias genéticas en 8 de los loci y que la población silvestre presentó mayor variabilidad genética que la de Chapultepec; asimismo, que 12 loci se han fijado en ambas poblaciones, y 10 no fueron estadísticamente significativos; mientras que en la muestra de Chapultepec seis loci se habían perdido y dos loci habían perdido el 88% de su variabilidad; sorpresivamente 1 locus presentó mayor variabilidad en la colonia de Chapultepec. Además, se indica que el promedio de la heterocigosis fue similar entre ambos grupos (los ejemplares de vida silvestre tuvieron solo un 2.17% mayor heterocigosis).

Otro estudio, Campos-Chávez (2005), utilizó la técnica de microsatélites para comparar cuatro poblaciones de Zacatuches silvestres: Popocatépetl (Estado de México); Volcán Pelado (Alcaldía Tlalpan), Volcán Chinguereteria (Alcaldía Milpa Alta), y Yecahuazac (Alcaldía Milpa Alta), además de la colonia del Zoológico de Chapultepec. Aunque la heterocigosidad promedio observada en la población de Chapultepec fue de 21%, similar a lo reportado por Salomon (2000), se concluyó que la población del Zoológico es menos variable que la población del volcán Pelado. Asimismo, Campos-Chávez reportó que la heterocigosidad intrapoblacional en general resultó baja en las diferentes poblaciones, lo que puede indicar un alto grado de endogamia dentro de las poblaciones (no solo en Chapultepec), otra explicación puede ser el bajo tamaño de la muestra de cada población. El mayor promedio del número de alelos por microsatélite fue para el Popocatépetl con 7.8 y el menor fue para el Volcán Chinguereteria (con 3.8); mientras que para Chapultepec fue de 4.3, valor mayor que para el volcán Pelado (con 4) pero menor que para el Yecahuazac (con 5.8). En cuanto a la endogamia, reportó que, excepto para la población de El Pelado (con un coeficiente de endogamia de 0.0609), las otras cuatro poblaciones presentaron altos índices y muy similares de endogamia (entre 0.5005 y 0.5218), incluyendo en ese rango a la de Chapultepec. Finalmente, Campos-Chávez indicó, de acuerdo con los resultados, las poblaciones silvestres y la de Chapultepec se encuentran en proceso de diferenciación genética, seguramente relacionado al aislamiento que han experimentado.

El tercer estudio que presenta datos comparativos es el de Ramírez-Silva (2009), en donde se analizaron muestras procedentes de nueve localidades silvestres diferentes: Parres, La Cima, El Pelado, Tres Marías, Tlálloc, Chichinautzin, Comalera, Palomo y Popocatépetl, además de la población del Zoológico de Chapultepec. Dentro de los resultados para diversidad genética, analizó 27 secuencias de la región control del ADN mitocondrial, encontrando 12 haplotipos distintos, con un

promedio de 1.2 haplotipos por localidad o población estudiada, indicando que todas las localidades (incluso Chapultepec) presentaron al menos un haplotipo exclusivo (solo Parres y Tres Marías presentaron dos). Además, encontró que las secuencias de los haplotipos correspondientes al Popocatépetl (RLG07) y Chapultepec (RLG08) presentaron entre ambos cinco sitios que son exclusivos y que los diferencian del resto de las localidades, pero no se pudo establecer claramente el origen de la colonia de Chapultepec.

El estudio más reciente sobre aspectos genéticos en la colonia de la DGZCFS, fue realizado por Ulloa-Arvizu *et al.* (2017), aunque originalmente se buscaba realizar una comparación directa con varias poblaciones silvestres, al final sólo se realizó el análisis intrapoblacional y la comparación de las dos subcolonias existentes en ese momento: Zoológico de Chapultepec y Los Coyotes. Respecto al análisis de la variabilidad genética, se analizó la secuencia del gen Citocromo Oxidaza I (COI), y del Gen de la región control (D-loop) del ADN mitocondrial. Se usó una muestra de 22 ejemplares (10/Chapultepec y 12/Los Coyotes, y una muestra de un ejemplar silvestre). Se determinó un número total de 11 haplotipos (denominados como RD1 a RD11), incluyendo uno del ejemplar de vida silvestre. La colonia de Chapultepec presentó cinco haplotipos (tres únicos) y la de Los Coyotes ocho (cinco únicos), mientras que dos haplotipos fueron comunes (RD2 y RD5). Se indica que la diversidad haplotípica fue alta ($Hd=0.83$), estos resultados sugieren la pérdida de haplotipos ha sido mínima desde la fundación de la colonia (considerando 11 hembras fundadoras). Una posible explicación para el mantenimiento de la diversidad haplotípica es el hecho de que la población tuvo un crecimiento muy grande (Allerndorf y Luikart, 2007); la colonia inició con 12 ejemplares en 1985 y llegó a desarrollarse a aproximadamente 180 Zacauches en 2008 (Liévana-López, 2016). Sobre el gen D-loop, la diversidad genética de las primeras 911 bases fue de 13 haplotipos en total (siete para Chapultepec y nueve para Los Coyotes). En esta región la diversidad haplotípica fue alta, 0.8670 y 0.9390 respectivamente para Chapultepec y Los Coyotes, mientras que la Hd total fue de 0.8050).

Hay que indicar que una de las principales limitantes de estos estudios ha sido el tamaño pequeño de muestra, incluso el de Ulloa-Arvizu *et al.* (2017) que no pudo analizar las muestras colectadas (pellas fecales) en campo. Finalmente, si bien existe un aumento de la homocigosis en la colonia bajo cuidado humano en la Ciudad de México, no hay datos que indiquen que hasta ahora esto sea causa de una reducción de la aptitud (*fitness*) en los ejemplares, el hallazgo más relevante es que el monitoreo somatométrico ha mostrado que el peso corporal promedio de los ejemplares *ex situ* es mayor que lo reportado en vida silvestre pero es muy probable que esto esté ligado a la dieta ofrecida (relativamente rica en nutrientes en comparación con lo que presenta el pasto zacatón, como se menciona más adelante), otro factor importante que puede explicar el mayor peso corporal es la mayor longevidad en cautiverio (Campos-Morales, 2009).

REPRODUCCIÓN

Los machos sexualmente activos presentan testículos escrotados y el pene extrusible (Cervantes-Reza, 1982 citado en Velázquez *et al.*, 1996). En 2004 se llevó a cabo un estudio sobre la caracterización ultraestructural de espermatozoides de Zacatuche obtenidos de la cola de epidídimo y observados mediante Microscopía Electrónica de Transmisión (MET), en este estudio se obtuvo una longitud total de la cabeza de 7.4 μm ; en cuanto al flagelo, la morfología y arreglo estructural observada en el espermatozoide es igual a la reportada para los mamíferos en general, encontrando en ellos la pieza media, pieza principal ($\varnothing = 0.42 \mu\text{m}$) y pieza terminal ($\varnothing = 0.37 \mu\text{m}$), con un axonema que se extiende a todo lo largo del flagelo, y también constituido por dos microtúbulos centrales rodeados por nueve dobletes (Contreras-Montiel, 2004).

La forma de la cabeza del espermatozoide del Zacatuche tiende a ser ovoide con la porción más ancha en la región apical. Su unión entre la cabeza y pieza media es muy lábil. El acrosoma es grande cubriendo más del 48% de la cabeza espermática. Los espermatozoides de cola de epidídimo tienen con gran frecuencia (8%) gota citoplásmica. La concentración promedio en cola de epidídimo es de 155×10^6 espermatozoides por ml. Con una concentración de 132×10^6 espermatozoides/gr de testículo. Los espermatozoides tienen una longitud total de 54 μm . El peso promedio de los individuos analizados fue de 486 g, la masa testicular de 1.88 g y la masa epididimaria de 0.52 g, de los cuales, cabeza, cuerpo y cola de epidídimo, fueron respectivamente: 0.12, 0.06 y 0.39 g. En cuanto a las glándulas sexuales accesorias, la próstata pesó en promedio 0.72 g, las glándulas vesiculares 0.11 g, las seminales 0.20 g y las bulbouretrales 0.10 g (Ambriz-García *et al.*, 2003 y 2004). El patrón de movilidad de los espermatozoides del Zacatuche es más estable y con mayor capacidad de reaccionar acrosomalmente en comparación con los del conejo doméstico (Ambriz-García *et al.*, 2003; 2004).

Para el caso de las hembras, éstas no presentan evidencias de exhibir un ciclo estral definido por fases (proestro, estro, diestro y anestro) (DGVs, 2010; Ramos-Garduño, 2011); sin embargo, como en otros lagomorfos, se asume que el Zacatuche presenta estro postparto (Cervantes y Martínez, 1996), es decir, debido al incremento de estrógenos al momento del parto, la hembra puede aceptar inmediatamente la monta, que puede ser fecunda, iniciándose una nueva gestación (Egea de Prado, 1993). Asimismo, se considera que presentan una ovulación inducida, lo que les permite mantener una constante receptividad del macho, lo que podría traducirse en una mayor eficiencia en la reproducción de la especie a pesar del número bajo de gazapos por parto (promedio de tamaño de camada de 2.1 gazapos; Cervantes-Reza, 1982 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996), cabe mencionar que Campos-Morales (2009) determinó un tamaño de camada similar (2.32) para la población del Zoológico de Chapultepec, con un rango de 1 a 4 gazapos por camada. Por otro lado, se indica que la presencia de bioestímulos visuales, olfativos

y auditivos resultan importantes para la reproducción y receptividad de la hembra durante todo el año (Ramos-Garduño, 2011); sin embargo, el periodo reproductivo más intenso ocurre durante el verano (Cervantes-Reza, 1982 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

Las hembras presentan tres pares de glándulas mamarias (pectoral, abdominal e inguinal), las cuales, durante el periodo de lactancia se levantan hasta 1 mm de grosor y forman dos líneas longitudinales. Las hembras lactantes no producen leche en todas las glándulas mamarias (Cervantes-Reza, 1982 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996). La tasa promedio de fertilidad reportada *ex situ* en un periodo de 4 meses fue de 2.3 crías/hembra, es decir, en promedio una camada por hembra (Campos-Morales, 2009).

Los nidos del Zacatuche son generalmente cavidades someras y pequeñas cavadas por las hembras junto a la base de las gramíneas amacolladas, constituidas principalmente por pelo de la madre y en una menor proporción por restos o fragmentos secos de plantas y gramíneas. También se tiene registros de nidos entre las oquedades de rocas volcánicas y en madrigueras abandonadas de Tuzas (*Pappogeomys merriami*), Ardillas terrestres (*Otospermophilus variegatus*), Armadillos (*Dasybus novemcinctus*) y Tlalcoyotes (*Taxidea taxus*) (Cervantes-Reza, 1980 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996). Las madrigueras cuentan generalmente con tres entradas; sin embargo, pueden tener hasta cinco, las cuales son utilizadas como salidas de escape (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996) ante posibles amenazas.

En semicautiverio, se ha registrado que las hembras primíparas no construyen nido hasta la segunda camada. Posteriormente, se ha observado que no construyen madrigueras, ya que prefieren utilizar cualquier recurso existente que les brinde refugio, desde el zacatón predilecto hasta las galerías de un mismo tronco (Olvera-Ramírez, 1994).

Los fetos a término carecen de pelo, excepto por vibrisas y pelos aislados sobre la cara; cola pequeña, visible y bien formada; los dedos presentan uñas bien desarrolladas e incisivos superiores apenas sobresalientes de la encía (Cervantes-Reza y López-Forment, 1981, citados en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996). Los gazapos de Zacatuche, como otros conejos, son altriciales, nacen sin pelo, solo algunas vibrisas (como se describe antes para los neonatos a término), con ojos y oídos cerrados (Nowak, 1999), se reporta que el peso al nacimiento es de 23 a 32 g y que son independientes entre los 25 y 30 días (Durrell y Mallinson, 1970).

El periodo de gestación es de 38 a 41 días, un periodo largo debido a que habita en latitudes bajas y se indican que la reproducción ocurre a lo largo del año con un pico en los meses lluviosos del verano (Cervantes-Reza, 1982 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996; Durrell y Mallinson, 1968; De Pooter y Van Der Loo, 1981; Matsuzaky *et al.*, 1982; Zulbarán y Juárez, 1983).

COMPORTAMIENTO

SILVESTRE

A partir de observaciones no cuantificadas, se ha determinado que el Zacatuche se agrupa en colonias conformadas de dos a cinco individuos. Los horarios con registro de mayor actividad son en la mañana de 7:00 a 9:00 h, y en la tarde de 17:30 a 18:30 h (Cervantes-Reza, 1980); sin embargo, pueden estar activos a cualquier hora del día o de la noche, pero para permanecer activo, debe existir una cobertura herbácea densa de gramíneas amacolladas (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

Respecto a su conducta agonística, Cervantes y Martínez-Vázquez (1996) señalan que el tamaño y el sexo son factores determinantes para la estructura social de la especie, siendo las hembras de mayor masa corporal las que ocupan una jerarquía más alta, y las cuales presentan una conducta más agresiva entre los miembros de la colonia.

El mecanismo de defensa del Zacatuche es permanecer inmóvil con las orejas distendidas en estado de alerta, posterior a esta actitud, el Zacatuche huye a esconderse a pocos metros mientras lleva a cabo la emisión de vocalizaciones intensas, esta acción la puede repetir varias veces antes de llegar a su madriguera (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

Respecto a las vocalizaciones, estas no son exclusivas ante una situación de alerta, ya que las emite normalmente como parte de su comportamiento (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

Un estudio sobre la conducta en vida silvestre 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).

Por otro lado, en 2018 Solorio-Damián y colaboradores, llevaron a cabo la determinación de la respuesta conductual y fisiológica del Zacatuche asociadas al riesgo de depredación por Lince (*Lynx rufus*) y Coyote (*Canis latrans*) –sus principales depredadores–, obteniendo como resultados el retraso en el inicio de las actividades del Zacatuche, un incremento en el tiempo de forrajeo y vigilancia, así como una disminución en los tiempos de permanencia y el incremento en las concentraciones de cortisol metabólico –aumento en los niveles de estrés fisiológico– en comparación con aquellos sitios con ausencia de olores.

SEMICAUTIVERIO

El comportamiento en semicautiverio arroja la siguiente información: las hembras son más activas que los machos durante la tarde, mientras que los machos lo son en la mañana; sin embargo, para ambos sexos la actividad queda influenciada por los cambios climáticos, siendo la lluvia el factor más importante para adelantar o retrasar los máximos de actividad (Olvera-Ramírez, 1994).

Ambos sexos establecen jerarquías –mediante la manifestación de actitudes agresivas– y se organizan socialmente. Los individuos más corpulentos son los más dominantes, los cuales no comparten el mismo refugio con otros individuos, salvo las hembras con crías, las cuales no exhiben cuidado maternal posterior al amamantamiento (Olvera-Ramírez, 1994). La agresión se presenta de manera ritualizada; sin embargo, no se tuvo evidencia de agresión hacia las crías por parte de los machos o las hembras (Olvera-Ramírez, 1994).

BAJO CUIDADO HUMANO

De acuerdo con Zedillo-Avelleyra (2013) el tipo de sociedad que establece el Zacatuche bajo condiciones de cautiverio es tolerante e igualitaria; sin embargo, destaca que las hembras son las que poseen un rango jerárquico evidente dentro del grupo social (como sucede en vida silvestre). Esta relación igualitaria está dada por una dominancia superficial, es decir, los individuos dominantes muestran una gran tolerancia hacia el comportamiento de los subordinados cuando los últimos intentan obtener un recurso antes de que lo haga el dominante. Por otro lado, las conductas agonísticas que emitieron los Zacatuches no representaron un alto nivel de agresión. Zedillo-Avelleyra (2013) también señala que las hembras de mayor rango jerárquico son menos agresivas que las de menor rango, ya que las relaciones de dominancia dentro de un grupo social se caracterizan por el comportamiento de los subordinados en lugar del comportamiento de los individuos dominantes (Rowel, 1974 citados en Zedillo-Avelleyra, 2013); por otra parte, esta conducta agonística también está relacionada a que los organismos subordinados ejercen un mayor número de conductas agonísticas al intentar subir de rango en la jerarquía social.

En cautiverio no se ha evidenciado una correlación entre la agresión y la masa corporal entre los Zacatuches, ya que el alimento siempre se encuentra disponible, y es por ello, que la mayor frecuencia de agresiones por competencia se da por el espacio (Zedillo-Avelleyra, 2013). El mantenimiento adecuado de una proporción de hembras y machos adultos es fundamental para el manejo de una colonia bajo cuidado humano, se estima una proporción de un macho por 4-6 hembras, pero también depende del espacio disponible y de la calidad del mismo (disponibilidad de refugio, alimento, y pasto zacatón, etcétera). Por lo regular, en un grupo de reproductores, es más frecuente que los machos adultos reciban agresiones (lesiones) de moderadas a severas, y si no son retirados del grupo las lesiones pueden llegar a ser graves, ocasionalmente también se observa hembras con este tipo de lesiones (Campos-Morales, 2009; García-Feria *et al.*, 2016; Campos-Morales *et al.*, 2018).

ALIMENTACIÓN

VIDA SILVESTRE

Los estudios sobre la alimentación del Zacatuche realizados en distintas zonas de su distribución señalan que la dieta está constituida de hasta 73 especies de plantas y aunque el consumo de los diferentes ítems varía en cada localidad, las gramíneas representan su principal fuente de alimento (Mancínez-Arellano, 2017).

Entre las especies de plantas que consume se encuentran: *Festuca amplissima*, *F. rosei*, *Stipa ichu* y *Arundinella deppeana* (Cervantes Reza, 1980; Gaumer, 1913 y Rojas, 1951 citados en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996; Martínez-García *et al.*, 2012); hierbas dicotiledóneas como *Alchemilla* sp. y *Donnellsmithia juncea* (Rojas, 1951 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996); leguminosas como *Lupinus* sp. y *Trifolium* sp. (Martínez García *et al.*, 2012); herbáceas espinosas como *Eryngium columnare*, *E. rosei* y *Cirsium jorullense* (Cervantes Reza, 1980 citado en Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996; Martínez García *et al.*, 2012), semillas de enredadera *Sicyos parviflorus*, corteza de árboles jóvenes de aile (*Alnus* sp.), plantas jóvenes de maíz (*Zea mays*), avena (*Avena sativa*), papa (*Solanum tuberosum*) y chícharo (*Pisum sativum*) (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

La dieta estudiada en el Volcán Pelado reportó 21 especies de plantas, siendo tres gramíneas (*Muhlenbergia macroura*, *Festuca amplissima* y *Jarava ichu*), las que más consume (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1992).

De acuerdo con Martínez-García y colaboradores (2012), la dieta de la especie en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl está constituida por hasta 15 especies vegetales, siendo *Muhlenbergia macroura*, *M. emersleyi* y *Festuca tolucensis* las especies más frecuentes.

En el Corredor Biológico Chichinautzin se registraron 37 especies de plantas vasculares, de estas, 21 son especies de 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).

BAJO CUIDADO HUMANO

En Zoológicos se han mantenido con una dieta basada en alimento concentrado para conejos, alfalfa verde y zanahoria, pero se considera esencial proporcionar regularmente pasto zacatón en los albergues (que usan como alimento, para construcción de sus nidos, y como refugio y cobertura) (Campos-Morales *et al.*, 2018), la siguiente tabla muestra la dieta promedio (en base húmeda, es decir como se ofrece) para un ejemplar adulto (aproximadamente 500 g de peso corporal):

Tabla 4. Dieta promedio para un ejemplar adulto bajo cuidado humano (Campos-Morales *et al.*, 2018).

NO.	CONSUMO (BH*) PROMEDIO INDIVIDUAL POR ALIMENTO	
	Alimento	Peso (g)
1	Alfalfa fresca	72
2	Pasto zacatón (<i>ad libitum</i>)	11
3	Zanahoria picada	47
4	Alimento concentrado para conejos	26

*BH= Base Húmeda.

Otros ingredientes usados en las colonias bajo cuidado humano son: hoja de elote fresca, forraje de avena, apio (en bajas cantidades), alfalfa acicalada (pero debe ser de primera calidad para garantizar que no lleve hierbas contaminantes, hongos-toxinas por exceso de humedad, secado deficiente, etc.), además de frutas como manzana y uva, germinado de trigo, entre otros, como parte del programa de enriquecimiento ambiental (DGZCFS-SEDEMA, 2019).

A la fecha se han realizado diversos estudios sobre la dieta y alimentación de los Zacatuches bajo cuidado humano. En general, se ha observado que hay una preferencia por el consumo (consumo diario/adulto) de alimentos frescos, particularmente por la alfalfa (72-77 g, Base húmeda –BH–), que conforma el grueso de la dieta, seguido por la zanahoria (27-47 g, BH) y el alimento concentrado (24-26 g, BH) (Campos-Morales, 2009; Núñez-García, 2010). Sánchez-Trocino y colaboradores (2013) estudiaron el consumo exclusivo de una dieta peletizada formulada con diferentes niveles de inclusión (0%, 10%, 20% y 30%) de pasto zacatón (*M. macroura*), aunque reporta que la ingesta no se vio afectada por el nivel de inclusión de pasto, también indica una tendencia leve a moderada de baja de peso corporal.

El consumo diario de alimento registrado fue de 26.2 g/día. Se estimó un requerimiento diario de energía digestible para mantenimiento en el Zacatuche de 178.1 kcal/kg de peso vivo. Asimismo, reportan promedios de consumo voluntario de materia seca (MS) de 4.9 a 6.3 % con relación al peso corporal (Núñez-García, 2010, Sánchez-Trocino, 2009). Campos-Morales (2009) analizó la dieta integral del Zacatuche en el Zoológico de Chapultepec, es decir, la dieta ofrecida en los albergues externos, incluyendo el consumo de pasto zacatón, reportando que fue de 4.6 a 4.7 g de MS/día/adulto, el consumo de pasto fue relativamente bajo considerando que se ha reportado que en vida silvestre el pasto es la base de su alimentación, lo que puede ser un efecto de la adaptación a la dieta, por ejemplo, con disponibilidad constante de alfalfa fresca, a diferencia de la disponibilidad de pasto zacatón, al que tienen acceso siempre pero su calidad se va mermando desde el día que se coloca en los albergues, hasta que es sustituido por nuevo, aproximadamente cada tres meses (Campos-Morales *et al.*, 2018). Estos estudios coinciden en que la dieta ofrecida parece tener una



concentración alta de nutrientes en comparación de lo que se esperaría consuman en vida silvestre (a base de pasto), lo que, al menos en parte, puede explicar que se han reportado mayores promedios de peso corporal para los ejemplares bajo cuidado humano (Campos-Morales, 2009; Ulloa-Arvizu *et al.*, 2017). No obstante, es necesario profundizar en el conocimiento de estos aspectos.

Los lepóridos en general, incluyendo al Zacatuche, producen excrementos y cecotrofos, el primero es firme (que es el que todos conocemos) y el segundo mucoso. Los cecotrofos son comidos directamente del ano –práctica denominada cecofagia–, la cual provee suficientes proteínas y vitaminas para los requerimientos de la especie (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996; Bivin y King, 1997). Todos los lagomorfos realizan la cecotrofia o pseudorumia, combinan un estómago simple con la fermentación cecal para ingerir con mayor eficiencia alimentos ricos en fibra. La fibra dietética es poco digerible y esencial para el peristaltismo normal y funcionamiento digestivo (Brooks, 2004; Álvarez *et al.*, 2007).

El excremento presenta forma discoidal, con la parte central hinchada, con un promedio de entre 5 y 9 mm de diámetro. Los excrementos frescos generalmente son de color ocre, brillosos y de textura lisa; sin embargo, el color de las bolitas de excremento puede variar de una verdoso a un amarillento dependiendo de la alimentación y de la época del año (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996).

Los excrementos son encontrados en el mismo lugar donde se alimenta el Zacatuche, es decir, en la base de los gramíneas amacolladas, pero también a lo largo de corredores o veredas que usa habitualmente para moverse, así como, en la entrada de sus madrigueras y áreas circundantes a la misma (Cervantes y Martínez-Vázquez, 1996); sin embargo, Hernández-Aguilar (2011) infiere que la especie tiende a seleccionar el lugar de sus letrinas, de acuerdo a la señal que quiere transmitir –transmisión de información olfatoria, marcas territoriales y defensa–, eligiendo tres diferentes tipos de sustratos: piso, tierra o zacatón.

Por otro lado, Hernández-Aguilar (2011) señala que el registro máximo de letrinas dentro del paraje Paso de Coyotes (ladera oeste del volcán Popocatepetl) fue durante el mes de junio y el mínimo durante el mes de noviembre. De las 216 letrinas registradas por Hernández-Aguilar, 167 se mantuvieron activas a lo largo del muestreo, ya que registraron deposiciones nuevas en cada visita realizada; por otra parte, también señala que pasada la época de lluvias la especie tiende a disminuir su actividad, ya que hubo una disminución a la hora de detectar letrinas al principio, durante y al final de las lluvias durante el 2010.

Es fundamental indicar que ya existen reportes de la tasa de defecación (TD) en esta especie a partir de ejemplares de la colonia de Chapultepec. Uno de esos estudios observó que la producción de pellas fecales (número de excretas/individuo adulto/día) varía de acuerdo al consumo de MS, reportando un promedio mínimo de 292 pellas fecales con una dieta a base de alfalfa y pasto

zacatón, y un máximo de 538 excretas con una dieta exclusiva de alimento comercial para conejos; igualmente se reportó un promedio de excreción de MS de 14.3 g/día (Campos-Morales, 2009; Campos-Morales *et al.*, 2011); Núñez-García (2010) reportó un dato muy similar, 15.4 g/día (MS) con una dieta a base de alfalfa, zanahoria y alimento balanceado. Martínez-García *et al.* (2011), reportaron una tasa de defecación de 253 excretas/día usando una dieta exclusiva de un alimento peletizado con diferentes niveles de inclusión de pasto zacatón, indicando que la TD no se vio afectada por el nivel de inclusión, no obstante, reportaron que durante el estudio los ejemplares sufrieron una leve baja de peso corporal (Sánchez-Trocino, 2009), que es indicativo de que las dietas usadas eran deficientes. Es necesario continuar los estudios sobre la TD en esta especie (buscando usar dietas más similares al consumo en vida silvestre) pero, para fines de conservación, se recomienda que por ahora se use la TD más alta reportada (538 pellas/día/adulto) a fin de no sobre estimar el tamaño poblacional cuando se realice monitoreo indirecto por medio del conteo de excretas en campo (Campos-Morales *et al.*, 2011).

HÁBITAT

El Zacatuche habita exclusivamente en el centro de la Faja Volcánica Transmexicana, en las altas montañas del sur del Valle de México, en bosques abiertos de pino con densas coberturas de gramíneas amacolladas (Velázquez *et al.*, 1996; Cervantes y González, 1996; Hunter y Cresswell *et al.*, 2015; Rizo-Aguilar *et al.*, 2015).

Fotografía de: Guerrero Enrique



De acuerdo con Olascoaga-Elizarraraz y colaboradores (2015), se han definido nueve comunidades vegetales consideradas hábitat de la especie, donde los aspectos florístico y estructural son los más importantes para determinar la presencia de la especie, donde el primer aspecto define la composición y la estructura de la comunidad, mientras que el segundo proporciona refugio y fuente de alimentación para el Zacatuche.

Tabla 5. Comunidades florísticas consideradas hábitat del Zacatuche (Olascoaga-Elizarraraz *et al.*, 2015).

No.	Comunidad vegetal	Características	Altitud (msnm)
1	Musgos supraalpinos	Zacatonal abierto	4,230
2	Zacatonales supraalpinos	Formación de macollos	4,100-4,220
3	Zacatonales alpinos	Zacatonales homogéneos y densos	3,900-4,130
4	Bosque de pino	Bosque abierto con presencia de herbáceas	3,120-3,840
5	Zacatonales inducidos en bosque de pinos	Capa arbórea homogénea y densa	3,090-3,620
6	Bosque mixto	Bosque de pino y aile	3,000-3,500
7	Zacatonales en bosque de abetos	Bosque abierto de abetos	3,150-3,480
8	Bosque de abetos	Bosque denso	280-3,340
9	Bosque mixto	Bosque de abetos y cedros	2,840-3,070

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 conejo: *Stipa ichu*, *Penstemon stenophyllus*, *Geranium pontentillae*, *Stachys agraria*, *Lupinus montanus*, *Gnaphalium conoideum*, *Senecio salignus*, *Plantago patagonica*, *Bidens diversifolia*, *Alchemilla sebaldiaefolia*, *Musenipsis arguta*, *Salvia spp.*, *Dalia spp.*, *Verbena spp.*, *Eryngium spp.*, *Cyrsium spp.*, *Scutelaria spp.*, *Draba spp.*, etcétera (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).

Los estudios realizados sobre uso y calidad del hábitat han mostrado que la abundancia del Zacatuche se ve favorecida por la altura y cobertura de los zacatonales, la distancia a poblaciones humanas, la profundidad del suelo, la ausencia de pastoreo y la baja incidencia de incendios (Velázquez y Heil, 1996; Hunter y Cresswell, 2015; Rizo-Aguilar *et al.*, 2015; Brito-González, 2017; Uriotegui-Velarde *et al.*, 2018).

C. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL

DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA

Conocer la distribución del Zacatuche ha sido una tarea difícil, a lo largo del tiempo se han realizado 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, reportaron un área de 1,500 km². López-Forment y Cervantes-Reza (1979) citado en Velázquez (1996) estimaron un área total de distribución de 150 km². Hoth *et al.* (1987) llevaron un estudio enfocado a conocer la verdadera superficie de distribución del Zacatuche, sólo encontraron al Zacatuche en tres áreas aisladas dentro de la zona central de la Faja Volcánica Transmexicana: la Sierra Nevada, el volcán Tláloc y el volcán Pelado, su área de distribución estimada fue de 280 km².

En el estudio de Velázquez *et al.* (1991), se estimó que la superficie ocupada por la especie era de 386.5 km². Dos años más tarde, Velázquez (1993) propuso una distribución potencial comparando una distribución ancestral de la especie, hace aproximadamente 18,000 años, contra la distribución de 1993. 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 5 o 6 grados centígrados menores a las presentes (Ohngemach y Straka, 1983). Bajo este supuesto, la distribución actual del Zacatuche es solo 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. Recientemente, Osuna y colaboradores (2020) modelaron la distribución potencial de la especie hacia el Último periodo Glacial (aproximadamente hace 22 mil años) y el último periodo interglacial (aproximadamente hace 130 mil años). Sus modelos muestran que, para el último periodo glacial, la distribución del Zacatuche abarcaba una superficie de aproximadamente 5,963 km² y con una media altitudinal de 2,319 msnm, mientras que en el periodo interglacial, la distribución disminuyó a aproximadamente 666 km², con una altitud promedio de 3,062 msnm. La distribución estimada para el periodo glacial abarcaba la localidad de Valsequillo, Puebla, una localidad donde se encontró un diente fósil de Zacatuche (Cruz-Muñoz, 2006).

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 con registros de los años de 1893 hasta 1981. Con los puntos precisos y basado en los trabajos de Hall (1981) citado en Velázquez *et al.*, (1996) y Hoth *et al.* (1987) elaboraron un mapa de distribución comparativo. El mapa de distribución de 1996 lo elaboró basándose en los puntos precisos, puntos cercanos y en cartas cartográficas temáticas con

características de clima, altitud y vegetación en toda la República Mexicana, además de recorridos a pie registrando observaciones directas y rastros (excretas) de presencia de la especie, resultando en 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 en la Faja Volcánica Transmexicana, 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 este estudio, en ese año, se hallaron tan sólo 48 localidades con presencia de conejos, 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.

De acuerdo con registros recopilados, el límite altitudinal más bajo donde se encontraba la especie anteriormente era a partir de los 2,400 msnm. Al 2007, 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 Faja Volcánica Transmexicana, 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 de su distribución (Domínguez-Pérez, 2007).

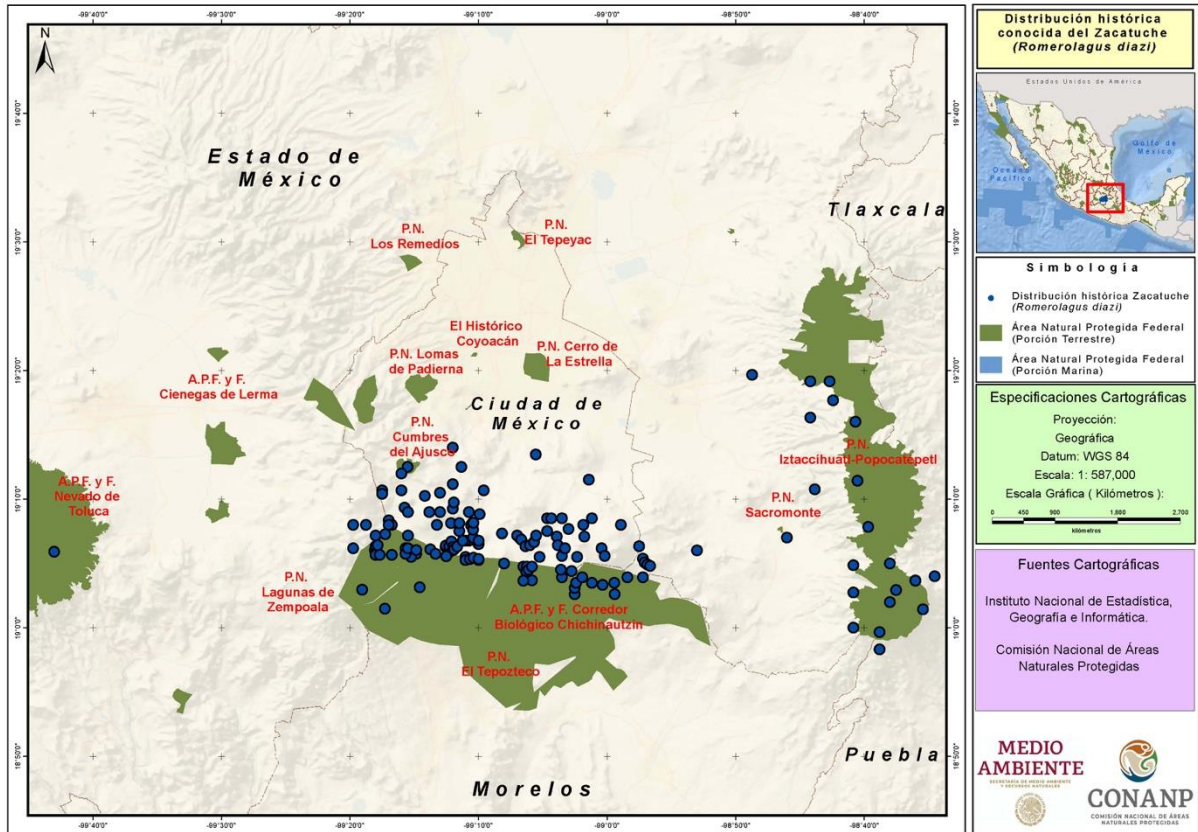


Figura 1. Distribución histórica. Fuente: Velázquez *et al.*, 1996; Domínguez-Pérez, 2007.

DISTRIBUCIÓN ACTUAL

De nueve áreas potenciales de distribución del Zacatuche, su presencia ha sido confirmada únicamente en las Sierras Chichinautzin-Ajusco y Sierra Nevada (Volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl) (DGVS, 2010).

Del 2014 al 2020 se tienen los siguientes estudios acerca de la distribución de la especie:

Ramírez-Albores *et al.* (2014) descubrieron una población de Zacatuche 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.

En 2016, Rizo-Aguilar y colaboradores, estimaron un área de distribución para el Corredor Biológico Chichinautzin con base en 174 registros directos e indirectos realizados 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 Zacatuche tiene un área ocupada de 166.43 km², mayor a la estimada con registros históricos, donde las Fracciones I y II son las que presentaron una mayor área estimada con 98.96 km², seguida de los Parques Nacionales El Tepozteco con 46.88 km² y las Lagunas de Zempoala con 20.59 km².

Por otra parte, Farías-González y colaboradores (2016), generaron un modelo de distribución potencial de 1 km² a partir de 28 registros de la especie, donde las localidades ubicadas en Parres (Alcaldía Tlalpan) representaron más del 50% de los registros. Por otro lado, el modelo arrojó que las zonas donde se encuentran las condiciones favorables para la especie son el Volcán Iztaccíhuatl y en las partes más conservadas de Milpa Alta y de la Sierra del Chichinautzin. El modelo también incluyó ciertos fragmentos de la Sierra de Río Frío, al norte de la Sierra Nevada. Asimismo, Farías-González *et al.*, señalan que a través del proyecto PAPIIT IN221208 a cargo del Dr. Enrique Martínez Meyer localizaron colonias de Zacatuche en el norte de la Sierra Nevada, en el Municipio de Texcoco. Actualmente, los registros en la Sierra Nevada forman parte de la zona límite en el noreste del área de distribución de la especie.

A través del financiamiento de dos proyectos PROCER en 2018, se determinó la presencia del Zacatuche en los Parques Nacionales Lagunas de Zempoala e Iztaccíhuatl-Popocatepetl, documentando para el primer Parque la presencia de la especie en cuatro de los 32 sitios muestreados (Guerrero-Enríquez, 2018a), mientras que, para el segundo, se registraron 207 de 346 puntos muestreados con área de distribución de la especie de 10,403 ha (Guerrero-Enríquez, 2018b).

En el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Aguirre-López (2020) estimó una distribución potencial de 132.5 km², un 33% de la superficie total del Parque. Además, dentro de esta zona protegida, existen 7 km² donde se presenta una alta idoneidad para este lagomorfo.

Por otro lado, los volcanes Pelado y Tláloc en la Sierra Ajusco-Chichinautzin, siguen siendo áreas de distribución núcleo para la especie, con un hábitat disponible de 75.44 km²; sin embargo, el hábitat no es continuo, ya que se encuentra dividido en 957 parches de diferentes tamaños, donde la mayoría de estos presentan una superficie de 2,500 m² (Uriostegui-Velarde *et al.*, 2018).

La distribución de la especie en el volcán Nevado de Toluca ha sido controversial (Hoth *et al.*, 1987; Ceballos *et al.*, 1998). Estudios recientes usando cámaras trampa (Monroy-Vilchis *et al.*, 2020), así como la identificación molecular mediante la amplificación de siete muestras para la región D-LOOP de posibles excretas de la especie colectadas en dicha área –Proyecto financiado por el PROMAMP en su Componente de Monitoreo Biológico (CMB) en 2018 (Guerrero-Enríquez, 2018c)– apoyan el hecho de que la especie no se distribuye actualmente en el Nevado de Toluca (Murga-Cortés *et al.*, 2020).

Un hecho que hay que resaltar es que la dependencia que tiene el Zacatuche a su hábitat hace que su distribución se limite a la presencia de zacatonal, además, no todos los zacatonales cumplen con las condiciones para que las poblaciones del Zacatuche se establezcan. Uriostegui-Velarde *et al.* (2018), reportan que, en los parches de zacatonal y zacatonal asociado a bosques, el número de letrinas incrementa conforme se incrementa la distancia con los asentamientos humanos y se disminuye

la densidad de caminos (índice de accesibilidad). Por lo tanto, considerando la distribución del hábitat del Zacatuche, la distribución de la especie podría ser inferior a lo estimado en los diferentes estudios.

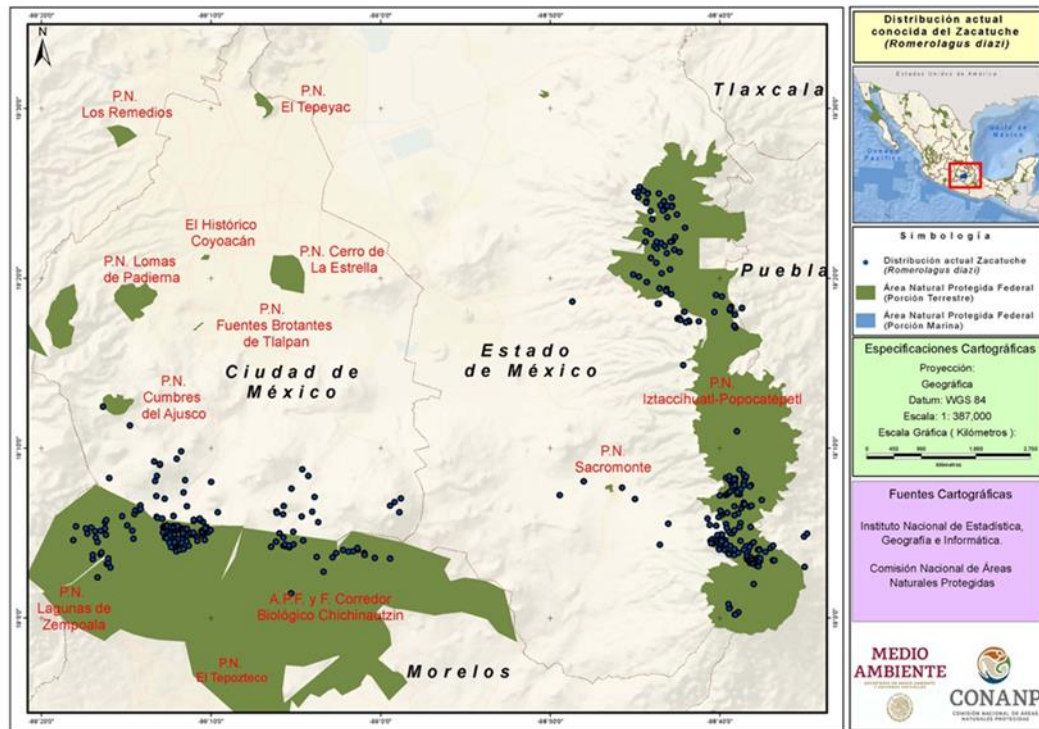


Figura 2. Distribución actual del Zacatuche. Fuente: Domínguez-Pérez, 2007; Hernández-Aguilar, 2011; Martínez-García et al., 2012; Farías et al., 2013 citada en la Plataforma CONABIO; Rizo-Aguilar et al., 2016; Guerrero-Enríquez, 2018b; Aguirre-López, 2020.

d. DIAGNÓSTICO POBLACIONAL

POBLACIÓN EN VIDA SILVESTRE

Aunque no existen estudios globales de la población actual del Zacatuche, en los últimos años se han realizado diversos de manera aislada en diferentes regiones a lo largo de su rango de distribución (CONANP, 2010; CONANP, 2011; Martínez-García, 2011; Martínez et al., 2015; Rizo-Aguilar et al., 2016), y otros no publicados (sobre todo los proyectos comunitarios). En la actualización más reciente del estatus de conservación de la especie por la UICN, se reporta una población actual, tan sólo de individuos maduros, de 7,000 Zacatuches (Velázquez y Guerrero, 2019).

Por otra parte, se han realizado diversos esfuerzos para conocer la densidad de la población a nivel local, ya sea por muestreo de pellas o avistamientos directos de la especie, arrojando los siguientes resultados:

En la Fracción I del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzín, el Zacatuche presentó un IAR= 10.49 heces/m² para la temporada de lluvias, 24.38 heces/m² para la seca fría y 16.59 heces/m² para la seca cálida (Uriostegui-Velarde et al., 2015).

En el reporte de la Brigada de Monitoreo Biológico de San Pablo Oztotepec (Milpa Alta, Ciudad de México), reportan una densidad poblacional de 13 Zacatuches por hectárea en un polígono al noroeste del volcán Tláloc (Martínez *et al.*, 2015). Mientras que la Brigada de Monitoreo de la Comunidad de San Miguel Topilejo reportó en 2014 una densidad absoluta de 1.43 a 1.66 Zacatuches por hectárea en dos polígonos en el sur del volcán Pelado; es importante mencionar que estas dos brigadas establecieron transectos y parcelas al azar sobre el área de muestreo (DGZCFS-SEDEMA, 2019).

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 ya era de 0.5 Zacatuches/ha, mientras que, en el 2016, la densidad promedio es de solo 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 solo se ha registrado su presencia en tres sitios, estando ausente en los otros cinco (Brito-González 2017; Guerrero *et al.*, 2020). Estos datos, nos alertan sobre la posible extinción local de poblaciones de Zacatuche en los sitios estudiados.

Por otro lado, en ocho sitios muestreados en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl en 2018, se obtuvo un promedio de 17.45 ind/ha, siendo el oeste del Volcán Papayo el que presentó una mayor densidad de individuos con 35.2 ind/ha; sin embargo, este sitio presenta poca disponibilidad de zacatonales, por lo que la alta densidad de individuos podría deberse a la agregación por ausencia de áreas disponibles para la especie (Guerrero-Enríquez, 2018b).

Tabla 6. Densidad de Zacatuches en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Modificado de Guerrero-Enríquez, 2018b).

No.	Sitio	Total de excretas	Densidad (ind/ha)	Promedio (ind/ha)
1	Volcán Tláloc	285	19	15.7
2	Volcán Tláloc	189	12.4	
3	Oeste del Volcán Papayo	468	35.2	21.75
4	Oeste del Volcán Papayo	110	8.3	
5	Sur Volcán Iztaccíhuatl	402	22	22.45
6	Sur Volcán Iztaccíhuatl	419	22.9	
7	Volcán Popocatepetl	220	14.6	9.9
8	Volcán Popocatepetl	79	5.2	
Promedio				17.45

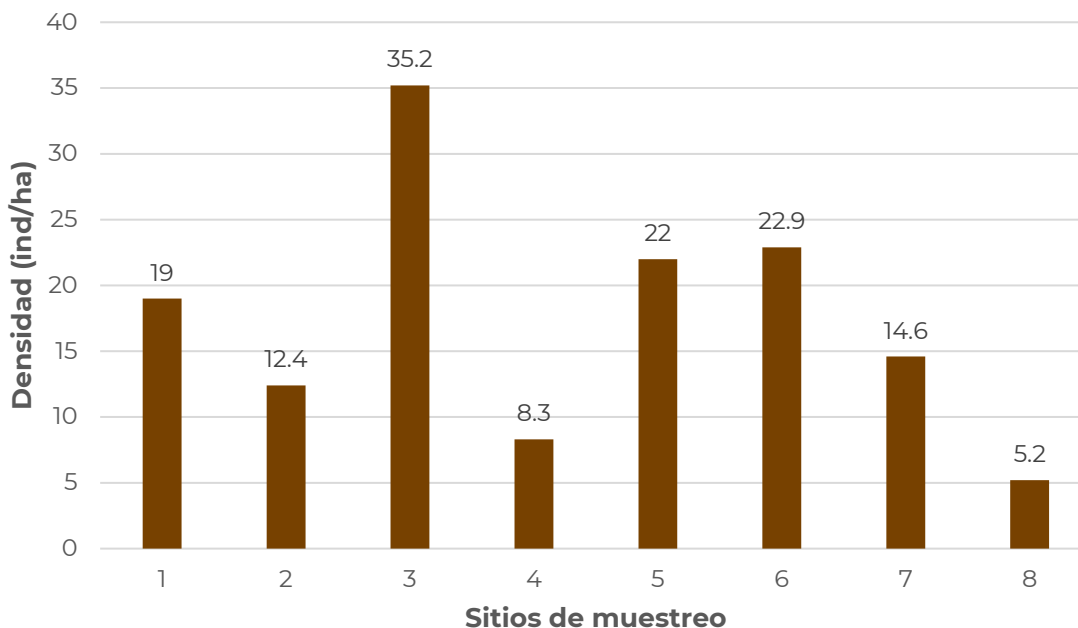


Figura 3. Densidad del Zacatuche en ocho sitios muestreados el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Modificado de: Guerrero-Enríquez, 2018b).

POBLACIÓN BAJO CUIDADO HUMANO

Actualmente la única población *ex situ* en México es la albergada en los tres Zoológicos de la Ciudad de México, que están registrados dentro de la UMA constituida por la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre (DGZCFS-Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México). Ya se mencionó los años en que fueron fundadas y la procedencia de los ejemplares y que en los tres casos se han mantenido con una población presente de manera continua desde su fundación. Actualmente la población de Zacatuches en la DGZCFS es de aproximadamente 70 ejemplares, la mayoría alojados en el Zoológico de Chapultepec ya que es el que cuenta con instalaciones más amplias: 4 albergues externos (el denominado como “exhibidor” es el que está a la vista de los visitantes), tanto el Zoológico de Los Coyotes como el de San Juan de Aragón cuentan con solo un albergue externo (“exhibidores”) (Campos-Morales y Olivera, 2004; DGZCFS-SEDEMA, 2019).

Aunque a la fecha no ha sido necesario o prioritario para la conservación, la implementación de un programa de reintroducción es necesario buscar mantener poblaciones sanas bajo cuidado humano. En el aspecto genético, se requiere incorporar periódicamente ejemplares externos para mantener una variabilidad genética adecuada y en este caso para reducir la pérdida de heterocigosis reportada. De hecho, podría ser necesario el establecimiento de otras colonias bajo cuidado humano, ya sea para buscar mantener los linajes que se han identificado de acuerdo con el estudio de Osuna-López *et al.* (2020) o bien para facilitar el manejo de una población distribuida en varias localidades (DGZCFS-SEDEMA, 2019).

e. AMENAZAS

Las especies endémicas del centro de la Faja Volcánica Transmexicana, como el Zacatuche y el Gorrión Serrano (*Xenospiza baileyi*) comparten una serie de amenazas al estar restringidas a los pastizales amacollados, los cuales fácilmente se les transforma en terrenos para la agricultura (SEMARNAT, 2018a en proceso de edición), además del fuerte y constante impacto ocasionado por el crecimiento de las ciudades circundantes. Entre otras amenazas para el Zacatuche –y no exclusivas solo para la especie–, son las siguientes:

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 asentamientos humanos que han intensificado la reducción del hábitat disponible para la especie (Gob. 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 Zacatuche. Específicamente, para la especie, 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).

INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Presencia de autopistas/carreteras y abertura de caminos contribuyen a la pérdida de la especie por atropellamiento, delimitación del desplazamiento y por ende, a la limitación en el intercambio genético entre las poblaciones de la especie (Velázquez *et al.*, 1996; Rizo-Aguilar *et al.*, 2016; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2018). Uriostegui-Velarde (2014) con la utilización de sistemas de información geográfica (SIG) modeló la conectividad estructural y funcional entre cuatro poblaciones del Zacatuche en la Sierra del Chichinautzin. Los resultados indican que elementos como las carreteras limitan la dispersión de la especie y a pesar de que algunas carreteras podrían ser superadas por los individuos (Carreteras México-Cuernavaca), las posibilidades de cruzar son bajas. Además, se modela la construcción de la autopista Lerma Tres-Marías, obteniendo resultados adversos para la dispersión de la especie.

GANADERÍA (PASTOREO DE BOVINOS Y OVINOS EXTENSIVO E INTENSIVO)

Estas amenazas se convierten en barreras que limitan el desplazamiento de la especie y ocasionan el empobrecimiento del pastizal (Velázquez *et al.*, 1996; Olascoaga-Elizarraraz *et al.*, 2015; Luna-Gil, 2017; Guerrero-Enríquez, 2018b). 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)

Adicionalmente, los pastores ganaderos suelen tener numerosos perros que pueden atacar al Zacatuche y otras especies de fauna silvestre. 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).

Actualmente, se ha documentado, la presencia de vacas y toros cimarrones dentro del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, abarcando una superficie considerablemente alta (Aguirre-López, 2020).

CACERÍA

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 la especie 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 Zacatuche, aunque sólo se limitan a consumirlo en ocasiones especiales (e.g. fiestas de cumpleaños).

CAMPAÑAS MASIVAS DE REFORESTACIÓN/RESTAURACIÓN MAL PLANIFICADAS

En el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl se tiene documentado la plantación de pinos en zonas de pastizales, ocasionando con ello, la pérdida de la configuración natural del paisaje (Guerrero-Enríquez, 2018b), ya que la pradera con *Muhlenbergia* sp. es considerada prioritaria y constituye el área más idónea para el Zacatuche, por tanto, no recomendable la plantación de bosques de pino en esas áreas (Aguirre-López, 2020). Por otra parte, también se ha observado el uso de especies de árboles no nativos, además es común observar plantaciones sobrepobladas en una misma área (DGZCFS *com. pers.*).

QUEMAS NO PLANIFICADAS E INDISCRIMINADAS E INCENDIOS NATURALES

Los incendios son una variable ambiental que ha evolucionado con la vegetación y con la fauna de una manera natural durante millones de años, de modo que se ha establecido una dinámica no antropogénica que ha moldeado el hábitat del Zacatuche de forma particular, a la que este conejo se ha adaptado también, y ha sobrevivido. El problema actual es el exceso de incendios debido al abuso de intereses antropogénicos en su hábitat que no son compatibles con la dinámica natural (Cervantes-Reza *com. pers.*). Tan solo en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala se han registrado del 2012 al 2017 un total de 72 incendios forestales, siendo una de las principales amenazas para la especie para esta zona (Guerrero-Enríquez, 2018a). La información disponible sobre el efecto de los incendios en las poblaciones de Zacatuche no es concluyente. Por un lado, se tienen datos que la evidencia de incendios pasados favorece la abundancia de Zacatuches (Hunter y Cresswell, 2015), mientras que en otros estudios se ha encontrado un efecto adverso en la ocurrencia y abundancia (Osuna-López *et al.*, 2020). Un estudio que monitoreó el efecto de los incendios sobre la presencia y abundancia del Zacatuche durante un ciclo anual, mostró que dichos parámetros se ven favorecidos o afectados por variables como la recuperación del hábitat después del incendio, la superficie incendiada, la incidencia de los incendios y la existencia de poblaciones que funcionan como fuentes para colonizar las áreas incendiadas (Uriostegui-Velarde, en prensa).

EXPLORACIÓN DE RECURSOS NATURALES

La extracción de zacatones u otras plantas, suelo/tierra, piedra, tala, etc., generan cambios en la configuración del paisaje, ocasionando la fragmentación y pérdida del hábitat (López-Paniagua *et al.*, 1996). 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 las comunidades locales que ha deteriorado el hábitat donde se encuentra el Zacatuche, por lo que representan un problema que amenaza a la especie.

Por otro lado, la tala clandestina de bosques, específicamente de pino, representa un problema que ha contribuido a disminuir la disponibilidad de hábitat adecuado para el Zacatuche (Gob. C. M., 2009).

USO DE FERTILIZANTES, HERBICIDAS Y PESTICIDAS

El uso de agroquímicos causa la contaminación de suelos y mantos freáticos (SEMARNAT, 2018a en proceso de edición), por lo que, los Zacatuches sufren de envenenamiento por estas sustancias químicas 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-Sánchez *et al.*, 2004).

CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con Domínguez-Pérez (2007), el Zacatuche ha sufrido las consecuencias del cambio climático, observando que las poblaciones de la especie se han reducido en altitudes inferiores a los 2,900 msnm. Según este análisis, con base a datos emitidos por estaciones climáticas colocadas en diversos puntos de la Faja Volcánica Transmexicana 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 estas (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, Domínguez-Pérez, 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.

Anderson *et al.* (2009) modelaron la viabilidad poblacional y la distribución del Zacatuche en un escenario de cambio climático para 2100. Encontraron que el límite inferior del rango de distribución altitudinal se desplazará hacia arriba en aproximadamente 700 m, lo que reducirá en gran medida el área de hábitat disponible para las poblaciones de Zacatuche. Por otro lado, Pérez-Gil *et al.* (2013) analizaron la vulnerabilidad del Zacatuche en Morelos frente a diversos escenarios de cambio climático usando tres criterios: riesgo de exposición, vulnerabilidad intrínseca y capacidad de adaptación. Sus resultados indicaron que la especie puede considerarse una especie altamente vulnerable ante cualquiera de los

escenarios del cambio climático. Recientemente, Traconis-López (2019) modeló la distribución potencial de la especie con base en un modelo paleoclimático construido con el registro fósil de la especie en Valsequillo, Puebla y proyectándolo hacia el 2050 con un escenario del cambio climático; estimó un área de sólo 87.43 km², indicando una disminución abrupta en el área climáticamente óptima desde el Pleistoceno hasta el futuro por el cambio climático.

RIESGOS VOLCÁNICOS (CENIZAS)

Actualmente no hay estudios sobre el tema; sin embargo, se recomienda realizar investigaciones para determinar daños en vías respiratorias del Zacatuche (pulmones) y otros órganos (hígado y riñón) (Velázquez *com. pers.*).

METAS GENERALES

1. Se ha fortalecido la participación intersectorial y multidisciplinaria para la conservación de la especie y su hábitat.
2. Se ha fortalecido la participación de las comunidades locales en las acciones de conservación y en la toma de decisiones, así como su capacitación y financiamiento.
3. Se ha adoptado la valorización de las especies endémicas (Zacatucho y Corrión Serrano) como símbolos de resiliencia en el centro sur del país.
4. Se han fortalecido las acciones de sensibilización y educación ambiental en torno a la especie y su hábitat.
5. Se ha fortalecido el recurso económico (financiero) para llevar a cabo las acciones señaladas en el presente Programa.

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 como ANP, UMA, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVOC), entre otras.
3. Implementar acciones y proyectos de conservación y manejo de la especie en las Áreas Naturales Protegidas 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 Áreas Naturales Protegidas 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 a largo plazo de la especie, involucrando actores académicos, pobladores y servidores públicos del sector ambiental municipal, estatal y federal.

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

La Estrategia 2040 (E2040) de la CONANP es un documento rector de la visión a largo plazo, que establece a su vez las líneas estratégicas del Programa de Conservación de las Especies en Riesgo (PROCER) y por lo tanto, de los componentes de los PACE.

Las acciones señaladas para cada componente de cada línea estratégica del PACE se presentarán en una tabla; los plazos de ejecución son los tiempos de ejecución de dichas acciones y están definidos como plazos: permanentes, largos (5 años), medianos (3 años) y cortos (1-2 años); los indicadores anuales son datos o información que nos permitirá conocer, valorar y medir los resultados obtenidos, y finalmente, los medios de verificación serán la evidencia mediante la cual se documenta el avance y resultados de las acciones ejecutadas.

1. MANEJO INTEGRADO DEL PAISAJE

Objetivo. Establecer estrategias de manejo del hábitat del Zacatuche, bajo un enfoque de ecología del paisaje, considerando aspectos de conectividad local y a escala regional.

1.1. COMPONENTE PROTECCIÓN DEL HÁBITAT

Objetivo. Promover y fortalecer procesos de protección del hábitat del Zacatuche mediante diferentes esquemas y/o modalidades de conservación con la participación de las comunidades locales y propietarios de la tierra.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
1.1.1	Promover a nivel regional, local, comunitario o micro regional, la elaboración de Programas de Ordenamiento Ecológico (POE) para la protección del hábitat del Zacatuche.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en el número de ordenamientos ecológicos expedidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. Bitácoras ambientales de ordenamientos ecológicos. Anexos de las bitácoras ambientales. Inventarios de Ordenamientos Ecológicos expedidos.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
1.1.2	Fortalecer el establecimiento/incorporación de nuevos esquemas de protección del hábitat en zonas clave para la especie (e.g. ADVC, Pago por Servicios Ambientales [PSA ProÁrbol], Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos [PSAHEM], PROCARBONO, UMA, PIMVS).	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de predios bajo nuevos esquemas de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. • Listados de ADVC. • Mapa interactivo ADVC. • Listado de beneficiarios PROCARBONO. • Listados de predios beneficiados (PSAHEM, PSA ProÁrbol). • Registros de UMA/PIMVS.
1.1.3	Fortalecer los mecanismos de coordinación intersectorial e interinstitucional para la prevención, control y combate de incendios en el hábitat de distribución del Zacatuche y sus especies asociadas (e.g. Gorrión Serrano).	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del número de incendios forestales en zonas con distribución de la especie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. • Sistema de predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (SNIGF). • Reporte de incendios CONAFOR.
1.1.4	Fortalecer los mecanismos de coordinación intersectorial e interinstitucional para evitar la transformación de pastizales, así como prevenir y revertir el cambio de uso de suelo en el hábitat de distribución del Zacatuche y sus especies asociadas (e.g. Gorrión Serrano).	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Número de gestiones realizadas (intersectoriales e interinstitucionales). 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
1.1.5	Fortalecer acciones de señalización restrictivas e informativas que fomenten la protección del Zacatuche y su hábitat.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en el número de señalizaciones colocadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

1.2. COMPONENTE RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT

Objetivo. Fomentar y fortalecer acciones y procesos de recuperación del hábitat del Zacatuche (suelo, agua y cobertura vegetal) con un enfoque de ecología del paisaje y participación social.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
1.2.1	Implementar y fortalecer de manera intersectorial proyectos de restauración del hábitat (cobertura vegetal y suelos, remoción de vegetación que no es propia del hábitat, etc.) que coadyuven en la recuperación de áreas fragmentadas y/o con impactos antropogénicos.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Aumento del 10% de proyectos de restauración del hábitat del Zacatuche. Porcentaje de incremento/reducción de áreas de cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. Listados de beneficiarios de la CONAFOR (Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable, PSA, Compensación Ambiental).
1.2.2	Implementar acciones de rotación de pastizales.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Número de superficie con acciones de rotación de pastizales. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

1.3. COMPONENTE CONECTIVIDAD

Objetivo. Identificar áreas potenciales de conectividad e implementar acciones de conservación de hábitats mediante corredores biológicos, redes de ANP y manejo de paisajes en mosaico donde se distribuya el Zacatuche.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
1.3.1	Fortalecer la identificación de áreas prioritarias (con alto impacto para la reconversión productiva o con potencialidad para la restauración) que permitan la conectividad a lo largo del área de distribución del Zacatuche.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de áreas identificadas bajo un enfoque de conectividad del paisaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. Áreas elegibles PRONAFOR-CONAFOR. Publicaciones (tesis, artículos científicos).
1.3.2	Promover acciones que permitan la conectividad ecológica entre las áreas clave identificadas.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en la difusión de proyectos de conectividad. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

2. CONSERVACIÓN Y MANEJO DE POBLACIONES

Objetivo. Fortalecer acciones de conservación y manejo de poblaciones del Zacatuche, con la participación de dueños de la tierra, comunidades, sociedad civil organizada, academia y sector gubernamental.

2.1. COMPONENTE PROTECCIÓN Y VIGILANCIA

Objetivo. Incrementar la participación de comunidades y dueños de la tierra en acciones de vigilancia comunitaria, en conjunto con el sector gubernamental para la protección del Zacatuche.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.1.1	Fortalecer la participación social en acciones de vigilancia y denuncia ciudadana a lo largo de las áreas donde se distribuye el	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Aumento del porcentaje de brigadas comunitarias realizando acciones de 	<ul style="list-style-type: none"> Informes CONANP (brigadistas comunitarios), PROFEPA (denuncias)

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	Zacatucho (e.g. comités permanentes en núcleos agrarios).		protección y vigilancia.	recibidas-atendidas. • Reportes brigadistas comunitarios.
2.1.2	Fortalecer de manera interinstitucional la difusión de la legislación nacional e internacional vigente, entre las comunidades locales y actores involucrados con la especie y su hábitat.	Permanente	• Aumento en el porcentaje de eventos de difusión.	• Informes CONANP. • Portales web de dependencias federales, municipales y estatales.
2.1.3	Establecer mecanismos de vigilancia sanitaria, intersectorial e interdisciplinaria.	Permanente	• Aumento en el número de proyectos con acciones de vigilancia.	• Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

2.2. COMPONENTE PREVENCIÓN DE IMPACTOS

Objetivo. Promover y coordinar acciones intersectoriales tendientes a prevenir impactos negativos derivados de actividades antropogénicas sobre los hábitats del Zacatucho y sus especies asociadas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.2.1	Implementar protocolos por contingencias zoonosológicas y de bioseguridad para la prevención y/o control de EEI (e.g. perros ferales, Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos (EHVC, etc.).	Corto	• Protocolos por contingencias zoonosológicas y de bioseguridad elaborados e implementados.	• Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.
2.2.2	Implementar programas y acciones para identificación, control y erradicación de EEI vegetales que ponen en riesgo el hábitat.	Corto	• Aumento en el número de proyectos implementados. • Aumento en la superficie con acciones.	• Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.2.3	Fortalecer los mecanismos de denuncia de actividades que impactan a las poblaciones del Zacatuche y su habitat.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de eventos para la promoción de denuncias ambientales. • Número de denuncias atendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

2.3. COMPONENTE MANEJO DE POBLACIONES

Objetivo. Coordinar y fortalecer intersectorial y multidisciplinariamente los procesos de manejo de poblaciones del Zacatuche.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.3.1	Homologar mediante participación intersectorial los protocolos para el manejo de la especie en vida silvestre (monitoreo, captura, marcaje, manejo y/o traslado) considerando las unidades evolutivas.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Número de protocolos homologados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.
2.3.2	Fortalecer los programas de conservación (reproducción-genético, manejo óptimo, educación ambiental, investigación, etc.) de la especie bajo cuidado humano y semicautiverio en el marco de los lineamientos nacionales e internacionales vigentes.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de programas de conservación bajo cuidado humano fortalecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.
2.3.3	Promover la vinculación de los programas de conservación en vida silvestre y bajo cuidado humano (conservación integrada o <i>sorta situ</i>) mediante la colaboración	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Número de convenios y acciones formales e informales de colaboración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	interinstitucional y multidisciplinaria.			
2.3.4	Promover el desarrollo del concepto de medicina de la conservación en apoyo a la conservación del Zacatuche y especies asociadas a su entorno.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de eventos de difusión realizados. • Aumento en el número de estudios realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.
2.3.5	Estudiar el potencial de reintroducción de la especie y desarrollar –en su caso– un programa de restauración del hábitat en los sitios potenciales detectados.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Número de estudios realizados en torno a la reintroducción de la especie. • Aumentos en el número de hectáreas restauradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

2.4. COMPONENTE COORDINACIÓN DE ACTORES

Objetivo. Formalizar y fortalecer los procesos de coordinación intersectorial y multidisciplinaria, en conjunto con las comunidades locales y dueños de la tierra para la conservación del Zacatuche y su hábitat en un marco de sostenibilidad.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.4.1	Promover y asegurar la participación del grupo de colaboradores de la especie a través de la celebración de convenios, contratos, donaciones en especie, monetarios y/o esquemas de voluntariado, para garantizar el seguimiento y fortalecimiento de las acciones de conservación de la especie, sus especies simpátricas y sus hábitats.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de proyectos implementados o renovación de estos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones involucradas. • Listado de beneficiarios CONANP, CONAFOR. • Reportes brigadistas comunitarios. • Publicaciones (tesis, artículos científicos, notas científicas).

2.5. COMPONENTE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO

Objetivo. Promover acuerdos intersectoriales y multidisciplinarios para fortalecer la generación de conocimiento enfocado al Zacatuche y su hábitat, incluyendo los saberes locales y la ciencia ciudadana para el desarrollo sostenible de las comunidades humanas asentadas a lo largo de su distribución, que fortalezca la toma de decisiones encaminadas a su conservación.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.5.1	Actualizar el mapa de distribución de la especie, mediante el monitoreo estandarizado (local y regional) en zonas con distribución de la especie y en nuevas áreas potenciales.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Mapas de distribución actualizados (considerando escalas). 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. Plataformas CONABIO (Naturalista, Selia). Reportes brigadistas comunitarios. Publicaciones
2.5.2	Obtener mapas de riesgo y de amenazas (impacto de aforestaciones, cambio de uso de suelo, etc.) con énfasis en núcleo agrarios para la especie, partiendo de un diagnóstico de la información disponible en las plataformas de CONABIO, de publicaciones y de bases de datos de la especie.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Mapa de riesgos y amenazas elaborados. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. Reporte de incendios CONAFOR. Plataformas CONABIO (Naturalista, Selia, Geoportal). Sistema de predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (SNIGF).
2.5.3	Conocer la percepción y relación que tienen las comunidades locales hacia la especie y el uso de los pastizales amacollados.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> Número de estudios y/o encuestas realizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas. Publicaciones

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
2.5.4	Monitoreo e investigación del efecto a mediano y largo plazo de los incendios forestales sobre el hábitat y las poblaciones de Zacatuche.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Número de estudios o proyectos implementados. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.
2.5.5	Consolidar el monitoreo poblacional permanente de la especie con colaboración de las comunidades locales (abundancia y tendencias).	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Resultados regionales de monitoreo anual. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.
2.5.6	Promover y fortalecer el estudio de diversos aspectos de la biología de la especie a través de la investigación en poblaciones bajo cuidado humano.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el número de estudios realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

3. PARTICIPACIÓN SOCIAL Y CULTURA PARA LA CONSERVACIÓN

Objetivo. Reconocer, valorar y fomentar la participación corresponsable de la sociedad en la conservación del Zacatuche y su hábitat, en la generación de conocimiento, difusión de la importancia del valor cultural y ecológico, así como del desarrollo sostenible de las comunidades locales.

3.1. COMPONENTE CULTURA PARA LA CONSERVACIÓN

Objetivo. Promover y fortalecer los procesos de difusión, comunicación y educación ambiental dirigidos a la sociedad en general, para el desarrollo de una cultura de la conservación y desarrollo sostenible, incluyendo el rescate y revaloración de los saberes locales.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
3.1.1	Fortalecer las estrategias de difusión mediante la presentación de exposiciones, documentales,	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en un 20% de los eventos de difusión para las especies 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	intercambios de experiencia y foros en modalidad virtual (redes sociales) o presencial sobre la importancia, problemática (con énfasis en los efectos del cambio climático) y esfuerzos en la conservación del Zacatuche y Gorrión Serrano, como símbolos de resiliencia y endemismo de la Faja Volcánica Transmexicana, así como de especies emblemáticas estigmatizadas (serpientes y lagartijas – alicante, falso escorpión entre otros-) y sus hábitas.		emblemáticas (Zacatuche, Gorrión Serrano, reptiles, entre otros).	<ul style="list-style-type: none"> • Páginas web y redes sociales: CONANP, Gobiernos Estatales, instituciones académicas y centros de investigación, ONG, y sociedad en general.
3.1.2	Fortalecer acciones de rescate cultural y de valorización del Zacatuche y su hábitat, en áreas clave de conservación, incluyendo la revalorización de los pastizales nativos.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de eventos de rescate cultural y valorización. • Aumento de eventos de capacitación tanto a servidores públicos como a comunidades y población regional en general. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas. • Páginas web dependencias federales y estatales.
3.1.3	Vincular los esfuerzos de educación para la conservación del Zacatuche y otras especies asociadas a su hábitat realizados a través de zoológicos (en	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de eventos de difusión realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	relación con las poblaciones bajo cuidado humano) a los esfuerzos de conservación ex situ a través de actividades de colaboración y difusión.			

3.2. COMPONENTE PARTICIPACIÓN SOCIAL Y CAPACITACIÓN

Objetivo. Fortalecer los procesos de participación social en los ámbitos urbano y rural, para la conservación de especies prioritarias y sus hábitats, con énfasis en el intercambio de saberes.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
3.2.1	Promover eventos de capacitación (teórico-práctico) a personal CONANP, brigadas comunitarias, comités de incendios, educadores ambientales y ganaderos locales junto con investigadores de la especie e instituciones involucradas para la conservación del Zacatuche y su hábitat, referente a temas de monitoreo, sanidad (animal y vegetal), ganadería sostenible, problemática, etc.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de eventos de capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.
3.2.2	Promover la realización de documentales, cortos o cápsulas sobre la especie, sus especies asociadas y sus hábitats a través de la colaboración de estudiantes de Ciencias de las Artes.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Número de material audiovisual elaborado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones (tesis, artículos científicos, notas científicas). • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
3.2.3	Fortalecer la ciencia ciudadana en las comunidades locales donde se distribuye la especie, así como en la difusión de protocolos de monitoreo, prevención de incendios, cambio de uso de suelo, introducción de EEI, entre otros.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de eventos realizados en un 10%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. • Información de plataformas virtuales (CONABIO: Naturalista, aVerAves).
3.2.4	Consolidar la participación social en áreas prioritarias de conservación del Zacatuche que cuenten con apoyos de PROCODES, PROREST, entre otros programas.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el número de eventos de difusión realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

4. ECONOMÍA DE LA CONSERVACIÓN

Objetivo. Contribuir al desarrollo económico de las comunidades locales y dueños de la tierra bajo un enfoque de sostenibilidad, que apoye los esfuerzos de conservación del Zacatuche y su hábitat.

4.1. COMPONENTE ALTERNATIVAS ECONÓMICAS

Objetivo. Promover y fortalecer actividades productivas alternativas que disminuyan el impacto sobre las poblaciones y hábitats del Zacatuche.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
4.1.1	Promover la reconversión y diversificación productiva tomando en cuenta la experiencia y conocimiento local, en áreas con alto impacto para favorecer la recuperación funcional ecosistémica del paisaje (e.g. fomento de prácticas	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de proyectos implementados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. • Página web SADER y Gobiernos Estatales. • Listado de

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	agroecológicas, establecimiento de sistemas agroforestales, etc.).			beneficiarios SADER.
4.1.2	Promover la diversificación de acciones encaminadas a la conservación de la especie y de su hábitat, incluyendo el monitoreo biológico comunitario y la vigilancia-protección de las áreas vulnerables a amenazas, reconocimiento de la restauración del pastizal subalpino como acción esencial y válida en los programas de gobierno.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de proyectos implementados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.
4.1.3	Promover el ecoturismo en zonas con distribución de la especie, previo a realizar estudios de factibilidad.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de certificación de guías de ecoturismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. • Listado de solicitudes autorizadas (PROCOCODES-CONANP).

4.2. COMPONENTE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

Objetivo. Promover y fortalecer procesos y actividades de aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable en pro de la conservación del Zacatuche y su hábitat (uso de ecotecnias y aprovechamiento no extractivo de recursos).

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
4.2.1	Promover el uso de ecotécnicas (e.g. huertos biointensivos u hortaliza orgánica, biofertilizantes, captación de agua de	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de proyecto nuevos de ecotecnias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
	lluvia, entre otras) en zonas con distribución de la especie.			<ul style="list-style-type: none"> Listado de beneficiarios SEDEREC, CORENADR (CDMX), CONANP.
4.2.2	Capacitar a las comunidades en métodos/técnicas de uso sustentable de los recursos de su región y en su importancia, p.ej., colecta de hongos, ganadería sustentable, etc.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el número de eventos de capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas. (e.g. CORENADR).
4.2.3	Promover la implementación de la estrategia de ganadería sustentable de montaña (CONANP-GIZ).	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el número de hectáreas bajo manejo ganadero con fines de conservación. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

4.3. COMPONENTE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA CONSERVACIÓN

Objetivo. Fomentar la coordinación intersectorial y multidisciplinaria para crear e implementar instrumentos de carácter fiscal, financiero o de mercado que incentiven las acciones de conservación del Zacatuche y su hábitat.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
4.3.1	Promover estudios de mercado y cadenas de valor de los servicios ecosistémicos para plantear alternativas económicas locales.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en el número de estudios de beneficios realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Publicaciones (tesis, artículos, etc.). Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.
4.3.2	Promover/establecer mecanismos de monitoreo del nivel de uso de los recursos nativos (e.g. hongos, leña, madera, pasto, etc.).	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el número de eventos de sensibilización. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
4.3.3	Promover diferentes medios de vida sostenibles que permitan ser redituables.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Número de estrategias de medios de vida sostenibles promovidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.
4.3.4	Priorizar a las especies endémicas (Zacatucho y Gorrión Serrano) de la Faja Volcánica Transmexicana en la identificación de conceptos de apoyo a incluir en programas de subsidio federales.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el número de proyectos de autorizados dentro de los programas de 59eneficia federales. 	<ul style="list-style-type: none"> Listado de beneficiarios CONANP, CONAFOR. Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

5. CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo. Fortalecer procesos intersectoriales y multidisciplinarios para incrementar la resiliencia de las poblaciones de especies prioritarias y sus hábitats.

5.1. COMPONENTE MONITOREO ENFOCADO AL CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo. Lograr un manejo adaptativo de las acciones de conservación, derivado del monitoreo de los efectos del cambio climático sobre el Zacatucho y su hábitat.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
5.1.1	Promover el monitoreo del pastizal y del ecotono para la predicción de modelos climáticos (migración del ecosistema).	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> Número de estudios realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Publicaciones (Tesis, artículos científicos). Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.
5.1.2	Coordinar la integración de modelos predictivos bajo diferentes escenarios ante el cambio climático que afecten al Zacatucho y su hábitat.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> Modelos predictivos realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Publicaciones (Tesis, artículos científicos). Plataformas CONABIO (Geoportal: riesgos). Sistema de

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
				<p>predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (SNIGF).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plataformas CONABIO (Geoportal: riesgos), Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

5.2. COMPONENTE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo. Coordinar acciones intersectoriales y multidisciplinarias en las áreas de distribución del Zacatuche que contribuyan a la adaptación de sus poblaciones ante los efectos del cambio climático.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
5.2.1	Fortalecer la gestión y restauración de áreas con distribución de la especie para facilitar la capacidad de recuperación del paisaje.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de proyectos de restauración implementados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de beneficiarios CONANP, CONAFOR. • Informes CONANP, CONAFOR.
5.2.2	Promover la elaboración de un Programa de Adaptación al Cambio Climático a lo largo de la distribución de la especie.	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> • Número de reuniones celebradas para la coordinación de elaboración del programa. • Número de acciones implementadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
			bajo adaptación al cambio climático.	
5.2.3	Identificar las acciones del PACC- Complejo Mariposa Monarca que incidan en la conservación del Zacatuche y orientarlas a las demás zonas de distribución de la especie.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Número de acciones precisadas e implementadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

EJES DE COORDINACIÓN Y DE SOPORTE

Los Ejes de Coordinación y de Soporte de la E2040 son transversales al programa; aunque no necesariamente derivan en acciones plasmadas en los PACE, constituyen la base sobre la cual se sostiene el PROCER para el cumplimiento de sus objetivos y su contribución a la visión de la CONANP.

En el contexto del PROCER, estos ejes promoverán la internalización de los objetivos y acciones del Programa en los instrumentos de planeación de las Direcciones Regionales y ANP, mejorando la coordinación y comunicación de éstas con el Área de Especies Prioritarias para la Conservación, con el fin de lograr los objetivos y metas planteadas.

A. EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA

Evaluar las acciones bajo un esquema de manejo adaptativo y los avances del presente Programa, así como promover la generación de mecanismos financieros que aseguren el seguimiento y cumplimiento de las actividades planteadas.

A.1. COMPONENTE EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA

Objetivo. Establecer los mecanismos, plazos y gestiones para la evaluación del PACE, así como para la planeación anual del mismo.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
A.1.1	Buscar, sistematizar, analizar y contrastar la información generada en cada uno de los componentes del PACE.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> Incremento del 50% en la búsqueda y análisis de la información para cada componente. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. Publicaciones (Tesis, artículos científicos). Listado de beneficiarios de subsidios. Páginas web y redes sociales de Dependencias Federales y Estatales, ONG, Universidades, etc. Plataformas virtuales (CONABIO, CONAFOR, INECC, etc.).

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
A.1.2	Efectuar reuniones para evaluar la implementación de acciones y metas del PACE en función de sus indicadores y plazos de cumplimiento, y de ser necesario realizar los ajustes pertinentes.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de estudios y proyectos financiados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/organizaciones involucradas. • Publicaciones (Tesis, artículos científicos). • Plataformas virtuales (CONABIO, CONAFOR, INECC, etc.). • Listado de beneficiarios de subsidios. • Páginas web y redes sociales de Dependencias Federales y Estatales, ONG, Universidades, etc.
A.1.3	Promover la realización de al menos una reunión intersectorial y multidisciplinaria anual, – incluyendo a las comunidades locales– para conocer avances y proyectos realizados con la especie y su habitat.	Permanente		
A.1.4	Actualización del PACE: Zacatuche de acuerdo con el análisis de evaluación de acciones y metas del programa.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión de actualización del PACE. 	<ul style="list-style-type: none"> • PACE actualizado cada CINCO años, de acuerdo con los resultados y avances obtenidos.

A.2. COMPONENTE FINANCIAMIENTO

Objetivo. Coordinar acciones intersectoriales y multidisciplinarias para garantizar la existencia y disponibilidad de recursos financieros para el cumplimiento de las acciones establecidas en el PACE.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual (A partir del 2020 y datos comparados con años anteriores)	Medios de verificación
A.2.1	Crear esquemas de financiamiento con la participación con todos los involucrados en la elaboración de la actualización del PACE.	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de estudios y proyectos financiados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. • Publicaciones (Tesis, artículos científicos). • Plataformas virtuales (CONABIO, CONAFOR, INECC, etc.). • Listado de beneficiarios de subsidios.
A.2.2	Incluir la conservación del Zacatuche en esquemas de incentivos fiscales (ERS, sellos verdes, sellos de carne orgánica [buenas prácticas ganaderas en zonas con distribución de la especie], entre otros).	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el porcentaje de nuevos esquemas de incentivos fiscales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas. • Padrón de productores certificados (Operación Orgánica), SENASICA.
A.2.3	Identificar, promover y apoyar la gestión de recursos adicionales (no gubernamentales) ya sea nacionales o internacionales para la conservación de las especies prioritarias en la región (Zacatuche, Gorrión Serrano, cascabeles, ambystomas, etc.), incluyendo la participación de las comunidades locales.	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el número de proyectos de conservación de la especie y/o su hábitat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes técnicos de instituciones/or ganizaciones involucradas.

GLOSARIO

Áreas Naturales Protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la LGEEPA (DOF, 2018a).

Cecofagia (cecotrofia o pseudorumia): Es la ingestión de un tipo especial de producto denominadas cecotrofos, generalmente de producción nocturna o de reposo, y que son tomadas por el conejo directamente del ano. Este es un fenómeno natural en los lagomorfos y de importancia vital (Caro, 1987).

Educación Ambiental: Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida (DOF, 2018a).

Especie endémica: Especies que presentan una distribución restringida a un territorio determinado (CONABIO, 2020).

Especie y poblaciones prioritarias para la conservación: Aquellas determinadas por la SEMARNAT de acuerdo con los criterios establecidos en la LGVS, para canalizar y optimizar esfuerzos de conservación y recuperación (DOF, 2018b).

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (DOF, 2018a).

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (DOF, 2018a).

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (DOF, 2018a).

Servicios ambientales: Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervisión del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporciones beneficios al ser humano (DOF, 2018a).

LITERATURA CITADA

- Aguirre-López, L. J. 2020. *Prioridades de conservación para Romerolagus diazi con base en modelos de distribución de especies incluyendo interacciones bióticas*. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aguirre-López, L. J. y T. Escalante. Sometido. *Use of distribution models in the conservation of a Mexican endemic lagomorph*.
- Álvarez, J. L., I. Marguenda, P. García-Rebollar, R. Carabaño, C. De Blas, A. Corujo y A. I. García-Ruiz. 2007. *Effects of type and level of fiber on digestive physiology and performance in reproducing and growing rabbits*. World Rabbit Science. 15:9-17.
- Allerndorf, F. W. y G. Luikart. 2007. *Conservation and the Genetics of populations*. Blackwell Publishing Oxford, Reino Unido.
- Ambriz-García, D. A. 2004. *Estudio comparativo de los testículos, epidídimos, glándulas sexuales accesorias y espermatozoides en tres especies de lagomorfos: Romerolagus diazi, Lepus californicus y Oryctolagus cuniculus*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 85 pp.
- Ambriz-García, D., J. L. Contreras-Montiel, O. Hernández-Pérez, E. Mercado-Pichardo, F. A. Cervantes-Reza y A. Rosado-García. 2003. *Estudio comparativo de los testículos, epidídimos, glándulas sexuales accesorias y espermatozoides en tres especies de lagomorfos (Romerolagus diazi, Lepus californicus y Oryctolagus cuniculus)*. Acta Zoológica Mexicana. 88:257-269.
- Anderson, B. J., H. R. Akçakaya, M. B. Araújo, D. A. Fordham, E. Martínez-Meyer, W. Thuiller y B. W. Brook. 2009. *Dynamics of range margins for metapopulations under climate change*. Proceedings of The Royal Society. 276:1415-1420.
- Arana C. y A. Ayala. 2002. *El Teporingo*. Fecha de consulta: 09 de julio de 2009. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1/roedores/teporingo/BvS1AcJPe00001.htm>
- Aranda-López, A. M. 2017. *Diseño industrial aplicado a la difusión de la Biodiversidad Mexicana*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 108 pp.

- Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C. (AMCELA). 2019. *¿Qué es la AMCELA?*. Fecha de consulta: 31 de julio de 2019. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx/amcela/Objetivos.html>
- Bivin, W. S. y W. W. King. 1997. *Crianza de conejos saludables*. Christian Veterinary Missions, EUA. 108 pp. Fecha de consulta: 25 de abril de 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3vUWZWt>
- Brito-González, D. 2017. *Estimación de la densidad poblacional del conejo Zacatuche (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.
- Brooks, D. L. 2004. Nutrition and gastrointestinal physiology (Rabbits), 155-160 pp. *En: Quesenberry, K. E., J. W. Carpenter (Eds.). Ferrets, rabbits and rodents, clinical medicine and surgery*, 2a. Edición, St. Louis, MI, Saunders-Elsevier.
- Campos-Chávez, A. P. 2005. *Comparación genética entre poblaciones aisladas del conejo Zacatuche Romerolagus diazi (Mammalia: Lagomorpha)*. Tesis de Maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Campos-Morales, R. 2009. *Efecto de la suplementación de Saccharomyces cerevisiae sobre el desarrollo, la digestibilidad y la salud del conejo zacatuche (Romerolagus diazi) en cautiverio*. Tesis de maestría, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. 70 pp.
- Campos-Morales, R. y A. C. Olivera. 2004. *El Teporingo (Romerolagus diazi), pequeño gigante del Valle de México*. Imagen Veterinaria/Secretaría de Comunicación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Campos-Morales, R., G. D. Mendoza-Martínez y N. D. N. Grajales. 2011. Tasa de defecación del conejo Zacatuche (*Romerolagus diazi*) en cautiverio y cómo se ve afectada por el tipo de dieta (reporte preliminar) (Cartel), 222-225 pp. *En: XXVII Simposio sobre fauna Silvestre "Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra" (Memorias)*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.
- Campos-Morales, R., G. D. Mendoza-Martínez, J. Ojeda-Chávez, F. X. Plata y J. A. Martínez-García. 2018. Consumo, composición y digestibilidad de la dieta del conejo Zacatuche en cautiverio. 271-272 pp. *En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Mastozoología, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.*, Centro Cultural Universitario de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

- Campos-Morales, R., M. G. Mendoza, C. J. Ojeda, M. J. A. García y P. F. X. Plata. 2008. *Somatometry of adult zacatuche rabbit (Romerolagus diazi) in captivity at, Chapultepec Zoo, Mexico City*. 3er World Lagomorph Conference, Morelia, México.
- Campos-Morales, R., M. X. Ramos, F. Gual y S. A. Medina. 2001. Determinación de parámetros morfológicos externos en el teporingo (*Romerolagus diazi*) en el Zoológico de Chapultepec, 149-159 pp. *En: XVIII Simposio sobre Fauna Silvestre "Gral. M.V. Manuel Cabrera Valtierra, FMVZ-UNAM-UAEM, Estado de México, México*.
- Caro, T. W. 1987. *Producción cunícola angora*. Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile. 166 pp.
- Ceballos, G., B. Vieyra y J. Ramírez-Pulido. 1998. *A recent record of the volcano rabbit (Romerolagus diazi) from the Nevado de Toluca, State of Mexico*. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 2:149-150.
- Cervantes-Reza, F. A. 1980. *Principales características biológicas del conejo de los volcanes Romerolagus diazi, Ferrari Pérez 1893 (Mammalia: Lagomorpha)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 137 pp.
- Cervantes-Reza, F. A. 1982. *Observaciones sobre la reproducción del Zacatuche o Teporingo Romerolagus diazi (Mammalia: Lagomorpha)*. *Doñana Acta Vertebrata*. 9:416-420.
- Cervantes, F. A. y F. X. González. 1996. I. Los conejos y liebres silvestres de México. 17-25 pp. *En: Velázquez A., F. J. Romero y J. López Paniagua (Compiladores). Ecología y conservación del conejo teporingo y su hábitat*. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo y R. S. Hoffman. 1990. *Romerolagus diazi*. *The American Society of Mammalogists*. 360:1-7.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo y T. L. Yates. 2002. *Genetic variation in population of mexican lagomorphs*. *Journal of Mammalogy*. 83:1077-1086.
- Cervantes, F. y J. Martínez-Vázquez. 1996. II. Historia natural del conejo Zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*). 29-40 pp. *En: Velázquez A., F. J. Romero y J. López Paniagua (Compiladores). Ecología y conservación del conejo teporingo y su hábitat*. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2010. *Monitoreo de la población de teporingo (Romerolagus diazi) en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl Zoquiapan*. CONANP, México. 5 pp. Fecha de consulta: 13 de enero de 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3CvpCfb>

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2011. *Monitoreo del Zacatuche (Romerolagus diazi) en el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin*. CONANP, México. 10 pp. Fecha de consulta: 13 de enero de 2020. Disponible en: <https://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/zacatuche/zacatuche.pdf>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2019. *Parque Ejidal San Nicolás Totolapan*. Fecha de consulta: 31 de julio de 2019. Disponible en: http://www.cdi.gob.mx/turismo/index.php?option=com_content&view=article&id=75:parque-ejidal-san-nicolas-totolapan&catid=38:area-metropolitana-d-f-&Itemid=54
- Contreras-Montiel, J. L. 2004. *Morfología y morfometría ultraestructural del espermatozoide epididimario de Zacatuche (Romerolagus diazi)*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México. 55 pp.
- Cruz-Muñoz, V. 2006. *Micromamíferos del Pleistoceno tardío en Valsequillo, Puebla, México*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Nacional de México, México. 96 p.
- De la Garza-González, E. 2015. *Análisis morfométrico del crecimiento posnatal del cráneo de los conejos Zacatuche (Romerolagus diazi) y Castellano (Sylvilagus floridanus)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 68 pp.
- De Pooter, M. y W. Van Der Loo. 1981. Report of the breeding and behavior of the volcano rabbit at the Antwerp Zoo, 956-972 pp *En: Myers, K. y C. D. MacInnes (Eds.). Proceedings of the world lagomorph conference*. University of Guelph, Guelph, Ontario, EUA.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2018a. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Última Reforma DOF 05-06-2018. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2018b. *Ley General de Vida Silvestre*. Última Reforma DOF 19-01-2018. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf
- Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). 2010. *Plan de Manejo Tipo para el Conejo Teporingo (Romerolagus diazi)*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-SEMARNAT, México. 32 pp.

- Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre-Secretaría del Medio Ambiente (DGZCFS-SEDEMA). 2019 (Actualización). *Programa Interno de Conservación por Especie (PICE): Conejo Zacatuche (Romerolagus diazi)*. Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre/Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, México.
- Dirzo-Urbe, G. 2018. *Efecto de la temporalidad y resolución en el modelo de nicho ecológico y distribución potencial del conejo Zacatuche (Romerolagus diazi)*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Domínguez-Pérez A. 2007. *Efecto del Cambio Climático en la Distribución del Conejo Endémico de México Romerolagus diazi (Lagomorpha: Leporidae)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 65 pp.
- Durrell, G. y J. Mallinson. 1968. The volcano rabbit or Teporingo (*Romerolagus diazi*), 29-36 pp. *En: Fifth Annual Report. The Jersey Wildlife Preservation Trust*. Jersey, Reino Unido.
- Durrell, G. y J. Mallinson. 1970. *The volcano rabbit Romerolagus diazi in the wild and at the Jersey Zoo*. *International Zoo Yearbook*. 10:118-122.
- Egea de Prado, M. D. 1993. *Fisiología de la reproducción en el conejo doméstico*. *Boletín de Cunicultura, España*. 44-49 pp.
- Ellis, S. 1996. *Taller de Conservación para los lagomorfos de México: briefing book*. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group. Fecha de consulta: 22 de octubre de 2020. Disponible en: <http://dunza.com.mx/zacatuche/PDF/612Libros/6122Libros%20Compilados/61222Internacionales/61222-1.pdf>
- Farías-González, V., Y. García-Feria, O. Téllez-Valdés y V. Bernal-Legaria. 2016. *Distribución potencial de las especies de Leporidae en México y las implicaciones para su conservación*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. JM034, México.
- García-Feria, Y., R. Campos-Morales, J. A. Guerrero-Enríquez, A. Rizo-Aguilar, D. Brito-González y V. Farías-González. 2018. *Manual de monitoreo del conejo zacatuche: Procedimiento para estimar la densidad absoluta mediante conteo de excretas en transectos con parcelas*. SEDEMA-Ciudad de México (publicado en línea: Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México-GIZ), México. 24 pp.

- García-Feria, Y., R. Campos-Morales, L. Guevara-López y E. Martínez-Meyer. 2016. El Zacatuche (estudio de caso), 430-435 pp. En: CONABIO/SEDEMA. *La Biodiversidad de la Ciudad de México*. Volumen II, CONABIO, México.
- Gaumer, G. F. 1913. *Monografía sobre Lagomys diazi Ferrari Pérez*. Dirección General de Agricultura, Departamento de Exploración Biológica. Serie Zoológica. 4:1-51.
- Gobierno de la Ciudad de México (Gov. C.M.). 2009. *Teporingo, pequeño gran habitante de las montañas de nuestra ciudad*. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2009. Disponible en: <http://www.zoologicos.df.gob.mx/teporingo/>
- Gómezcaña-Alanis, I. M. 2013. *Propuesta para un plan de manejo y una estrategia para la conservación del Zacatuche (Romerolagus diazi) en el Parque Estatal "Cerro El Faro", Tlamanalco, Estado de México*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México. 125 pp.
- González-Santana, O. D. 2017. *El zacatón (Muhlenbergia macroura) como recurso forrajero en la dieta del Teporingo (Romerolagus diazi) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 35 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*. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 10:111-117.
- Granados, H. y J. Hoth. 1985. *Initial report on the establishment of a breeding colony of the volcano rabbit (Romerolagus diazi) at the Chapultepec Zoo, México City*. Laboratorio de Biología Animal Experimental, Departamento de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Guerrero-Enríquez, J. A. 2018a. *Determinación del estatus del Zacatuche en las Lagunas de Zempolá*. Informe Final. Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER-U25), CONANP, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 20 pp.
- Guerrero-Enríquez, J. A. 2018b. *Estrategia integral para la conservación del Zacatuche en el PN Iztaccíhuatl-Popocatepetl*. Informe Final. Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER-U25), CONANP, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 25 pp.
- Guerrero-Enríquez, J. A. 2018c. *Monitoreo para corroborar la presencia y distribución del Zacatuche en la parte norte y oriente del Nevado de Toluca*. Informe Final. Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (PROMANP-U35), CONANP, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.

- Guerrero, J. A., A. Rizo-Aguilar, D. Brito-González y L. G. Ávila-Torresagatón. 2020. Monitoreo biológico del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*), 363-368 pp. *En: Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. La Biodiversidad en Morelos: Estudio de estado 2. Tomo II, CONABIO, México.*
- Hernández-Aguilar, K. G. 2011. *Características y uso de letrinas del conejo Zacatuche (Romerolagus diazi) en el volcán Popocatepetl.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 59 pp.
- Hoth, J. y H. Granados. 1987. *A preliminary report n the breeding of the volcano rabbit Romerolagus diazi at the Chapultepec Zoo, Mexico City.* International Zoo Year Book. 26:261-265.
- Hoth, J., A. Velázquez, F. J. Romero, L. León, M. Aranda y D. J. Bell. 1987. *The volcano rabbit, a shrinking distribution and a threatened habitat.* Oryx 21:85-91 pp.
- Hunter, M. Y W. Cresswell. 2015. *Factors affecting the distribution and abundance of the Endangered volcano rabbit Romerolagus diazi on the Iztaccihuatl volcano, Mexico.* Oryx. 49:366-375.
- Jansa, S. 2002. *Romerolagus diazi.* Fecha de consulta: el 9 de julio de 2009. Disponible en: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Romerolagus_diazi
- Leopold, S. A. 1959. *Wildlife of Mexico: the game birds and mammals.* University of California Press. USA.
- Liévana-López, D. 2016. *Estudio retrospectivo de la población del Teporingo (Romerolagus diazi) en cautiverio en el Zoológico de Chapultepec.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 38 pp.
- López-Díaz, O., R. Campos-Morales y R. Rodríguez-Cabo-Mercado. 2018. Avances en los intervalos de referencias para el perfil bioquímico sérico del conejo Zacatuche en cautiverio, 272-273 pp. *En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Mastozoología, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C, Centro Cultural Universitario de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.*
- López-Paniagua, J., F. J. Romero y A. Velázquez. 1996. IX. Las actividades humanas y su impacto en el hábitat del conejo Zacatuche, 119-132 pp. *En: Velázquez A., F. J. Romero y J. López Paniagua (Compiladores). Ecología y conservación del conejo teporingo y su hábitat.* Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México.

- Luna-Gil, A. A. 2017. *Caracterización de sitios potenciales para reintroducción de Romerolagus diazi en el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, México. 46 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. 2011. *Densidad, uso y evaluación del hábitat y de la dieta del Romerolagus diazi en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y Anexas*. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, Unidad Montecillos, Estado de México, México.
- Martínez-García, J. A., G. D. Mendoza-Martínez, J. L. Alcantara-Carbajal, L. A. Tarango-Arámbula, T. Sánchez-Torres-Esqueda, R. Rodríguez-De Lara y P. A. Hernández-García. 2012. *Composición de la dieta y capacidad nutricional de carga del hábitat del conejo de los Volcanes (Romerolagus diazi) en México*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 18:423-434.
- Martínez-García, J. A., G. D. Mendoza, M. Sánchez-Trocino, P. A. Hernández, F. X. Plata, y M. M. Crosby. 2011. *Defecation rate in Romerolagus diazi fed with different levels of Muhlenbergia macroura*. Journal of Applied Animal Research. 39: 317-319.
- Martínez, M. G., L. S. García, R. Campos-Morales y Y. García F. 2015. Estimación poblacional del conejo Zacatuche en Milpa Alta-D.F. por medio de monitoreo comunitario participativo, 128 pp. *En*: López-González, C. A., N. E. Lara-Díaz, C. E. Gutiérrez-González, V. G. Agoitia-Fonseca, V. Anaya-Zamora, H. Coronel-Arellano y G. Camargo-Aguilera (Eds.). *Libro de resúmenes del I Simposio Nacional de Especies en Riesgo*, Intercambio de Conocimiento Generado a Partir de las Actividades del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER 2015). Universidad Autónoma de Querétaro, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Querétaro, México.
- Matsuzaky, T., M. Kamiya y H. Suzuki. 1982. *Gestation period of the laboratory reared volcano rabbit (Romerolagus diazi)*. Experimental Animals. 34:63-66.
- Monroy-Vilchis, O., A. A. Luna-Gil, A. R. Endara-Agramont, M. M. Zarco-González y G. A. González-Desales. 2020. *Nevado de Toluca: habitat for Romerolagus diazi?* Animal Biodiversity and Conservation. 43.1:115-121.
- Montes-Carreto L. M, J. A. Guerrero, A. Rizo-Aguilar, D. Moreno-Santillán y J. Ortega. 2016. *Development of microsatellite loci for the endangered Volcano rabbit (Romerolagus diazi) by using Illumina paired-end sequences*. Conservation Genetics Resources. 8:359-370.

- Montes-Carreto, L. M., J. A. Guerrero y J. Ortega. 2020. Effects of habitat fragmentation on the genetic variability of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*), 197-215 pp. En: Ortega, J., y J. E. Maldonado (Eds.). *Conservation Genomics in Mammals: integrative research using novel approaches*. Springer.
- Murga-Cortés, A., D. Brito-González, G. Dirzo-Uribe, B. González-Zariñana, A. Rizo-Aguilar, y J. A. Guerrero. 2020. *Use of mitochondrial DNA from feces to evaluate the range of secretive species: the case of volcano rabbit*. *Therya*. 1:50-53.
- Nowak, R. 1999. *Walker's Mammals of the World*. Sexta Edición. John Hopkins University Press, Baltimore, Estados Unidos de América.
- Núñez-García, C. 2010. *Evaluación nutricional, consumo y digestibilidad aparente de la dieta proporcionada al conejo de los volcanes (Romerolagus diazi) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. 45 pp.
- Núñez-García, C. A. 2010. *Evaluación nutricional, consumo y digestibilidad aparente de la dieta proporcionada al conejo de los volcanes (Romerolagus diazi) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 45 pp.
- Ohngemach, D. y H. Straka, H. 1983. *Beitrijge Zur Vegetations- und Klimageschichte im Gebiet von Puebla-Tlaxcala Pollenanalyscn irr hlexiko-Projekt*. F. Steiner, Wiesbaden.
- Olascoaga-Elizarraraz, A., A. Córdova-Izquierdo, A. Rivera-Rebolledo, S. Soto-Mendoza y J. Olivares-Pérez. 2015. *Rabbit Zacatuque (Romerolagus diazi) an endemic species of the Valley of Mexico*. *International Journal of Information Research and Review*. 2:504-507.
- Olvera-Ramírez, F. J. 1994. *Catálogo de comportamiento, presupuestos de tiempo y organización social de Romerolagus diazi en semicautiverio*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 30 pp.
- 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.

- Osuna, F., D. González, A. E. De los Monteros y J. A. Guerrero. 2020. *Phylogeography of the Volcano Rabbit (Romerolagus diazi): The evolutionary history of a mountain specialist molded by the climatic-volcanism interaction in the central Mexican highlands*. Journal of Mammalian Evolution. 27:745-757.
- Pérez-Gil, S. R., V. H. Flores, M. A. Linaje-Espinosa, A. Guevara, P. Illoldi-Rangel e I. Arroyo-Quiroz. 2013. Análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad frente al cambio climático en el Estado de Morelos, 101-153 pp. En: Ortiz-Hernández, L. y E. Sánchez-Salinas (Comps.). *Cambio Climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos*. UAEM, México.
- Ramírez-Albores, J. E., L. León-Paniagua y A. G. Navarro-Siguenza. 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.
- Ramírez-Silva, J. P. 2009. *Diversidad genética entre las poblaciones de conejo Zacatucho (Romerolagus diazi)*. Tesis Doctoral, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 68 p.
- Ramos-Garduño, L. A. 2011. *Caracterización del ciclo reproductivo de la hembra de Zacatucho (Romerolagus diazi) a través de la utilización de métodos no invasivos: niveles de progesterona y estrógenos fecales y citología vaginal*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 74 pp.
- Rivas, G.A., R. I. Rangel y R. Campos-Morales. 2011. Parámetros hemáticos del conejo zacatucho en cautiverio en el Zoológico de Chapultepec, Ciudad de México. En: *XXVIII Simposio de Fauna Silvestre "Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra"*, FMVZ-UNAM, México.
- Rizo-Aguilar, A. 2013. *Uso de hábitat, distribución y abundancia del conejo Zacatucho (Romerolagus diazi) en la Sierra del Chichinautzin*. Tesis Doctoral Instituto de Ecología, México. 63 pp.
- Rizo-Aguilar, A., C. Delfín-Alfonso, A. González-Romero y J. A. Guerrero. 2016. *Distribution and density of the zacatucho rabbit (Romerolagus diazi) at te Protected Natural Area "Corredor Biológico Chichinautzin"*. *Therya*. 7:1-11.
- Rizo-Aguilar, A., J. A. Guerrero, M. G. Hidalgo-Mihart 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.

- Rizo-Aguilar, A., J. A. Guerrero, A. M. P. Montoya-Lara 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.
- Rojas, P. M. 1951. *Estudio biológico del conejo de los volcanes (género Romerolagus) (Mammalia: Lagomorpha)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71 pp.
- Romero, J. F. y A. Velázquez. 1994. *El Conejo Zacatuche. Tan lejos de Dios y tan cerca de la Ciudad de México*. Instituto Nacional de Ecología-Consejo Nacional de la Fauna, México. 34 pp.
- Romero, J. F., A. Velázquez y M. E. Barbosa. 1999. Un símbolo de la Conservación en la Cuenca de México: el Conejo Zacatuche. *En: Especies*. Naturalia. Vol. 8 No. 2. 2 pp.
- Salomón-Soto, V. M., J. L. Contreras-Montiel, P. D. Matzumura y C. G. Vásquez-Peláez. 2005. *Estimación de la variación genética en el teporingo (Romerolagus diazi) en cautiverio*. *Veterinaria México*. 36:119-133.
- Sánchez-Trocino, M. 2009. *Efecto del nivel de Muhlenbergia macroura sobre el peso, consumo y digestibilidad en el conejo de los volcanes (Romerolagus diazi)*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. 45 pp.
- Sánchez-Trocino, M., G. D. Mendoza, F. Gual-Sill, F. X. Plata, J. A. Martínez, H. Lee, y M. M. Crosby. 2013. *The effect of Muhlenbergia macroura dietary level on intake, digestibility and weight changes in volcano rabbit (Romerolagus diazi)*. *Journal of Applied Animal Research*. 41:234-239.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. *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*. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2010. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2019. *MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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*, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación 14 de noviembre de 2019. México.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018a. *Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Gorrión Serrano (Xenospiza baileyi)*, SEMARNAT/CONANP, México. En proceso de edición.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018b. *Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Zacatucho (Romerolagus diazi)*, SEMARNAT/CONANP, México. 53 pp.
- 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.
- Solorio, M., J. A. Guerrero, C. A. Lara-Rodríguez, M. Osorio, C. Valdespino, A. Rizo-Aguilar y J. C. Vidal López. 2018. Respuestas conductual y fisiológica del conejo Zacatucho (*Romerolagus diazi*) asociadas al riesgo de depredación, 54-55 pp. *En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Mastozoología*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C, Centro Cultural Universitario de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Toledo, V. M., N. Barrera-Bassols y E. Boege. 2019. *¿Qué es la diversidad biocultural?*. Universidad Nacional Autónoma de México, en coedición con la Red para el Patrimonio Biocultural (Conacyt), México. 62 pp.
- Traconis-López, A. K. 2019. *Paleobiología de la conservación del Zacatucho (Romerolagus diazi) y su uso en la reconstrucción paleoclimática del pleistoceno en Valsequillo, Puebla*. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 44 pp.
- Trillanes-Flores, C. E. 2008. *Elementos minerales esenciales en tejidos y alimento del Teporingo (Romerolagus diazi) en el Zoológico de Chapultepec*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 70 pp.
- Ulloa-Arvizu, R., P. C. G. Vásquez, M. Chávez F., R. Campos-Morales y Z. Sandoval. 2017. *Estudio de la estructura genética del conejo Zacatucho (Romerolagus diazi)*. Informe final del proyecto UNAM-PAPIIT-IN219314, FMVZ-UNAM/DGZVS-SEDEMA, Ciudad de México, México.

- Uriostegui-Velarde J. M. 2014. *Conectividad de las poblaciones del Zacatuche (Romerolagus diazi) en la Sierra del Chichinautzin*. Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Uriostegui-Velarde, J. M., A. González-Romero, E. Pineda, R. Reyna-Hurtado, A. Rizo-Aguilar y J. A. Guerrero. 2018. *Configuration of the volcano rabbit (Romerolagus diazi) landscape in the Ajusco-Chichinautzin Mountain Range*. Journal of Mammalogy. 99:263-272.
- Uriostegui-Velarde, J. M., Z. S. Vera-García, L. G. Ávila-Torresagatón, A. Rizo-Aguilar, M. G. Hidalgo-Milhart y J. A. Guerrero. 2015. *Importancia del conejo Zacatuche (Romerolagus diazi) en la dieta del coyote (Canis latrans) y del lince (Lynx rufus)*. Therya. 6:609-624.
- Velázquez A. 1996. Síntesis de estudios sobre el Zacatuche y su hábitat, 133-144 pp. *En: Velázquez, A., F. Romero y P. J. López (Eds.). Ecología y conservación del conejo Zacatuche y su hábitat*. UNAM, Fondo de Cultura Económica, México.
- 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. 1-152 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, UAM, México.
- Velázquez, A. y G. W. Heil. 1996. *Habitat suitability study for the conservation of the volcano rabbit (Romerolagus diazi)*. Journal of Applied Ecology 33:543-554.
- Velázquez, A. y J. A. Guerrero. 2019. *Romerolagus diazi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T19742A45180356.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-.RLTS.T19742A45180356>
- Velázquez, A., F. J. Romero y J. López-Paniagua (Comp.). 1996. *Ecología y conservación del conejo Zacatuche y su hábitat*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de cultura Económica, México. 204 pp.
- Velázquez, A., F. Romero y L. León. 1991. Fragmentación del hábitat del conejo Zacatuche. 73- 86 pp. *En: Velázquez A., F. Romero y J. López-Paniagua (Eds.). Ecología y conservación del conejo Zacatuche y su hábitat*. UNAM, Fondo de Cultura Económica. México.

- Zedillo-Avelleyra, P. 2013. *Conducta agonística del conejo Zacatucho Romerolagus diazi (Ferrari-Pérez, 1893) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 38 pp.
- Zulbarán, R. J. y H. M. Juárez. 1983. *Estudio sobre el crecimiento y la reproducción del conejo de los volcanes (Romerolagus diazi) silvestre en el Laboratorio*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 88 pp.

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

Instituciones de Gobierno Federal:

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Dirección General de Vida Silvestre (DGVS).

Instituciones de Gobierno Estatal:

- Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF)
- Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre (DGZCFS)- Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA)
- Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE)

Academia y Centros de Educación:

- Centro Universitario UAEM Amecameca
- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y Facultad de Ciencias Biológicas
- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Iztapalapa
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Ciencias y Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Comunidades:

- Brigada de Monitoreo Biológico San Pablo Oztotepec, Milpa Alta
- Ejido de Tlalmanalco, Bienes Comunales de Amecameca y Atlautla

Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC):

- PRONATURA Veracruz

MARCO LEGAL

Documento	Resumen	Fecha de publicación
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Es la ley máxima que rige la vida económica, social y política de México. Artículo 4º, Párrafo 5to. Artículo 27. Párrafo 3ro.	5 de febrero de 1917 Última Reforma DOF 09-08-2019
Plan Nacional de Desarrollo	El PND es el instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección nacional. Para el periodo de 2019 – 2024 expone, la problemática nacional que refleja los contrastes del país: por un lado, un México próspero, moderno, conectado con el avance económico y tecnológico mundial concentrado en pocas empresas y algunas regiones del país y, por otro, un México con una población en condiciones de pobreza y marginación, con incumplimiento de sus derechos y falta de oportunidades. Por otra parte, destaca que la estabilidad macroeconómica que ha mantenido el país por más de 20 años, no ha sido una condición suficiente para lograr un mayor crecimiento económico. Asimismo, enmarca algunos problemas estructurales (infraestructura deficiente, bajos niveles de inversión, una agricultura de subsistencia, un sector informal muy grande, etc.) que han impedido aprovechar las ventajas que posee el país. Para resolver lo anterior, plantea transitar hacia una visión en la que los individuos, como sujetos de derecho, sean el centro de la	12 de julio de 2019 DOF (Decreto)

Documento	Resumen	Fecha de publicación
	política, y en la que se respete y promueva el arraigo a su territorio, a partir de un modelo de desarrollo económico y social equitativo, sostenido y balanceado.	
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales	El PROMARNAT se elaboró conforme a los ejes generales previstos en el PND, previo dictamen de la SHCP y sometido a consideración del Ejecutivo Federal. Cuenta con cinco objetivos, 18 estrategias prioritarias y 84 acciones puntuales, de las cuales 55, actúan sobre la biodiversidad – orientadas a resolver presiones–.	7 de julio de 2020 DOF (Decreto)
Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas	El PNANP constituye el documento rector que define el quehacer en materia de Áreas Naturales Protegidas de México, a ser atendido no solo por parte de la CONANP, sino también con el acompañamiento de diversas dependencias, instituciones y organizaciones que coadyuvan a la conservación a través de las áreas protegidas.	Septiembre 2020
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Asimismo, establece un marco general sobre información y participación en asuntos ambientales, la responsabilidad por daño ambiental y otras	28 de enero de 1988 Última Reforma DOF 09-01-2015

Documento	Resumen	Fecha de publicación
	formas para recurrir. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases señaladas en la citada Ley.	
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas	Es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.	30 de noviembre de 2000 Última Reforma DOF 21-05-2014
Ley General de Vida Silvestre	La LGVS es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del Art. 27 y de la fracción XXIX, inciso G del Art. 73 constitucionales. El objetivo de la Ley, es el de establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.	3 de julio de 2020 Última Reforma DOF 26-01-2015

Documento	Resumen	Fecha de publicación
Reglamento de Ley General de Vida Silvestre	El Reglamento tiene por objeto reglamentar la LGVS.	30 de noviembre de 2006 Última Reforma DOF 09-05-2014
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	La LGDFS es Reglamentaria del Art. 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Art. 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el Art. 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	5 de junio de 2018 Última Reforma DOF 05-06-2018
Ley Federal de Sanidad Animal	La LFSA es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto fijar las bases para: el diagnóstico, prevención, control y erradicación	25 de julio de 2007 Última Reforma DOF 16-02-2018

Documento	Resumen	Fecha de publicación
	<p>de las enfermedades y plagas que afectan a los animales; procurar el bienestar animal; regular las buenas prácticas pecuarias aplicables en la producción primaria, en los establecimientos dedicados al procesamiento de bienes de origen animal para consumo humano, tales como rastros y unidades de sacrificio y en los establecimientos Tipo Inspección Federal; fomentar la certificación en establecimientos dedicados al sacrificio de animales y procesamiento de bienes de origen animal para consumo humano, coordinadamente con la Secretaría de Salud de acuerdo al ámbito de competencia de cada secretaría; regular los establecimientos, productos y el desarrollo de actividades de sanidad animal y prestación de servicios veterinarios; regular los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Sus disposiciones son de orden público e interés social.</p>	
Ley de Desarrollo Rural Sustentable	<p>La LDRS es reglamentaria de la Fracción XX del Art. 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y es de observancia general en toda la República. Sus disposiciones son de orden público y están dirigidas a: promover el desarrollo rural sustentable del país, propiciar un medio ambiente adecuado, en los términos del párrafo 4o. del Art. 4o.; y garantizar la rectoría del</p>	7 de diciembre de 2001 Última Reforma DOF 12-04-2019

Documento	Resumen	Fecha de publicación
	<p>Estado y su papel en la promoción de la equidad, en los términos del Art. 25 de la Constitución.</p> <p>Se considera de interés público el desarrollo rural sustentable que incluye la planeación y organización de la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, y de los demás bienes y servicios, y todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural, según lo previsto en el Art. 26 de la Constitución, para lo que el Estado tendrá la participación que determina el presente ordenamiento, llevando a cabo su regulación y fomento en el marco de las libertades ciudadanas y obligaciones gubernamentales que establece la Constitución.</p>	
Ley de Aguas Nacionales	<p>La LGAN es reglamentaria del Art. 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.</p>	<p>1º de diciembre de 1992 Última Reforma DOF 06-01-2020</p>
NOM-059-SEMARNAT-2010 , Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su	<p>La NOM-059 tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como</p>	<p>30 de diciembre de 2010</p>

Documento	Resumen	Fecha de publicación
inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.	
Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES)	Es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos, el cual tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.	1º de julio de 1975
Programa de Manejo de las ANP	Instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las Áreas Naturales Protegidas. En el Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP (2000) en su Art. 3º, Fracción XI se define el programa de manejo como el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del área natural protegida respectiva.	Depende de la fecha de publicación de cada programa de manejo
Programa de Conservación de Especies en Riesgo	Instrumento de política pública para la conservación de especies prioritarias, la cual articula y coordina los esfuerzos de diversos sectores de la sociedad para la conservación y recuperación de las especies prioritarias que se distribuyen dentro y fuera de ANP en el país. El PROCER opera a	En proceso de publicación

Documento	Resumen	Fecha de publicación
	<p>través de los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE). Los PACE son instrumentos de gestión que definen las estrategias y actividades específicas para conservar, proteger y recuperar a una especie o grupo de especies en particular y sus hábitats.</p>	

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

EJÉRCITO NACIONAL NÚM. 223

COL. ANÁHUAC I SECCIÓN

ALCALDÍA MIGUEL HIDALGO

C.P. 11320

CDMX

TEL. (55)54 497000

www.gob.mx/conanp



Fotografía de: Cuerrero-Enriquez



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS