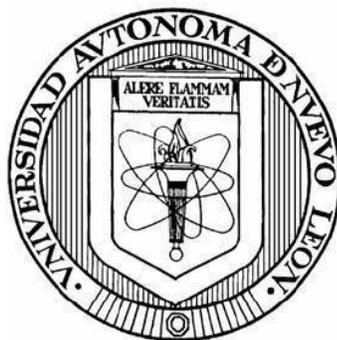


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS



ANÁLISIS DE RIESGO E IMPACTO DE LOS  
MAMÍFEROS EXÓTICOS EN EL PARQUE  
NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, EN  
EL MUNICIPIO DE SANTIAGO, NUEVO LEÓN,  
MÉXICO

POR

KATYA LIZETH ORTIZ MORALES

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS CON  
ACENTUACIÓN EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE  
Y DESARROLLO SUSTENTABLE

2022

ANÁLISIS DE RIESGO E IMPACTO  
DE LOS MAMÍFEROS EXÓTICOS EN  
EL PARQUE NACIONAL CUMBRES  
DE MONTERREY EN EL MUNICIPIO  
DE SANTIAGO, NUEVO LEÓN,  
MÉXICO

Comité de Tesis



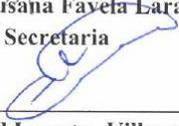
---

Dr. Juan Antonio García Salas  
Presidente



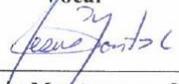
---

Dra. Susana Fayeta Lara  
Secretaria



---

Dr. David Lazcano Villarreal  
Vocal



---

Dr. Jesús Montemayor Leal  
Vocal



---

Dr. Juan Pablo Ceyca Contreras  
Vocal



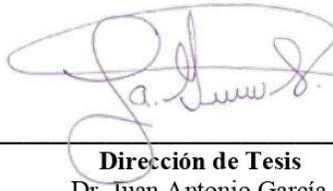
---

Dra. Katiushka Arévalo Niño  
Subdirector de Posgrado



DIRECCIÓN  
DE POSGRADO

**ANÁLISIS DE RIESGO E IMPACTO DE LOS  
MAMÍFEROS EXÓTICOS EN EL PARQUE NACIONAL  
CUMBRES DE MONTERREY EN EL MUNICIPIO DE  
SANTIAGO, NUEVO LEÓN, MÉXICO**



---

**Dirección de Tesis**  
Dr. Juan Antonio García  
Salas Director

DERECHOS RESERVADOS©  
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL

Todo el material contenido en esta Tesis está protegido, el uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material contenido que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde se obtuvo mencionando al autor o autores.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, así como a su Facultad de Ciencias Biológicas por el apoyo brindado para poder tener la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado a través de su sistema de becas.

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por su disposición a facilitar la realización del proyecto mediante las gestiones necesarias.

A la Dra. María Piedad Baptiste Espinosa, por su amabilidad en proporcionar las herramientas y la asesoría para la utilización de su metodología en el presente trabajo.

A los habitantes de las comunidades dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, que brindaron siempre el apoyo y la hospitalidad para permitirme la realización de este proyecto.

## DEDICATORIAS

A mis mentores, el Dr. Juan Antonio García Salas y el Dr. David Lazcano Villarreal, por las incontables enseñanzas y oportunidades de crecimiento que me brindaron, así como su apoyo en todo momento durante este reto profesional.

A Escalada Sustentable A.C. por fungir como una plataforma que me ha permitido crecer enormemente; y a su directora Zuleyma Berenice Rincón Saucedá, por ser una amiga entrañable a quien admiro sobremanera y me ha inspirado para hoy poder concluir este proyecto.

A mi mejor amiga y confidente, Ivonne Beltrán Gámez, por sus consejos, amor y apoyo, que me impulsaron a no claudicar en este proceso, y por siempre ser una fuente de inspiración para mí.

A Rodrigo Azpeitia Pimentel, por su amistad y amor incondicional desde hace una década, por estar presente en los momentos buenos y sobre todo los malos; y velar por el bienestar de mi familia y ser parte de ésta.

Al Biólogo Guillermo Herrera Pérez, por ser un excelente mentor y amigo, quien me ha regalado grandes enseñanzas y me ha ayudado a abrir puertas que me han hecho crecer enormemente en mi desarrollo profesional. Gracias por creer en mi potencial.

A mis padres y mi hermano; por ser el núcleo de apoyo incondicional y el pilar que me ha sostenido en mis altas y bajas, por ese amor sin límites que me sigue acompañando a cada paso que doy.

A mi hija Naya Quetzalli Hernández Ortiz, por ser siempre el rayo de luz que me impulsó día con día a alcanzar este logro que solo se asimila en grandeza con el orgullo de ser su madre.

Y finalmente, a mí misma, por ser mi propio ejemplo de resiliencia y tenacidad.

## ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
1. Importancia e impacto de las especies exóticas.	5
2. Importancia de la conservación del PNCM.	8
3. Problemática de las especies exóticas dentro del PNCM.	10
4. Legislación respecto a las especies exóticas en México.	12
JUSTIFICACIÓN	15
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS	17
1. Objetivo general	17
2. Objetivos particulares	17
MATERIAL Y MÉTODOS	18
1. Área de estudio	18
1.1 Hidrología	19
1.2 Clima	20
1.3 Turismo	21
1.4 Vegetación	21
1.5 Fauna	23

2. Monitoreo directo	24
3. Cámaras trampa	25
4. Análisis de riesgo	30
5. Análisis estadístico	33
RESULTADOS	34
1. Registros	34
2. Análisis de riesgo	38
2.1 Ganado bovino ( <i>Bos taurus</i> Linnaeus 1758)	39
2.2 Perro doméstico ( <i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus 1758)	55
2.3 Cabra doméstica ( <i>Capra hircus</i> Linnaeus 1758)	71
2.4 Asno africano ( <i>Equus asinus</i> Linnaeus 1758)	86
2.5 Caballo ( <i>Equus caballus</i> Linnaeus 1758)	101
2.6 Gato doméstico ( <i>Felis catus</i> Linnaeus 1758)	117
2.7 Conejo europeo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> Linnaeus 1758)	135
2.8 Oveja ( <i>Ovis aries</i> Linnaeus 1758)	150
2.9 Cerdo ( <i>Sus scrofa</i> Linnaeus 1758)	164
2.10. Análisis general	179
DISCUSIÓN	181
CONCLUSIONES	188
PERSPECTIVAS	190
BIBLIOGRAFÍA	191
RESUMEN BIOGRÁFICO	225

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de riesgo asignados según la calificación en la metodología de análisis de riesgo de Baptiste et al (2010).	31
Tabla 2. Especies registradas por localidad en el PNCM en el municipio de Santiago, Nuevo León.	34
Tabla 3. Resultados de análisis de riesgo para ganado bovino ( <i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758).	54
Tabla 4. Análisis de riesgo para perro doméstico ( <i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758).	70
Tabla 5. Análisis de riesgo para cabra ( <i>Capra hircus</i> Linnaeus, 1758).	85
Tabla 6. Análisis de riesgo para asno ( <i>Equus asinus</i> Linnaeus, 1758).	100
Tabla 7. Análisis de riesgo para caballo ( <i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758).	116
Tabla 8. Análisis de riesgo para gato ( <i>Felis catus</i> Linnaeus, 1758).	134
Tabla 9. Análisis de riesgo para conejos europeo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> Linnaeus, 1758).	149
Tabla 10 . Análisis de riesgo para ganado ovino ( <i>Ovis aries</i> Linnaeus, 1758).	163
Tabla 11. Análisis de riesgo para cerdo ( <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758).	179
Tabla 12. Niveles de riesgo de las especies de mamíferos exóticos registradas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Base de datos en el programa Microsoft Excel para registrar los avistamientos de mamíferos exóticos en el PNCM mediante monitoreos o cámaras trampa.	25
Figura 2. Colocación de cámara trampa para el monitoreo de mamíferos exóticos	26
Figura 3. Mapa satelital de la comunidad de Potrero de Serna con la ubicación de las cámaras trampa colocadas en su periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).	27
Figura 4. Mapa satelital de la comunidad de La Ciénega de González con la ubicación de las cámaras trampa colocadas en su periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).	27
Figura 5. Mapa satelital de la comunidad de San Isidro/Cañón de San Isidro con la ubicación de las cámaras colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).	28
Figura 6. Mapa satelital de la comunidad de San Isidro/Cañón de San Isidro con la ubicación de las cámaras colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).	28
Figura 7. Mapa satelital de la comunidad de UMA Los Mauricios con ubicación de las cámaras trampa colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).	29
Figura 8. Cantidad total de ejemplares avistados por comunidad dentro del PNCM en el municipio de Santiago, Nuevo León.	35
Figura 9. Cantidad de ejemplares por especie registrados en el PNCM dentro del municipio de Santiago, Nuevo León.	35
Figura 10. Ejemplares de perros ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) registrados mediante cámara trampa en la comunidad de Potrero de Serna.	36
Figura 11. Proporción del estado de restricción que presentaron los ejemplares registrados respecto al total de avistamientos.	37

Figura 12. Proporción de los estados de restricción de movilidad o dispersión en las especies de mamíferos exóticos registrados dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro del municipio de Santiago, Nuevo León.	38
Figura 13. Ejemplares de ganado bovino ( <i>Bos taurus</i> ) en cautiverio sobre la carretera que comunica a las comunidades de La Ciénega de González y San Isidro.	39
Figura 14. Ejemplar de perro ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) en estado libre en comunidad de San Isidro.	55
Figura 15. Rebaño de cabras domésticas ( <i>Capra hircus</i> ) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.	71
Figura 16. Ejemplar de asno africano ( <i>Equus asinus</i> ) en estado de cautiverio en la comunidad de Laguna de Sánchez.	86
Figura 17. Ejemplar de caballo ( <i>Equus caballus</i> ) en estado de cautividad captado por cámara trampa en la comunidad de Potrero de Serna.	101
Figura 18. Ejemplar de gato doméstico ( <i>Felis catus</i> ) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.	117
Figura 19. Ejemplar de conejo europeo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.	135
Figura 20. Ejemplar de cerdo doméstico ( <i>Sus scrofa</i> ) en estado de cautividad en la comunidad de La Laguna de Sánchez-El Hondable.	164

## **SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS**

AMM: Área Metropolitana de Monterrey.

ANP: Área Natural Protegida.

CANEI: Comité Asesor Nacional Sobre Especies Invasoras.

CONABIO: Comisión Nacional para el Estudio y Conocimiento de la Biodiversidad.

CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

ENEI: Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México.

ISSG: Invasive Species Specialist Group /Grupo de Especialistas de Especies Invasoras.

IUCN: International Union for the Conservation of Nature/Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente.

LGVS: Ley General de Vida Silvestre.

PNCM: Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

PVSNL: Parques y Vida Silvestre de Nuevo León.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SMO: Sierra Madre Oriental.

UMA: Unidad de Manejo y Conservación para la Vida Silvestre.

UPG: Unidad de Producción Ganadera.

## RESUMEN

Dentro de la conservación de las áreas naturales en México, se han encontrado cada vez una mayor cantidad de obstáculos a medida que la urbanización avanza a la par de la explosión demográfica humana, generando problemáticas de distinta índole, siendo una de suma importancia la introducción de especies exóticas que pueden provocar diversos impactos a nivel ecológico, socioeconómico y sanitario tanto a las especies nativas de la región como a las poblaciones humanas. Entre las especies exóticas se encuentra el grupo de los mamíferos, el cual es de importancia debido a que estas especies se introducen a las áreas naturales para cumplir una función para el beneficio del hombre, ya sea para consumo, carga, transporte o compañía. Dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), el grupo de los mamíferos exóticos se encuentra presente, sin embargo, no se ha realizado un registro formal de estas especies, ni un análisis de riesgo en el que se evalúe el impacto que éstas representan. El presente trabajo, utiliza la metodología de análisis de riesgo desarrollada por Baptiste *et al.* (2010), para evaluar los posibles impactos que pueden ejercer a nivel ecológico, socioeconómico y sanitario, mediante un registro de las especies encontradas en el PCNM dentro de la delimitación del municipio de Santiago, Nuevo León, México. Se obtuvieron los datos de monitoreos directos, indirectos y mediante cámaras trampa, registrando un total de 9 especies y un híbrido (*Equus caballus* x *Equus asinus*). Asimismo, se realizaron 9 Análisis de Riesgo, de los cuales se obtuvieron 5 especies con nivel de riesgo de “MUY ALTO”, así como 4 con nivel de riesgo “REQUIERE MAYOR ANÁLISIS”. Ninguna especie resultó con riesgo moderado o bajo, por lo que se concluye que todas las especies de mamíferos exóticos en el área de estudio ejercen un impacto negativo de importancia a nivel socioeconómico, ecológico y sanitario. Se espera que el presente trabajo sirva de precedente para que se consideren los mamíferos exóticos y sus impactos en la elaboración del plan de manejo del PNCM para la creación de estrategias que permitan una regulación de los mismos dentro del Área Natural Protegida.

## ABSTRACT

Talking about conservation of natural areas in Mexico, there have been bigger obstacles encountered as urbanization moves forward alongside human demography, causing diverse issues, being the introduction of exotic species one of the most important since they can cause diverse impacts at an ecologic, sanitary and socioeconomic level to the native biodiversity as well as human communities. As part of these exotic species, we find the mammal group, which is highly important due to these species being brought into natural areas because humans benefit from them, either for consumption, loading, transport or even company. Inside Cumbres de Monterrey National Park, the mammal group is present, but there hasn't been any formal register regarding relative abundance of these species, as well as neither a risk assessment for the potential impact these species represent. The present work, will use the Risk Assessment methodology developed by Baptiste *et al.* (2010) to evaluate the potential impacts the exotic mammals can cause at an ecological, socioeconomic and sanitary level; through an official record of the species present at the Cumbres de Monterrey National Park inside the limits of Santiago municipality, in Nuevo León, México. The monitoring was done through direct sightings, indirect records and through camera traps, resulting in 9 detected species as well as a hybrid (*Equus caballus* x *Equus asinus*). There were 9 risk assessments done, which resulted in 5 species getting a risk level of "HIGH LEVEL" and 4 getting a "REQUIRES FURTHER ANALYSIS" level. There were no "MODERATE LEVEL" nor "LOW LEVEL" results, which helps us conclude that all introduced mammal species in the study area exert a negative impact at a socioeconomic, ecological and sanitary level. We expect this project to set a precedent for the recognition of the exotic mammals inside Cumbres de Monterrey National Park in the creation of a management plan for the creation of strategies that allow a regulation of these species inside the protected natural area.

## INTRODUCCIÓN

En términos de biodiversidad, México es uno de los países de mayor importancia a nivel mundial, al albergar 70% de las especies de flora y fauna que se conocen, resaltando su elevado número de endemismos (tan solo en mamíferos, 30% de las especies presentes en el país son endémicas), por lo cual la conservación de su vida silvestre resulta imperante (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT 2013). Con el objetivo de salvaguardar toda la riqueza biológica de nuestro país, el gobierno federal en conjunto con la población civil en todas sus manifestaciones como lo son empresas privadas, organizaciones no gubernamentales y colectivos ciudadanos, han aportado para pugnar un marco legal que proteja las áreas naturales que existen a lo largo de todo el territorio nacional, logrando la delimitación de áreas destinadas a la conservación de la vida silvestre, como las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal y estatal, zonas voluntarias para la conservación, monumentos naturales, por mencionar algunos ejemplos; así como la implementación de estrategias que aporten a la recuperación y conservación de éstas. Dentro de las problemáticas que amenazan a estas áreas naturales, se encuentran diversos factores como la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación de los recursos faunísticos y florísticos, la contaminación, y se destaca la presencia de especies exóticas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA 2012). Estas últimas representan una amenaza a la biodiversidad nativa por medio de distintos factores entre los que se encuentran la depredación y desplazamiento de especies nativas tanto vegetales como animales; amenazas a la salud pública y de la vida silvestre nativa por ser portadores de enfermedades o portadores de vectores que transmiten agentes patógenos; y por consiguiente el gasto económico e impacto social que conlleva la atención y resolución de todas las problemáticas derivadas. A nivel mundial, las especies exóticas invasoras han representado la extinción de aproximadamente el 17% de todas las especies; habiéndose confirmado en México que el 67% de las extinciones en ecosistemas insulares ha sido a causa de éstas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras CANEI 2010; Aguirre *et al.* 2013).

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) es de suma importancia para el estado de Nuevo León ya que brinda diferentes servicios ambientales siendo el principal el abasto de aproximadamente el 70% de agua utilizada en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) (Esparza-Hernández 2014). Este parque, representa un alto valor ecológico al ser hogar de un gran número de especies de vida silvestre, incluyendo la presencia de endemismos de flora y fauna (Cantú-Ayala *et al.* 2013), así como un paraje de gran valor escénico y deportivo, lo que lo convierte en un destino popular en el que se desarrollan diversas actividades recreativas y ecoturísticas y por consiguiente una derrama económica de importancia para las comunidades que ahí habitan (PNUD 2017). Debido a esto, su conservación mediante el análisis del riesgo individual que cada una de las especies introducidas representan uno de los retos de mayor importancia para poder continuar su aprovechamiento de manera sustentable, así como la implementación de estrategias para su control y erradicación.

## ANTECEDENTES

### **1. Importancia e impacto de las especies exóticas.**

Dentro de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel mundial, los expertos reconocen las problemáticas de destrucción del hábitat, sobreexplotación de los recursos, contaminación, cambio climático y la introducción de especies exóticas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA 2012). Éstas últimas son de suma importancia a nivel mundial debido a los distintos impactos que pueden provocar en los ecosistemas, tanto a nivel biológico, como socioeconómico y sanitario, por lo cual se creó el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP) (PNUMA 2012; González *et al.* 2017; PNUD 2017). En México, la situación de las especies exóticas es de gravedad ya que la suma de todas incluyendo plantas vasculares y vertebrados invasores suman un total de 724 especies (Aguirre y Mendoza 2009). Debido a esto, se procedió a la creación del Comité Asesor Nacional Sobre Especies Invasoras (CANEI) el cual se encarga de generar las estrategias de control respecto a esta problemática específica en las áreas naturales de México, como lo es la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (ENEI) el cual funge como el documento principal para la implementación de estrategias y soluciones a la problemática de las especies exóticas en México (CANEI 2010; Born *et al.* 2017; PNUD 2017).

La problemática de las especies exóticas reside en su mayoría en la amplia diversidad de impactos negativos que éstas pueden ejercer y la pérdida económica que éstos representan (Aguirre y Mendoza 2009). Tan solo en Estados Unidos, en el 2007, Pimentel reportó una pérdida de más de \$120 billones de dólares por impactos directos de especies animales y vegetales exóticas. En estos últimos años, a nivel mundial, se ha tomado especial interés en estudiar los impactos de los perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*), especies que son populares como animales de compañía y que fungen como depredadores de especies nativas de fauna, y siendo especialmente atendidos sus impactos en ecosistemas insulares (Aguirre *et al.* 2013; Cortés *et al.* 2013, González-Saldivar *et al.* 2013). Uno de los mayores riesgos que todas estas especies no nativas representan, es su capacidad de provocar extinciones de especies

nativas a nivel local si no se aplica un correcto manejo de las primeras (García-Salas *et al.* 2013). Con relación a las especies que se utilizan para producción, consumo y transporte, se ha observado que producen impactos de gran tamaño como el daño directo a las especies vegetales, daño y modificación geomórfica a los suelos, competencia con especies nativas; los cuales generan una pérdida tanto ambiental como económica en los costos de proyectos de regeneración de áreas naturales (Wittenberg y Cock 2001; Álvarez-Romero *et al.* 2008; McCann y Garcelon 2008; CONANP 2014). Finalmente, todas estas especies comparten patógenos que pueden afectar a la fauna nativa, pero aún más importante es su potencial zoonótico, los cuales han generado problemáticas de índole sanitaria y económica, generando un mayor gasto en programas de salud pública. (Suzán y Ceballos 2005; Rendón *et al.* 2013; Pedersen *et al.* 2014; Comeaux *et al.* 2016).

La CONABIO y el Proyecto GEF-Invasoras del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente establecen acciones y proyectos que engloban una serie de actividades dirigidas al control y erradicación de las especies invasoras en el territorio mexicano, y la restauración de los ecosistemas (Aguirre *et al.* 2013). Estos proyectos, son administrados e impulsados por el CANEI. Así mismo, dentro de las funciones de la CONANP, se encuentra el control y erradicación de las especies exóticas que causan afectaciones a la vida silvestre nativa en Áreas Naturales Protegidas, contando con diversos programas implementados a través del territorio nacional como es el “Programa para la Atención y Manejo de Especies Exóticas Invasoras y Ferales en Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal”; el cual es parte de la ENEI en los cuales se destina financiamiento federal para combatir esta problemática mediante la investigación y la implementación de protocolos por parte de profesionistas en el área de la conservación dentro de las ANP de todo el país (CANEI 2010; Born *et al.* 2017). Las campañas de erradicación más exitosas han sido aquellas que se han realizado en las islas de México (Aguirre *et al.* 2013). Dentro de las técnicas utilizadas para la erradicación de estas especies se encuentran la cacería, dispersión aérea de rodenticidas, trampeo, detección con perros, entre otras. Así mismo, dentro de estas campañas también se manejan programas de restauración de especies nativas y educación ambiental, así como protocolos de bioseguridad para evitar la

reintroducción de las especies exóticas invasoras a otras áreas. Mediante programas de prevención por medio del monitoreo y la educación ambiental de las comunidades humanas que habitan en estos lugares, se busca evitar que estas especies incursionen ya que las campañas de erradicación suelen tener un costo elevado. A lo largo de los últimos años el gobierno federal a través de instituciones como la CONANP y la CONABIO en conjunto con organismos académicos e instituciones no gubernamentales han implementado planes preventivos que consisten en cubrir aspectos clave mediante acciones y la implementación de reglas administrativas para lograr este fin. Así mismo, se realizan programas de monitoreo de manera sistemática o en zonas claves para asegurarse de que estas especies no hayan sido reintroducidas a las áreas naturales y finalmente una implementación de estrategias formales de educación ambiental para promover el conocimiento de los impactos y medidas preventivas para evitar el esparcimiento y afectación de áreas naturales por parte de las especies invasoras (Aguirre y Mendoza 2009).

Sin embargo, la implementación de planes para el control y erradicación de las especies exóticas introducidas dentro de las áreas naturales a nivel incluso continental, continúa siendo un problema debido a la dificultad de medir y determinar el daño o nivel de amenaza que exista hacia la biodiversidad nativa o endémica por parte de éstas, ya que no existían sistemas de información ni marcos de referencia que pudieran utilizarse como base (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO 2008). A partir de esto, varios autores diseñaron métodos para realizar un análisis del riesgo potencial de cada especie exótica invasora, los cuales se basan en las características de importancia de cada una de las especies para asignar un nivel numérico que permite determinar la decisión respecto a la estrategia de control o erradicación de las mismas (Baptista *et al.* 2010; Golubov *et al.* 2014; Lodge *et al.* 2016). Asimismo, los planes de acción implementados en las zonas insulares proporcionan una referencia y punto de apoyo para desarrollar métodos aplicables en zonas sin una barrera natural que delimite el área.

## **2. Importancia de la conservación del PNCM.**

Desde que la administración presidencial de Lázaro Cárdenas estableció de forma oficial el Sistema Nacional de Reservas Forestales y de Parques Nacionales, se asentaron las bases para la delimitación y decreto de las actuales 176 ANP en el territorio mexicano (González *et al.* 2014). De los cuales, el PNCM figura como una de las de mayor tamaño e importancia. Esta ANP está clasificada como Región Terrestre Prioritaria por la Comisión Nacional para el Estudio y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) y decretada bajo la categoría de “Parque Nacional” desde el 24 de noviembre de 1939, para posteriormente ser decretada como ANP con un total de 245,000 hectáreas y regulada en ese entonces por los fundamentos de la Ley Forestal del 5 de abril de 1926 (Cantú-Ayala *et al.* 2013; Esparza-Hernández 2014).

El PNCM, junto con las 176 ANP de carácter federal y las 381 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación que existen registradas hasta el día de hoy, actualmente son reguladas bajo un marco jurídico que incluye principalmente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); así como otros marcos legales como la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable; y son administradas y resguardadas bajo el mando de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la cual funge como órgano descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); así como un consejo asesor que se encuentra conformado por elementos de la sociedad civil (Bello 2013; Fueyo-MacDonald 2013). La importancia de este Parque Nacional radica principalmente en los servicios ambientales que provee, siendo los de mayor importancia el ser un regulador de las vertientes de agua que puedan amenazar al AMM, proveer de sustento material a los habitantes del estado, refugiar a la vida silvestre y finalmente poseer una belleza escénica la cual puede ser aprovechada como un sitio de esparcimiento (Cantú-Ayala *et al.* 2013).

Dentro de las problemáticas a las que se ha enfrentado a lo largo de los años la conservación del PNCM, se encuentran entre las de mayor importancia las actividades de índole antropogénica

como el cambio de uso de suelo por el desarrollo inmobiliario sin regulación dentro y fuera de los límites del ANP, el cual gracias a la explosión demográfica que se llevó a cabo derivada de la industrialización del AMM, la densidad poblacional tuvo un auge que obligó a las autoridades a decretar una redelimitación en el año 2000, reduciendo el área del ANP a 177,395 hectáreas y abarcando actualmente 7 municipios del AMM, identificándose el desarrollo urbanístico de las áreas adyacentes al ANP como la mayor amenaza para el PNCM (Cantú-Ayala *et al.* 2013; Fueyo-MacDonald 2013; Esparza-Hernández 2014). Entre las otras amenazas que se identifican se encuentran las actividades de ecoturismo, los incendios forestales, el sobrepastoreo debido a las actividades ganaderas, y la erosión y contaminación de los suelos (CONANP 2014).

Hasta antes del año 2000 se conocían 18 localidades dentro del PNCM, siendo el 55.6% de éstas localizadas en el municipio de Santiago. Al realizarse el Programa de Conservación y Manejo en el 2006, se reportaron 49 comunidades; y para el año 2010 se disminuyeron en un 12%, destacando que el municipio de Santiago continuó siendo la localidad en donde se encontraban la mayoría de los asentamientos humanos con el 53%, habiendo un total de 24 comunidades y 1862 habitantes, siendo también el municipio con más localidades y habitantes con un grado de marginación alto (61.5% y 80.2% respectivamente) (Aragón-Palacios 2013; Esparza-Hernández 2014).

Actualmente, relacionados de manera cercana con esta explosión demográfica antes mencionada, se reconocen diversos conflictos que aquejan al PNCM y representan retos de importancia para su aprovechamiento sustentable y conservación. Dentro de los problemas relacionados a las dinámicas endodemográficas (poblaciones dentro de las delimitaciones del ANP) se registra principalmente el aumento en la capacidad de carga de los ecosistemas, ya que aun cuando la tendencia de crecimiento poblacional se encuentra disminuyendo debido a variables de índole social como la falta de oportunidades laborales y educativas o problemas de seguridad como el crimen organizado, el número de habitantes continúa aumentando de manera lenta pero gradual. Respecto a las problemáticas derivadas de las dinámicas exodemográficas (la población urbana fuera de las delimitaciones del ANP), las amenazas de mayor importancia son que el PNCM se convierta en una isla por fragmentación debido al crecimiento de la mancha urbana, y que este

mismo crecimiento provoque que se ceda la superficie del ANP para que ésta se vuelva parte del AMM, convirtiéndose en un parque urbano más, amenazando de gravedad a la vida silvestre que aún se encuentra en las áreas de influencia colindantes con el ANP (Aragón-Palacios 2013). También, estos sistemas carecen de los recursos naturales que la población necesita para satisfacer sus necesidades, por lo que indirectamente afectan al transformar áreas naturales adyacentes para este fin (Koleff-Osorio *et al.* 2013). Así mismo, se reconocen otras amenazas directas que son derivadas de éstas dinámicas, las cuales son de gran importancia debido a que ponen en riesgo el equilibrio ecológico del PNCM y se plantean desde una perspectiva jurídicamente limitada al ser actividades que no se encuentran propiamente reguladas dentro de un marco legal definitivo en su mayoría, como los incendios forestales provocados, la contaminación por basura de visitantes, el impacto desmedido y sin regulación de las actividades económicas y ecoturísticas que se llevan a cabo dentro de éste, y la introducción de especies exóticas tanto vegetales como animales (Aragón-Palacios 2013; Fueyo-MacDonald 2013; CONANP 2014; Esparza-Hernández 2014).

### **3. Problemática de las especies exóticas dentro del PNCM.**

Dentro del PNCM, existe una problemática de importancia debido a las especies exóticas introducidas que actualmente genera una inversión de recursos para tratar de mitigar su impacto a través de distintas estrategias. En el año 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático, en la cual se especifica el ordenamiento para la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, lo que derivó en una serie de estrategias que implementan distintas acciones de mitigación a este fenómeno. En el año 2014 se creó el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) del Complejo Cumbres de Monterrey- Sierra de Zapalinamé, derivado de la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP) presentada en el 2010, la cual se rige bajo los lineamientos de la Conferencia de las Partes (COP20) que se llevó a cabo dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (PNUD 2017), en la que entre sus distintos objetivos se encuentra la estrategia de “Diseñar y promover la instrumentación del Programa Nacional de Prevención, Control y Erradicación de Especies Exóticas Invasoras”; el cual se integró al Programa de Conservación y Manejo del Parque

Nacional Cumbres de Monterrey en el cual ya se consideraba el control de las especies nocivas y la protección contra las especies invasoras (CONANP 2014).

Se registran diversas especies exóticas de los diferentes grupos de flora y fauna dentro del ANP, en el caso de los peces, hasta el 2013, Lozano-Vilano *et al.* reportaban un total de 9 especies no nativas, las cuales son de importancia debido a la amenaza que representan para la ictiofauna del lugar, encontrándose 8 de éstas dentro de alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; así mismo, influyen en la calidad del agua. Del grupo de crustáceos, se reconocen 6 especies no nativas (Rodríguez-Almaraz *et al.* 2013). Respecto a la herpetofauna, se tiene registro de la especie *Hemidactylus turcicus* y se sospecha de la posible presencia de otra dentro de las delimitaciones del ANP (Narvaez-Torres y Lazcano-Villarreal 2013). También en la flora del lugar existen una variedad de especies no nativas e incluso invasoras, con 21 especies (Wilcockson-Álvarez *et al.* 2013). El primer antecedente oficial de manejo de estas especies dentro del PNCM, se presentó dentro del Parque Ecológico Chipinque, el cual implementó un proyecto de manejo y control del trueno (*Ligustrum lucidum*) en el año 2011, el cual se desempeña hasta la fecha con resultados positivos (Willcockson-Álvarez *et al.* 2013). Cantú-Ayala (2013) menciona en su trabajo que la percepción y conocimiento de un concepto se da a partir del abordaje a un problema, es por eso que es necesario evidenciar las problemáticas que estas especies puedan generar al bienestar tanto humano como medioambiental, para que la sociedad en general pueda empezar a construir una visión más realista y menos emocional sobre estas especies y sus impactos.

La ganadería de subsistencia se realiza en cinco municipios dentro del PNCM (Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina y Santiago) y funge como la actividad que ha provocado el mayor problema de mamíferos exóticos, siendo ésta una de las principales actividades generadoras de ingresos para las comunidades que residen dentro del polígono del PNCM (Ortíz-Hernández *et al.* 2013; CONANP 2014), y siendo practicada en ésta desde antes de su delimitación, por lo cual no fue incluida en las reformas hechas a la LGEEPA, permitiéndose bajo un modelo sustentable. Sin embargo, no ha sido posible un control y seguimiento que permita corroborar si estas regulaciones se llevan a cabo. En el 2013, se realizó un censo a las

Unidades de Producción Ganaderas (UPG) dentro de todo el territorio del PNCM y se encontró que existen en su totalidad 376 UPG distribuidas en 5 de los 8 municipios que lo integran, siendo el municipio de Santiago el municipio más importante en producción pecuaria de subsistencia. Se registró un total neto de cabezas de ganado de 1666 bovinos, 1288 caprinos y 363 equinos; aunque se conoce que en el PNCM también se practica la ganadería de ovinos, porcinos y la cunicultura; sin embargo, los censos de éstos no fueron establecidos. En las comunidades del municipio de Santiago, los censos arrojaron resultados de un total de 112 UPG de ganado bovino, 40 de producción caprina y 87 de producción equina, utilizándose en su mayoría el bosque templado como ecosistema para el pastoreo, habiendo solo unos pocos que denotaron preferencia por el matorral submontano. Dentro de este censo una característica de importancia que pudo ser identificada fue el libre pastoreo del ganado, debido a que más de la mitad de los ganaderos no mantienen a su animales en cautiverio, lo que provoca pérdidas de cabezas principalmente debido a caídas en barrancos o falta de alimento, entre otros factores entre los que se encuentra la depredación, ya sea por osos (*Ursus americanus*) o perros (*Canis lupus familiaris*), ésta última muestra el impacto directo por otra especie introducida, el cual puede ser extensivo a la fauna nativa por depredación y competencia por alimento (Ortíz-Hernández *et al.* 2013; Esparza-Hernández 2014).

#### **4. Legislación respecto a las especies exóticas en México.**

Con respecto a la legislación que regula directamente la introducción de las especies exóticas dentro del PNCM, podemos remontarnos hasta la Constitución Política Mexicana, en la cual se especifica en su artículo 4º constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico. Tomando en cuenta el posible impacto de las especies exóticas a los ecosistemas y la biodiversidad que en ellos habita, podríamos asumir que este derecho constitucional se podría ver amenazado con la presencia de las especies no nativas si éstas no son manejadas de manera regulada. Además, el artículo 25 constitucional especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que obliga legalmente al estado y las instituciones que lo representan en materia de conservación de las ANP y la biodiversidad, para

que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo con la ENEI (CANEI 2010). Además, el PNCM y su aprovechamiento de la biodiversidad se ven regidos por la LGVS, la cual en su capítulo V, artículo 27 bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, enfatizando en la misma legislación que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras, así como su prevención. Así mismo, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas. Otra legislación que rige al PNCM sería la LGEEPA, la cual establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, y mencionando en su artículo 80 que, en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, se establece en el artículo 87 la prohibición respecto a la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013). Respecto a las autoridades institucionales que se encuentran directamente relacionadas a su gestión, conservación, inspección y vigilancia en materia de especies introducidas; se reconoce a la CONANP al cargo de ésta, siendo una extensión de la SEMARNAT. Así mismo, estatalmente se reconoce al Organismo Público Descentralizado Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (PVSNL) el cual no mantiene una jurisdicción directa sin embargo se encuentra obligado a proteger la biodiversidad que se alberga dentro del ANP y dentro de sus atribuciones se incluyen aquellas de poblaciones ferales o invasoras de especies exóticas. Finalmente, se reconoce a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como la autoridad judicial que en conjunto con las anteriores gestiona

los procesos correspondientes cuando exista una falta a la legislación que ponga en peligro el equilibrio ambiental del ANP.

## **JUSTIFICACIÓN**

Partiendo de la situación ambiental que enfrenta la humanidad en la actualidad, la conservación de las áreas naturales a nivel mundial se ha convertido en una prioridad que funge como clave para asegurar los servicios ambientales que son indispensables para una vida de calidad y la misma supervivencia del ser humano. La presencia de las especies exóticas se mantiene como una problemática de importancia debido a la diversidad y complejidad en el alcance de sus impactos, existiendo una urgencia a nivel mundial por estrategias que permitan mitigar los mismos. Asimismo, el estado actual y la importancia del Parque Nacional Cumbres de Monterrey exigen su conservación para continuar aprovechando sus servicios ambientales de manera sustentable, por lo cual el presente estudio podrá sentar un registro formal de las especies de mamíferos exóticos que se encuentran al interior de éste en las delimitaciones del municipio de Santiago, así como el análisis de riesgo que coadyuve en la generación de un plan de manejo que permita el correcto control de estas especies dentro del Área Natural Protegida.

## **HIPÓTESIS**

Los mamíferos exóticos en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro del municipio de Santiago, Nuevo León, México, representan un riesgo alto a nivel ecológico, socioeconómico y sanitario.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Realizar un análisis de riesgo para evaluar el posible impacto a nivel biológico, socioeconómico y sanitario de cada una de las especies registradas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro de Santiago, Nuevo León, México.

### **1. Objetivos particulares**

- Registrar las especies de mamíferos exóticos que se localizan en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro del municipio de Santiago, Nuevo León, México.
- Asignar un nivel de riesgo para los mamíferos exóticos en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro de Santiago, Nuevo León, México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Área de estudio

El PNCM cuenta con una extensión de 177,395 hectáreas (coordenadas UTM 14R 363154.82, 2815484.02) que corresponden al extremo norte de la cadena montañosa denominada Sierra Madre Oriental (SMO), abarcando actualmente 8 municipios del Estado de Nuevo León, los cuales incluyen San Pedro Garza García, Monterrey, Montemorelos, Rayones, Santiago, Allende, García y Santa Catarina; y encontrándose en los límites con el estado de Coahuila, siendo el ANP de mayor extensión dentro del estado de Nuevo León y el Parque Nacional terrestre de mayor tamaño a nivel nacional (Cantú-Ayala *et al.* 2013; CONANP 2014). Se encuentra delimitado por el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) hacia el norte, con Coahuila y el cañón del Huajuco al oeste y este respectivamente y se delimita con el Río Pilon al sur (Seriñá-Garza 2013). Alberga alrededor de 1,368 especies de flora y fauna, muchas de ellas protegidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e incluyendo diversos endemismos. Se encuentra clasificada por la CONABIO como región terrestre prioritaria, perteneciendo a la Red Mundial de Reservas de Biosfera desde el año 2006 (Cantú-Ayala *et al.* 2013).

El presente estudio se llevó a cabo en 5 comunidades que se encuentran dentro del PNCM en las delimitaciones del municipio de Santiago, Nuevo León, siendo el segundo municipio con mayor extensión dentro del ANP, abarcando un total de 53,137 has dentro de su delimitación (Esparza-Hernández 2014). Los criterios de selección se basaron en elegir a las comunidades con mayor densidad humana y/o con alta importancia ecoturística según el criterio de Sánchez-Crispín *et al.* (2018), debido a que estos parajes ostentan una alta afluencia de visitantes y, por tanto, los mamíferos introducidos al ser en su mayoría dependientes de la presencia humana, nos permitiría el registro de estas especies. Las comunidades o estaciones seleccionadas fueron las siguientes: Potrero de Serna (La Nogalera), La Ciénega de González, El cañón de San Isidro-San Isidro, Laguna de Sánchez y Ejido Los Mauricios (Las Adjuntas).

La comunidad de Potrero de Serna, también llamada “La Nogalera”, se encuentra a 869 metros de altitud, en las coordenadas UTM 14R 382901, 2804205. En el 2010 se registró una población de 354 habitantes entre los cuales se desarrollan las actividades de comercio, ganadería y

agricultura (Secretaría de Desarrollo Social 2013).

La comunidad de La Ciénega de González se encuentra a 1,325 metros de altitud, en las coordenadas UTM 14R 375294, 2807680. En el 2014 contaba con una población de 298 habitantes (Esparza-Hernández 2014), los cuales se dedican a actividades de ganadería y agricultura, así como el comercio local ya que es una de las comunidades principales para los visitantes del PNCM.

La comunidad de San Isidro se localiza justo en la salida del cañón de San Isidro, localidad con un alto impacto ecoturístico debido a su riqueza vegetal gracias al río que mantiene su cauce constante. Se encuentra a 1,694 metros de altitud, en las coordenadas UTM 14R 368274, 2805286. La comunidad albergaba una población de 133 habitantes hasta el 2014 (Esparza-Hernández 2014), y las principales actividades económicas consisten en la agricultura, la piscicultura de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y lobina negra (*Micropterus salmoides*), la ganadería y el comercio de alimentos tradicionales de la región.

La comunidad de Laguna de Sánchez se encuentra en las coordenadas UTM 14R 371086, 2804009 con una altura de 1,894 metros. Hasta el 2014 contaba con 449 habitantes (Esparza-Hernández 2014) que en su mayoría se dedican a actividades de comercio local, ganadería y agricultura; es la comunidad de mayor tamaño dentro del PNCM en el municipio de Santiago.

El Ejido Los Mauricios, también llamada “Las Adjuntas”, es una comunidad que, debido a su riqueza e importancia ecoturística en los últimos años, se decidió registrar como Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) por los ejidatarios que poseían tierras en la localidad, esto con la intención de realizar un aprovechamiento sustentable del área. Hasta el 2014 se registraba una población de 20 habitantes (Esparza-Hernandez 2014). Se encuentra en las coordenadas UTM 14R 384586, 2796545.

### **1.1 Hidrología**

El PNCM se localiza en la Región Hidrológica 24 (Río Bravo-Conchos), alimentando 5 cuencas (Río Pesquería, Río Pílon, Río Ramos, Río San Juan y Río Santa Catarina, ésta última la más

importante con 32 cañones tributarios) las cuales representan alrededor del 80% de la superficie del ANP; y proporcionando una gran parte de servicios ambientales en el estado, siendo el de mayor importancia el suministro de alrededor del 40% del agua que alimenta los mantos freáticos del AMM; la mayoría de sus escurrimientos son captados por dos presas, siendo la primera la de nombre Rodrigo Gómez “La Boca”, en el municipio de Santiago, la cual abastece de agua exclusivamente al AMM; y la segunda localizándose en el municipio de China, de nombre presa Solidaridad “El Cuchillo”, la cual además de abastecer al AMM, su agua se destina para abastecer a las poblaciones rurales del acueducto regional así como a dos Distritos de Riego (031 “Las Lajas” y 026 “Bajo Río San Juan”). Existe una tercera presa ubicada en el municipio de Santa Catarina en el área de La Huasteca, la presa Corral de Palmas o “Rompe Picos”, la cual tiene como función la captación de los escurrimientos de la subcuenca del río Santa Catarina en caso de fenómenos naturales de lluvias extraordinarias. Finalmente, se encuentran otros ríos tributarios que eventualmente alimentan la cuenca hidrológica del río Bravo (Pérez-Ortiz 2013; CONANP 2014).

## **1.2 Clima**

Según las modificaciones realizadas por Enriqueta García (CONABIO 1998), los climas en los que se divide el PNCM de manera general son el templado/tropical, seco y templado. En las áreas menores de la sierra predominan los climas semicálidos, templados y semifríos. Se reconocen 9 tipos de clima en toda la extensión del ANP siguiendo la siguiente clasificación: los de mayor representación siendo los climas (A)C(w1) (semicálido subhúmedo con índice P/T entre 43.2 y 55), C(w1) (templado subhúmedo con índice P/T entre 43.2 y 55), BSohw (árido semicálido), BS1hw (semiárido semicálido), (A)C(w2) (semicálido subhúmedo con índice P/T mayor de 55); y en menor representación los (A)C(wo) (semicálido subhúmedo con índice P/T menor de 43.2), BWhw (muy árido, semicálido), BS1k(x') (semiárido templado) y BS1h(x') (semiárido semicálido); mientras que si nos restringimos al área de estudio del presente trabajo, podemos encontrar los climas (A)C(w1) (semicálido subhúmedo con índice P/T entre 43.2 y 66), (A)C(w2) (semicálido subhúmedo con índice P/T mayor a 55) y C(w1) (templado subhúmedo) (Uvalle-Saucedo *et al.* 2013, CONANP 2020).

### **1.3 Turismo**

Otro aspecto de suma importancia radica en el atractivo turístico del PNCM y la derrama económica que esto genera, siendo el área más visitada del estado de Nuevo León y practicándose en su extensión diversas actividades ecoturísticas y recreativas tanto por visitantes nacionales como por extranjeros (Estrada-Castillón *et al* 2013). Sin embargo, estas actividades pueden ser contraproducentes al no existir una regulación, así como la ejecución y seguimiento de la misma. Una práctica común para los visitantes es la introducción de mascotas al ANP, muchas veces sin una restricción física para su libre movimiento, ocasionando con esto que algunos ejemplares puedan provocar daños directos a la fauna nativa, así como aumenta el riesgo de que éstos se pierdan y por lo tanto pasen a residir en la zona. Al aplicar correctamente políticas de conservación, dos de los resultados más esperados son el beneficio de las comunidades locales sin perder los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolle de manera sustentable (Fueyo-MacDonald 2013). Koleff-Osorio y colaboradores, destacaron en el 2013 que tan solo en el Noreste del país, el 14.4% de la superficie prioritaria se encontraba bajo algún estatus de protección, por lo cual era necesario implementar otros tipos de estrategia para asegurar su conservación. Sin embargo, el turismo descontrolado que se ha visto rebasado en la capacidad de carga de los parajes de recreación, así como la falta de control sobre las actividades e impactos humanos durante la práctica de estas actividades, ha sido a su vez una de las principales amenazas que se han identificado para la conservación del PNCM (Fueyo-MacDonald 2013).

### **1.4 Vegetación**

Dentro del ANP, hasta el 2010 se contaba un 97.8% de su extensión total conformada por vegetación natural, con un 59.5% conformado por bosque templado de ayarín, encino, encino-pino, oyamel, táscate y chaparral; siendo solamente el 2.2% de su territorio total el utilizado para actividades antropogénicas (Cantú-Ayala *et al.* 2013). Dentro del municipio de Santiago en las delimitaciones del PNCM, podemos encontrar los siguientes tipos de vegetación:

El matorral submontano, encontrándose en alturas desde los 400 a los 2100 metros, el cual está compuesto por especies con ramificaciones desde la base, con hojas pequeñas, algunos

presentando espinas y también árboles de bajo porte, así como mezquites y helechos; y se localiza en pendientes suaves o pronunciadas en los plegamientos de las faldas de la Sierra, predominantemente en la zona este de la SMO, abarcando también los municipios de Montemorelos, Allende, y Monterrey. Este a su vez puede ser categorizado en asociaciones de tipo inerme, subinerme y espinosas. Cabe destacar que para este tipo de vegetación se reportan 88 especies para el municipio de Santiago, encontrándose 54 dentro del polígono del PNCM, así como 15 especies de ciperáceas (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013).

El bosque de encino se considera la comunidad forestal templada más diversa, siendo predominante el género *Quercus*, los cuales se entremezclan con algunos cedros y pinos, entre otras especies. Éste puede encontrarse en alturas desde los 600 a los 2200 metros (Valdez-Tamez 2002).

El chaparral se encuentra al suroeste de la SMO. Las especies que más predominan son las de encinos, y se caracterizan por ser comunidades que se encuentran en condiciones de poca humedad (Alanís Flores y Velazco-Macías 2013). Se distribuye en altitudes de los 1600 a los 3300 metros, en exposiciones con más del 40% de pendiente (Valdez-Tamez 2002).

El bosque de pino piñonero está principalmente representado por la especie *Pinus cembroides* en un estrato entre los 8 a 12 metros de alto, (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013). Se distribuye en altitudes de los 2000 a los 2500 metros en cañones abiertos y en altitudes de los 1850 a los 2300 metros en cañones estrechos (Valdez-Tamez 2002).

El bosque de encino-pino tiene una amplia distribución en todo el PNCM y la SMO, abarcando una amplia gama de especies de pino, en conjunto con madroños (*Arbutus xalapensis* y *Arbutus arizonica*) y cedros (*Juniperus spp.*) (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013). Es posible encontrarlo en altitudes que varían desde los 850 metros en cañones como por ejemplo el cañón de “Las Adjuntas” hasta los 2100 metros. Consta de un estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo (Valdez-Tamez 2002).

El bosque de pino-encino se encuentra a altitudes de 1400 a los 2500 metros, el cual generalmente está entremezclado con otros hábitats, y formado por tres estratos (Tamez-Valdez

2002), encontrándose algunas especies esparcidas, pero destacando la presencia de *Picea martinezii* siendo ésta una especie catalogada en peligro de extinción y protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y reconocida como endémica.

Así mismo, destaca la asociación en el municipio de Santiago de *Pinus-Pseudotsuga-Abies* en alturas entre los 2500 y 3470 msnm (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013). Se compone de tres estratos, sin embargo, la composición del estrato medio se originó a partir de disturbios antropogénicos (Valdez-Tamez 2002)

El matorral de coníferas se encuentra a una altura de los 3100 a los 3470 metros, en las limitaciones entre Santiago y Arteaga, Coahuila; y su principal característica es el dominio de *Pinus culminicola* (Pino enano). Se compone de un estrato arbóreo, un estrato medio y un estrato arbustivo (Valdez-Tamez 2002).

También podemos encontrar el bosque mesófilo de montaña a alturas de 1400 a los 2500 msnm en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo; dependiendo su composición de su gradiente altitudinal. En el área de estudio es común encontrarlo en cañadas húmedas (Valdez-Tamez 2002) y creciendo a las orillas de ríos o arroyos, caracterizándose por presentar especies acuáticas o semiacuáticas las cuales se alimentan de la humedad del suelo. Ya que la mayoría de estas especies desarrollan un sistema de raíces profundas, éstas permanecen verdes la mayor parte del año. Destacan los parajes de Cola de Caballo, el cañón de San Isidro, así como los cañones de Matacanes y Las Adjuntas en el municipio de Santiago (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013).

Finalmente, se encuentran las áreas de pastizal en la que predomina la flora herbácea, con una dominancia de gramíneas. Estas pueden ser localizadas en los espacios abiertos que se encuentran entre las demás comunidades de vegetación, así como en las áreas en donde se ha retirado la vegetación para destinar el uso de suelo a actividades de agricultura y pecuarias (Alanís-Flores y Velazco-Macías 2013).

## **1.5 Fauna**

El PNCM alberga alrededor de 1368 especies de flora y fauna, 29 de éstas endémicas y con 98 de ellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual enlista las especies que se

encuentran bajo algún estatus de riesgo, siendo 73 de éstas catalogadas en peligro de extinción; así como se reconocen 71 de las mismas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (Uvalle-Sauceda *et al.* 2013). Además, representa un hábitat de importancia para especies migratorias que proceden de los países del norte, entre ellas la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) (Esparza-Hernandez 2014; PNUD 2017). Entre sus especies de fauna endémicas de mayor importancia se registra la cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*), una de las 164 especies de aves que se encuentran registradas en el ANP. Respecto al número de mamíferos, se albergan 79 de las 144 especies registradas en Nuevo León; reptiles y anfibios con 89 y 19 especies respectivamente, artrópodos con 271 y peces con 28 especies dentro del polígono de la ANP (García-Salas *et al.* 2013; González-Saldívar *et al.* 2013; Lozano-Vilano *et al.* 2013; Narváez-Torres y Lazcano-Villarreal 2013; Rodríguez-Almaraz *et al.* 2013). Cabe destacar que en los últimos años se ha reportado el incremento de una población estable de jaguar (*Panthera onca*) dentro del territorio del ANP, sin embargo, ésta aún no se ha reportado dentro del municipio de Santiago (Carrera-Treviño *et al.* 2016). También es importante mencionar la presencia de oso negro (*Ursus americanus eremicus*), destacando que esta especie se ha observado cada vez más habituada a la presencia humana en los últimos años, presentándose algunos conflictos tanto en zonas rurales como urbanas (Parques y Vida Silvestre de Nuevo León, comunicación personal, 02 de septiembre 2020).

## **2. Monitoreo directo**

El monitoreo directo de las especies de mamíferos se realizó mediante un muestreo sistemático mediante el método de transectos fijos (Arévalo 2001; Martella *et al.* 2012), en vehículo a través de un transecto principal en cada visita al área de estudio registrando todos los avistamientos directos e indirectos de las especies blanco. El inicio del transecto de monitoreo principal se tomó en cuenta a partir de los límites del PNCM a la altura de la entrada de la atracción turística “Cola de Caballo” y concluía a la altura de la comunidad de Laguna de Sánchez, lo cual abarcó una distancia aproximada de 33.2 km. Se tomó en cuenta la fecha, hora, especie, número de ejemplares, tipo de locación en donde se registró el avistamiento, ya sea en alguna de las estaciones o en la carretera que conecta a las comunidades; el tipo de avistamiento en caso de

que éste fuera de algún ejemplar con vida, cadáver, huella o excreta; si se encontraba en cautiverio o si éste se encontraba libre, y finalmente las coordenadas y altura del punto de registro con ayuda de un sistema de geoposicionamiento global marca Garmin Etrex 10. Así mismo, se realizaron recorridos a pie en cada una de las estaciones siguiendo los transectos definidos para la instalación de cámaras trampa, recopilando los registros directos e indirectos que se encontraran durante el recorrido para finalmente agregarlos a una base de datos en el programa Microsoft Excel (Figura 1).

#	DIA	MES	AÑO	HORA	MINUTO	ESPECIE	CANTIDAD	COMUNIDAD	TRANSECTO	COORDENADA	UTM	ALTURA	ESTADO
1	6	4	2019	18	21	<i>Canis familiaris</i>	1	Potrero de Serna		2 14R 0382145	2803802	928	N/A
2	7	4	2019	10	53	<i>Canis familiaris</i>	3	Potrero de Serna	N/A	14R 0382912	2803923	878	libre
3	7	4	2019	12	9	<i>Canis familiaris</i>	1	Potrero de Serna	N/A	14R 0383083	2803760	933	libre
88	18	5	2019	13	48	<i>Bos taurus</i>	4	Potrero de Serna	N/A	14R 0382757	2804283	894	cautivo
89	18	5	2019	13	50	<i>Equus asinus</i>	1	Carretera	N/A	14R 0375374	2808917	1305	cautivo
90	18	5	2019	13	55	<i>Canis familiaris</i>	1	Carretera	N/A	14R 0380577	2803646	1295	libre
91	18	5	2019	14	6	<i>Bos taurus</i>	1	Carretera	N/A	14R 0378215	2807061	1304	cautivo
92	18	5	2019	14	10	<i>Canis familiaris</i>	2	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0376798	2806958	1304	cautivo
93	18	5	2019	14	12	<i>Canis familiaris</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0376149	2807276	1305	libre
94	18	5	2019	21	59	<i>Canis familiaris</i>	1	Carretera	N/A	14R 0380949	2803503	1307	cautivo
95	18	5	2019	22	3	<i>Canis familiaris</i>	1	Potrero de Serna	N/A	14R 0382378	2803485	989	libre
103	1	6	2019	9	8	<i>Canis familiaris</i>	1	Cola de Caballo	N/A	14R 0383164	2806119	686	cautivo
104	1	6	2019	9	11	<i>Canis familiaris</i>	1	Cola de Caballo	N/A	14R 0383178	2806033	705	N/A
105	1	6	2019	9	16	<i>Canis familiaris</i>	1	Carretera	N/A	14R 0383032	2805528	812	libre
106	1	6	2019	9	20	<i>Canis familiaris</i>	1	Potrero de Serna	N/A	14R 0382938	2804802	890	cautivo
107	1	6	2019	9	35	<i>Equus caballus</i>	1	Carretera	N/A	14R 0380167	2804227	1387	N/A
108	1	6	2019	9	50	<i>Canis familiaris</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0377138	2806853	1392	cautivo
109	1	6	2019	10	0	<i>Felis catus</i>	3	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0375538	2807372	1334	cautivo
110	1	6	2019	10	17	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0375341	2807562	1339	cautivo
111	1	6	2019	10	30	<i>Equus caballus</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0375274	2807865	1322	N/A
112	1	6	2019	10	38	<i>Canis familiaris</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0375307	2808537	1312	N/A
113	1	6	2019	11	34	<i>Equus caballus</i>	1	La Ciénega de Gonzalez	N/A	14R 0375244	2807818	1337	N/A

Figura 1. Base de datos en el programa Microsoft Excel para registrar los avistamientos de mamíferos exóticos en el PNCM mediante monitoreos o cámaras trampa.

### 3. Cámaras trampa

En el presente estudio, mediante el uso de cámaras trampa fue posible confirmar la presencia de las especies de mamíferos exóticos, así como algunos de sus patrones de actividad. El equipo que se utilizó en el presente estudio consistió en 4 cámaras marca Bushnell (Bushnell Outdoor Products, Overland Park, Kansas) y 4 cámaras marca Wildlife Innovations (WGI Innovations, Grand Prairie, Texas) (Figura 2). Éstas presentan la opción de grabar video o tomar fotografías al activarse el sensor de movimiento. Se utilizaron 4 cámaras con el formato de video y 4 cámaras con el formato de fotografía.



Figura 2. Colocación de cámara trampa para el monitoreo de mamíferos exóticos

La instalación de las cámaras se realizó exclusivamente en las estaciones de Potrero de Serna, La Ciénega de González, San Isidro, Laguna de Sánchez y UMA Ejido Los Mauricios (Figuras 3, 4, 5, 6 y 7). Se seleccionaron 4 transectos distintos en total, de los cuales se recorrieron 2 cada dos semanas. El criterio de elección para cada transecto se realizó dependiendo de la accesibilidad de éstos y que la entrada se encontrara cercana a los asentamientos humanos, ya que las especies a estudiar se encuentran altamente relacionadas a la presencia humana. También se procuró que los cuatro transectos monitoreados se encontraran en los cuatro extremos de cada comunidad, esto para tratar de abarcar la mayor área posible dentro de la estación. Se colocaron 8 cámaras trampa en total en cada visita, las cuales permanecieron instaladas por dos semanas y posteriormente se retiraron para vaciar la información obtenida, revisar baterías y se instalarán en los siguientes 2 transectos. Las cámaras fueron colocadas con la metodología de trampeo oportunista (Maffei *et al.* 2002) a criterio de experto en pasos de fauna en donde se encontrasen rastros de la presencia de estas especies, ya sea por la observación de huellas o heces; así como en cuerpos de agua que pudieran ser utilizados como bebederos.

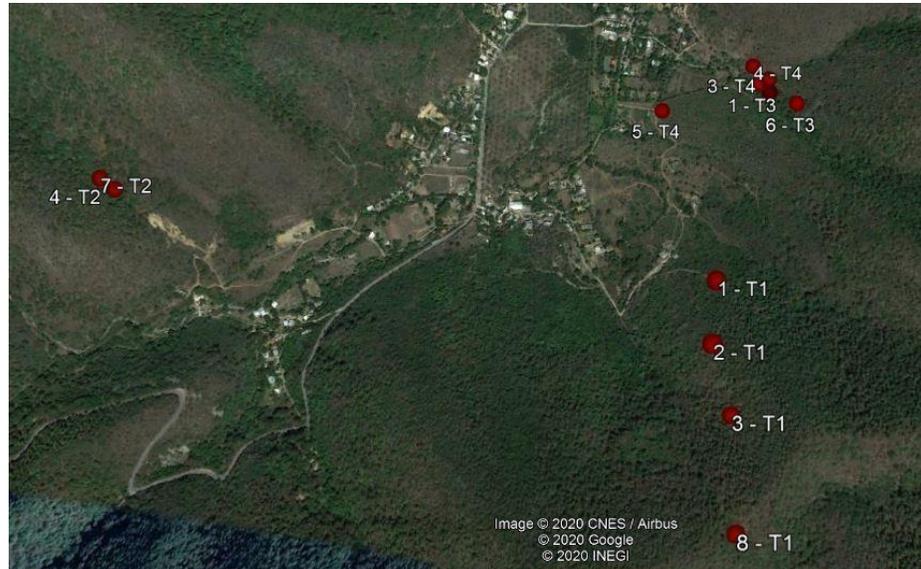


Figura 3. Mapa satelital de la comunidad de Potrero de Serna con la ubicación de las cámaras trampa colocadas en su periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).

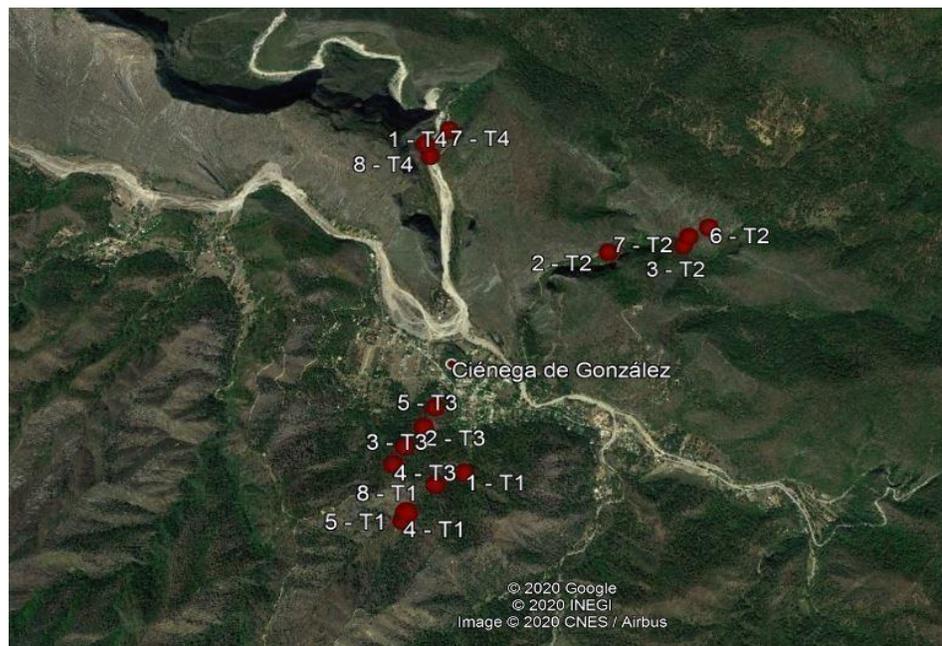


Figura 4. Mapa satelital de la comunidad de La Ciénega de González con la ubicación de las cámaras trampa colocadas en su periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).

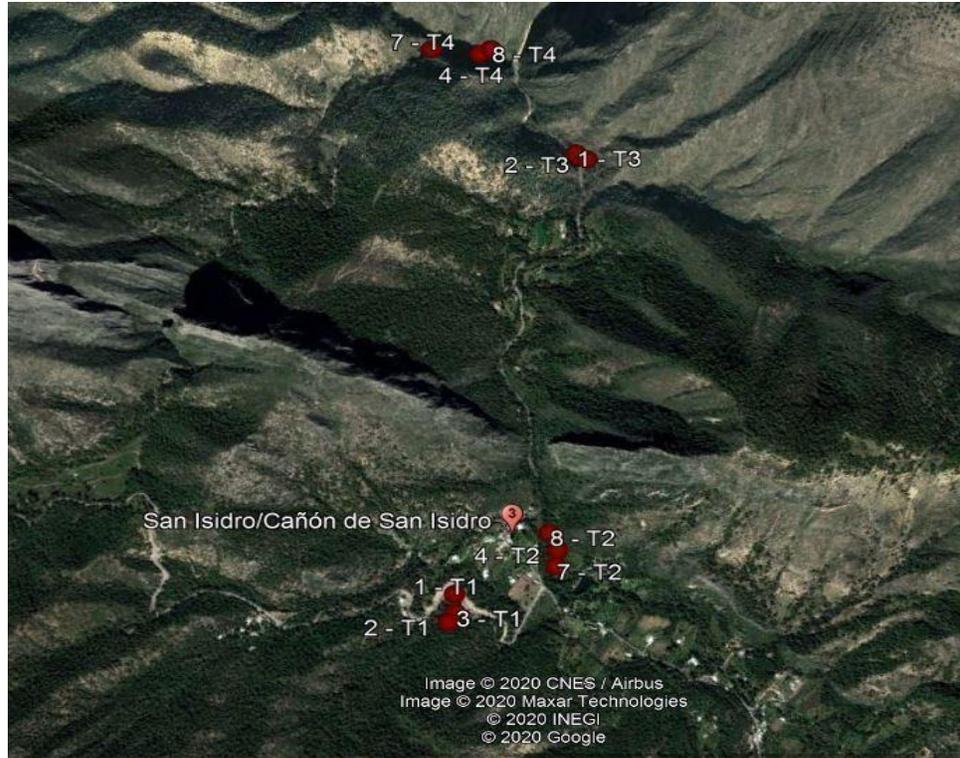


Figura 5. Mapa satelital de la comunidad de San Isidro/Cañón de San Isidro con la ubicación de las cámaras colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).



Figura 6. Mapa satelital de la comunidad de San Isidro/Cañón de San Isidro con la ubicación de las cámaras colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).

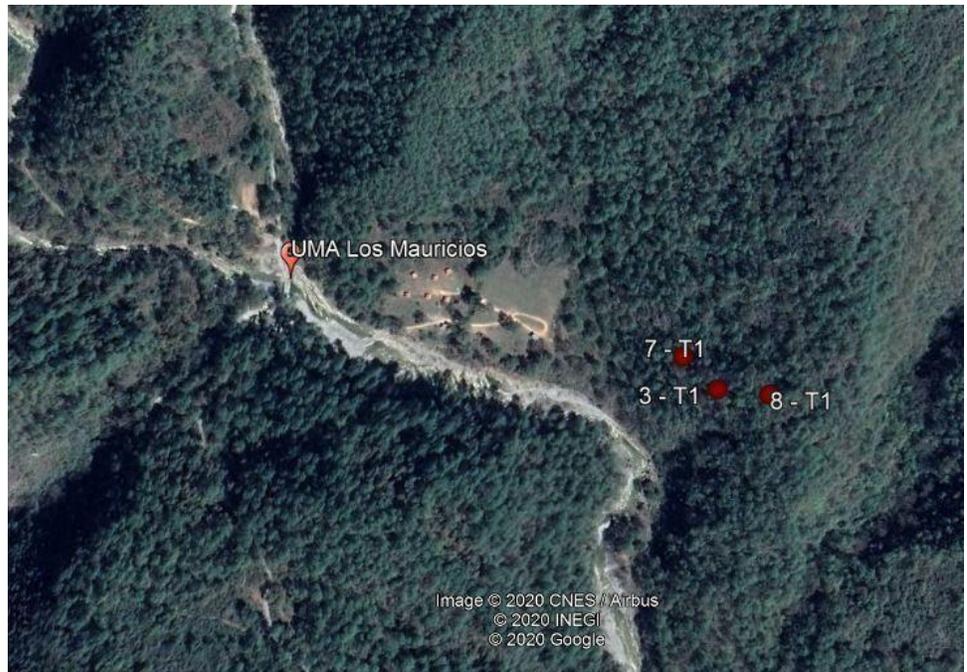


Figura 7. Mapa satelital de la comunidad de UMA Los Mauricios con ubicación de las cámaras trampa colocadas en la periferia para monitoreo de mamíferos exóticos (vía Google Earth).

#### **4. Análisis de riesgo**

En este trabajo, se tomó en cuenta la metodología de Baptiste *et al.* (2010) para determinar el nivel de riesgo biológico, socioeconómico y sanitario que representan las especies evaluadas; además, incluye las variables de ajuste climático, el cual es la similitud de los climas de la región de origen de la especie a aquellos que se encuentran en el área evaluada; y riesgo de establecimiento, refiriéndose a las variables que podrían predecir la posibilidad de que la especie evaluada se torne invasiva. Esta metodología consta de dos etapas, las cuales consisten en una preevaluación y posteriormente una evaluación de riesgo. Esto se define por una serie de preguntas divididas en 3 secciones que abarcan el riesgo de establecimiento (A), el potencial de impacto (B) y la factibilidad de manejo de cada especie (C); y se determinan asignándoles un valor establecido, las cuales deberán ser respondidas y documentadas con fuentes científicas avaladas. Se tomó en cuenta el porcentaje de incertidumbre en los casos en los que no se contara con suficiente información para responder las preguntas. A los valores obtenidos en cada pregunta se les multiplicó el valor que llegaron a presentar dependiendo de la importancia del aspecto evaluado, siguiendo las directrices ya establecidas de la metodología desarrollada por los autores, los cuales son de importancia intermedia que se multiplica por dos, y la importancia alta, la cual se multiplica por tres, siendo el peso de importancia que se le aplica a cada pregunta basado en la relevancia que éste aspecto ejerce sobre la capacidad de invasividad de la especie. A cada sección se le calculó el valor promedio dependiendo de los valores obtenidos en las respuestas, y posteriormente se calculó un promedio final el cual se considera el resultado que asigna el nivel de riesgo general de la especie, el cual tendrá una escala del 0 al 5, siendo el cinco el valor máximo de riesgo. Las categorías finales de nivel de riesgo pueden variar de la siguiente manera (Tabla 1):

Tabla 1. Niveles de riesgo asignados según la calificación en la metodología de análisis de riesgo de Baptiste et al (2010).

Valor	Nivel de riesgo
Mayor a tres y medio (>3.5)	Riesgo alto
Mayor a tres (>3)	Requiere mayor análisis
Mayor a dos (>2)	Riesgo moderado
<b>Menor a dos (<math>\leq 2</math>)</b>	Riesgo bajo

Considerándose la categoría de “Requiere mayor análisis” como un riesgo entre medio y alto en el cual se requiere de un análisis de mayor profundidad dependiendo del área evaluada para determinar si la especie en cuestión representa un riesgo de importancia mayor para su establecimiento.

Para la sección A se evaluarán distintos aspectos biológicos de la especie, incluidos el ajuste climático, antecedentes de invasión, dieta, capacidad reproductiva, distribución y abundancia tanto en el país como en la zona particular a evaluar, su capacidad de dispersión y el uso de hábitat. Dentro de esta sección existen algunas preguntas que basan su respuesta en el país de origen de la autora (Colombia), por lo que se realizaron algunas modificaciones para que éste se ajustara al territorio nacional, así como al área particular de estudio a evaluar.

Los climas Köppen-Geiger que se encuentran presentes en México son los A, B y C, ya que los D no existen por ser un país tropical y los E sólo pueden encontrarse en las cúspides de las altas montañas del centro del país. Dentro del PNCM, los climas A se distribuyen en la base de los declives de la SMO (Uvalle-Sauceda *et al.* 2013). Dentro del municipio de Santiago, en su delimitación en el PNCM, presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales se dividen en: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020), los cuales para efecto de la pregunta A1 en la sección A de ajuste climático, son los que se tomarán en cuenta para la comparación con los climas de la distribución de origen

de cada una de las especies a evaluar. Así mismo, para la pregunta A4 se realizó un análisis sobre distribución y abundancia, utilizando la metodología de la Asociación Bogotana de Ornitología. Ya que el presente estudio se centra en el PNCM particularmente en el municipio de Santiago, se tomarán en cuenta los datos de los monitoreos realizados en el área de estudio, mediante el análisis de la base de datos recopilada al terminar los mismos.

Para la pregunta A4.2, se analizó la distribución de las especies introducidas a evaluar en el país tomando como base zonas biogeográficas, centrándose éste en el país de origen de la autora del Análisis de Riesgo (Colombia). Sin embargo, para ajustarlo a México, se tomó como base la clasificación propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas biogeográficas.

Para la sección B se evaluó la capacidad de impacto, en las cuales se analizaron las afectaciones que la especie a evaluar puede ejercer a nivel ecosistema, ya sea por hibridación, competencia por recursos con especies nativas, y sobre el hábitat, sobre todo con aquellos con alto valor para la conservación. También se evaluarán los impactos económicos, sobre todo aquellos a actividades económicas, sin embargo, también se evalúan los impactos a la infraestructura. Otro aspecto de importancia que se evaluó en esta sección fue el sanitario, ya sea mediante el potencial de transmitir enfermedades a los humanos, fauna nativa o incluso a los animales de producción. Además, se evaluará si éstos presentan un riesgo de agresión o toxicidad hacia el humano u otras especies. Finalmente, también se tomaron en cuenta los impactos sociales o culturales, en los que se evaluó el detrimento potencial que las especies evaluadas puedan ejercer sobre las costumbres de las comunidades que residen dentro del ANP.

Finalmente, en la sección C se tomaron en cuenta la factibilidad de manejo de las especies evaluadas, con respecto a las medidas de control que se han aplicado en la práctica y su nivel de éxito en otras áreas naturales. Así como los costos asociados a estas estrategias aplicadas en otros lugares, la legislación aplicable en el ANP evaluada y qué tan negativo podría ser la implementación de las mismas sobre las actividades productivas, así como para la biodiversidad nativa de la región.

## **5. Análisis estadístico**

En la metodología de Análisis de Riesgo de Baptiste *et al.* (2010), se asigna el nivel de riesgo mediante el cálculo de las calificaciones asignadas para cada respuesta en las preguntas asignadas, fluctuando estos valores desde el 1 siendo éste “muy bajo”, hasta el 5 como valor de “muy alto”. A éstos se les agrega directamente el valor individual que se le haya asignado a cada pregunta, pudiendo tener éstas un valor agregado de peso intermedio multiplicándose por 2, o peso alto multiplicándose por 3. Dentro de cada sección se incluyó un componente de índice de incertidumbre, el cual fue aplicado para las preguntas en las que no existió información documentada o disponible para contestar con certeza. En el caso de que este nivel de incertidumbre pudiera llegar a más del 60% en una sección, se determinará que ésta deberá ser analizada con más detalle y por consiguiente se asignará un nivel de riesgo de “Requiere Mayor Análisis”. Finalmente, al término de cada sección se realizó un cálculo basado en el promedio de los valores resultantes de cada respuesta, así como se tomó en cuenta el nivel de incertidumbre registrado al final de cada sección para poder proporcionar un valor más certero a la calificación final. Posteriormente se obtuvo el promedio de las tres secciones del análisis para determinar el valor de riesgo final, fluctuando éste desde el nivel de “Riesgo Bajo” cuando se obtenga un valor menor a dos, hasta un nivel de “Riesgo Alto” cuando el resultado final nos arroje un valor mayor a tres y medio.

## RESULTADOS

### 1. Registros

Se completaron un total de 140 días de monitoreo en 19 visitas en los cuales se registraron un total de 823 individuos en las 5 estaciones, incluyendo los avistamientos registrados en la carretera que comunicaba entre éstas. Al finalizar las visitas se registraron un total de 9 especies, además de un híbrido (*Equus caballus* x *Equus asinus*), con un total de 823 individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Especies registradas por localidad en el PNCM en el municipio de Santiago, Nuevo León.

ESPECIE	PS	CDG	SI	LDS	LA	CAR	TOTAL
<i>Bos Taurus</i>	11	21	7	63	0	218	320
<i>Canis lupus familiaris</i>	50	74	27	52	3	70	279
<i>Capra hircus</i>	0	2	0	30	0	0	32
<i>Equus asinus</i>	2	0	9	13	0	2	26
<i>Equus caballus</i>	10	12	1	6	0	30	59
<i>Equus caballus</i> x <i>Equus asinus</i>	0	50	0	3	0	3	56
<i>Felis catus</i>	4	12	1	7	0	2	26
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	0	8	0	0	0	0	8
<i>Ovis aries</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sus scrofa</i>	0	0	0	16	0	0	16
TOTAL							823

La mayor cantidad de ejemplares se registraron en la carretera que une a las comunidades con 325 ejemplares, seguido por la comunidad de La Laguna de Sánchez con 191; y 179 ejemplares avistados en la comunidad de La Ciénega de González; finalmente siendo la comunidad de Los Mauricios donde menor cantidad de individuos se observaron con sólo 6 ejemplares (Figura 8).

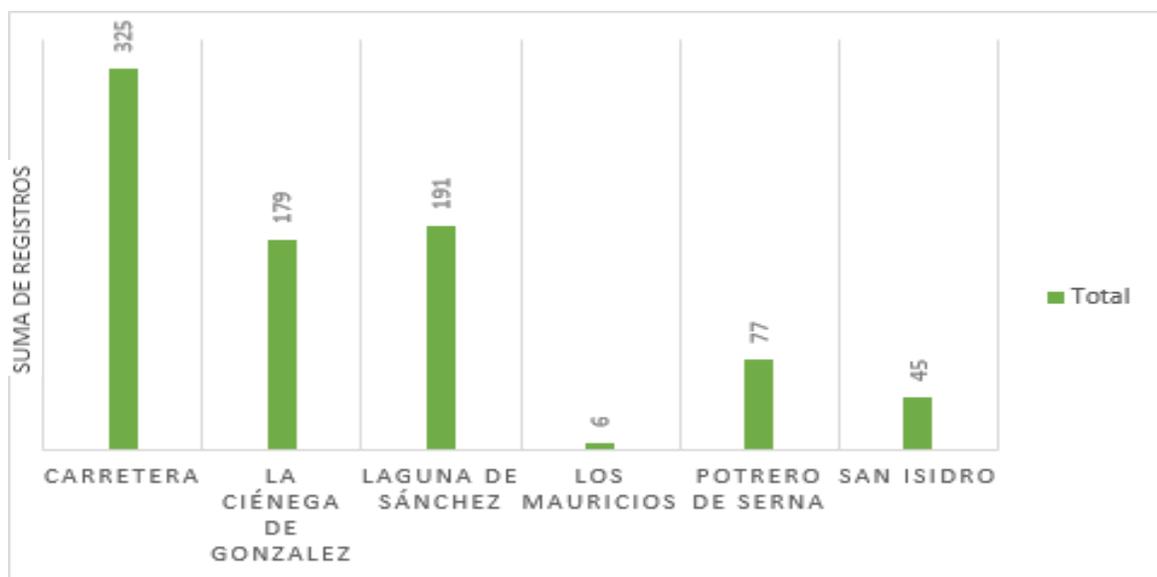


Figura 8. Cantidad total de ejemplares avistados por comunidad dentro del PNCM en el municipio de Santiago, Nuevo León.

Así mismo, la especie con mayor cantidad de avistamientos fue el ganado bovino (*Bos taurus*) con un total de 320 ejemplares seguido de los perros (*Canis lupus familiaris*) con un total de 279 ejemplares, cabe destacar que esta última especie fue la única que se pudo registrar en todas las localidades visitadas. La especie con menos ejemplares registrados fue el ganado ovino (*Ovis aries*), del cual solo fue posible registrar un ejemplar en cautiverio (Figura 9).

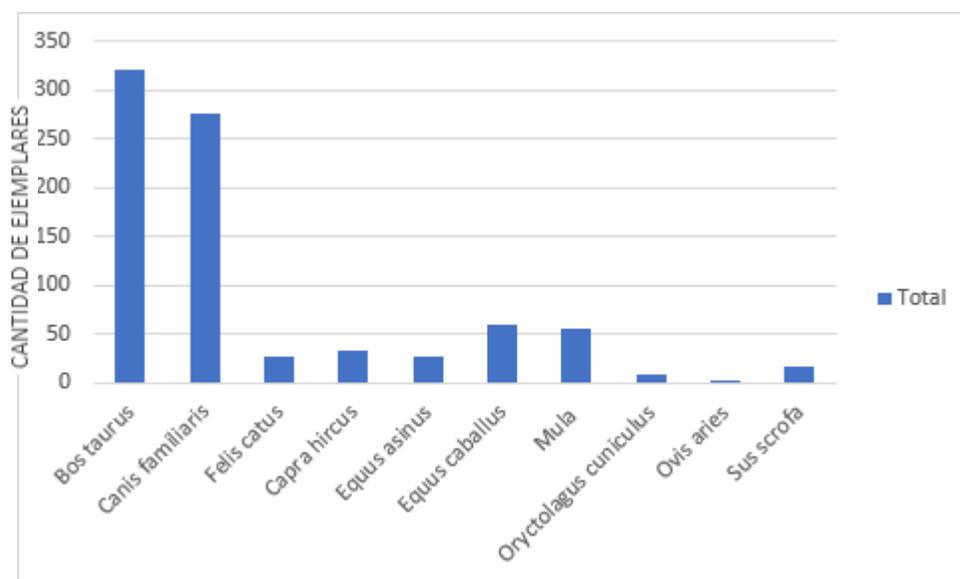


Figura 9. Cantidad de ejemplares por especie registrados en el PNCM dentro del municipio de Santiago, Nuevo León.

Respecto a los tipos de registros, la mayoría de estos se realizaron mediante avistamiento directo de los ejemplares con un total de 664, mientras que 154 fueron a través de las cámaras trampa (Figura 10). Solamente 21 fueron a través de excretas, 1 a través de huellas y 3 por restos de ejemplares encontrados en los monitoreos.



Figura 10. Ejemplares de perros (*Canis lupus familiaris*) registrados mediante cámara trampa en la comunidad de Potrero de Serna.

En los monitoreos se consideró el estado de libertad o cautiverio que presentaron los ejemplares vivos registrados (798), encontrándose con un mayor porcentaje de cautividad (51.12%) con un total de 408 ejemplares que presentaban algún tipo de restricción de movilidad o dispersión, mientras que los que se encontraban en libertad representaron el 48.87% con un total de 390 individuos registrados sin ningún tipo de restricción (Figura 11).

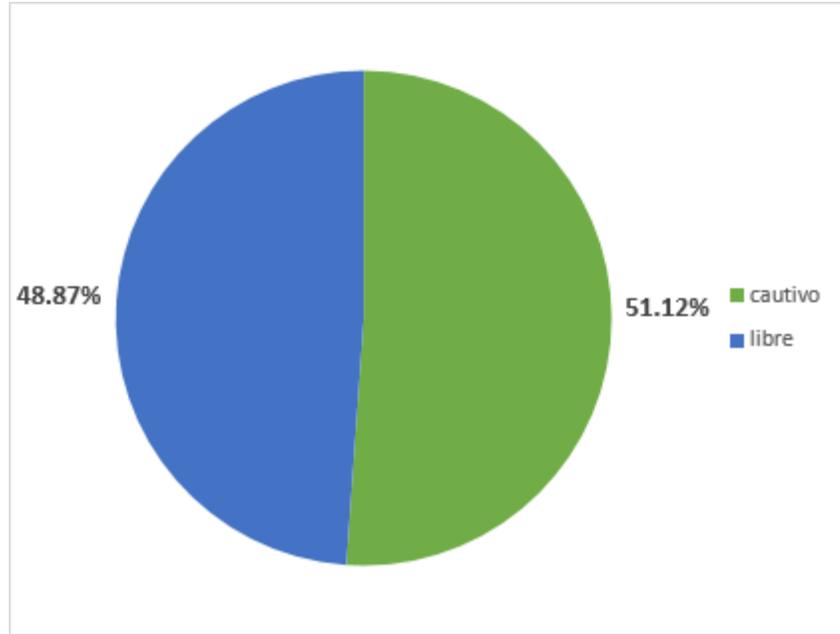


Figura 11. Proporción del estado de restricción que presentaron los ejemplares registrados respecto al total de avistamientos.

Aunado a esto, se registraron cuáles fueron las especies que presentaron una mayor tendencia a permanecer libres o cautivas, a lo que se encontró que, entre las dos especies con mayor número de registros en los monitoreos, el ganado bovino (*Bos taurus*) tendía a permanecer bajo algún tipo de restricción de movilidad mientras que los perros (*Canis lupus familiaris*) se observaron en su mayoría en libertad sin ninguna restricción para su dispersión (Figura 12).

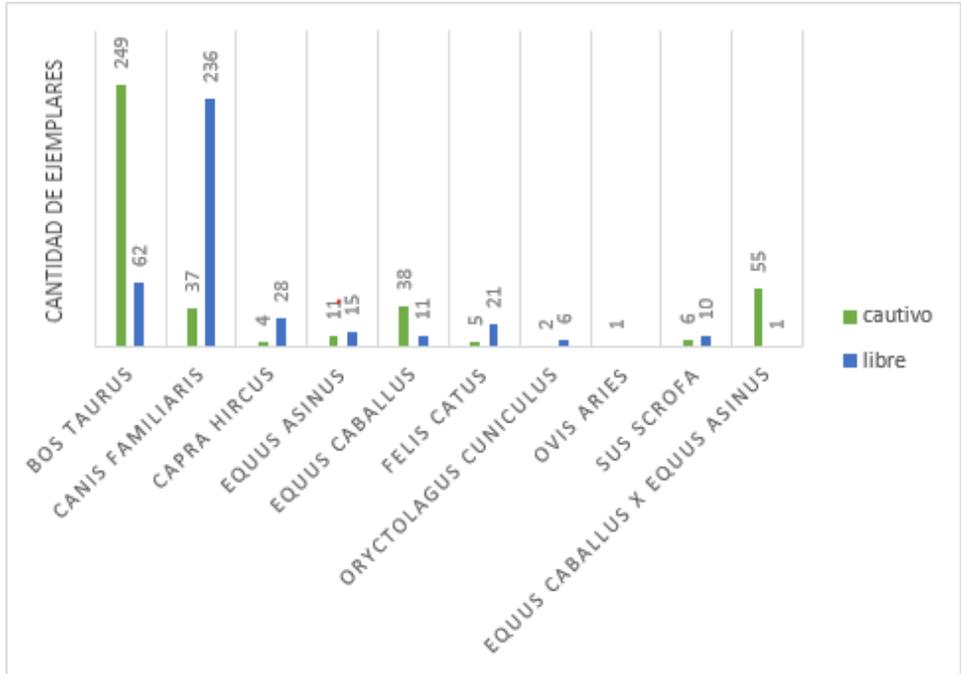


Figura 12. Proporción de los estados de restricción de movilidad o dispersión en las especies de mamíferos exóticos registrados dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey dentro del municipio de Santiago, Nuevo León.

## 2. Análisis de riesgo

El análisis de riesgo mediante la metodología de Baptiste *et al.* (2010) para cada una de las especies registradas se presenta en las siguientes secciones:

## 2.1 Ganado bovino (*Bos taurus* Linnaeus 1758)



Figura 13. Ejemplares de ganado bovino (*Bos taurus*) en cautiverio sobre la carretera que comunica a las comunidades de La Ciénega de González y San Isidro.

### VACA/CEBÚ (*Bos taurus* Linnaeus 1758) DATOS

#### DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Bos taurus* Linnaeus, 1758 (Figura 13)
2. **Sinonimias:** *Bos indicus* Linnaeus, 1758; *Bos primigenius* Bojanus, 1827
3. **Familia:** Bovidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Vaca, México, español; Res, México, español; ganado, México, español.
5. **Nombres comunes locales:** Vaca, res, ganado.
6. **Fecha evaluación:** 12/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido**

**aún?** **R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?** **R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP en su totalidad, coincide con los climas Aw (tropical húmedo), BWh (árido semicálido), BSh (semiárido semicálido), BSk (semiárido templado), Cw (templado); los cuales son algunos

de los climas en los que la especie en cuestión se distribuía originalmente (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Peel *et al.* 2007; CONANP 2020).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Siendo el ganado bovino el de mayor popularidad a nivel mundial para su crianza y consumo, esta especie se ha introducido prácticamente en todos los continentes incluida la Antártica, existiendo poblaciones ferales en distintos ecosistemas insulares y continentales (Ikagawa 2013). En el territorio nacional se reconocen poblaciones ferales constituidas por números de hasta miles de individuos (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Invasive Species Specialist Group ISSG 2020).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado).**

### **A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta.* Son una especie de rumiantes altamente adaptable, teniendo una dieta generalista con base en pastos, sin embargo, pudiendo consumir casi cualquier materia vegetal, siendo estos tallos, hierbas, follaje, granos y arbustos. (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor:** 3

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse una vez al año.* Mientras que originalmente en su distribución natural esta especie se reproduce en la temporada verano-otoño, debido a la amplia distribución mundial que actualmente tiene y por su uso como ganado doméstico, la reproducción de esta especie puede darse durante todo el año, sobre todo en áreas tropicales o cálidas. Ya que su tiempo de gestación es de aproximadamente 9 meses y su anestro normalmente varía entre 12 a 14 meses, éstas sólo pueden parir una vez al año (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor: 1**

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo (mamíferos  $\leq 4$ ).* Aunque lo normal es que esta especie tenga una cría por ciclo reproductivo, los nacimientos de gemelos no son raros en poblaciones domésticas, sin embargo, se desconoce la incidencia de éstos en poblaciones ferales (Álvarez-Romero y Medellín 2005; ISSG 2020).

**Valor: 1**

### **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

#### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como abundante.* El ganado bovino es la especie de mamífero con mayor popularidad debido a su alta demanda en la producción por sus diversos productos y subproductos. Se reconocen poblaciones tanto domésticas como ferales a lo largo de todo el planeta, incluyendo los ecosistemas insulares. En México, se reconocen poblaciones domésticas de miles de ejemplares, así como se han registrado poblaciones ferales con alto número de individuos (Álvarez-Romero y Medellín 2005). El PNCM, tiene una amplia presencia de esta especie debido a que se practica su ganadería, siendo tan solo en el municipio de Santiago dentro del ANP un total de 112 UPG hasta el 2013 (Ortíz-Hernández *et al.* 2013). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Bos taurus* obtuvo un total de 78.94% de registros en las visitas.

**Valor: 5**

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del ganado bovino (*Bos taurus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial y ecosistemas insulares (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor:** 5

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad.* Mientras que el ganado doméstico es conocido por mantenerse en grupos grandes y tener un rango de territorio no muy extenso, se ha podido observar un comportamiento completamente distinto en el ganado feral. Se han realizado estudios en distintos ecosistemas tanto continentales como insulares, a lo que se ha llegado a la conclusión de que el rango de movimiento de los individuos dependería del tipo de extensión territorial, así como de la disponibilidad de agua y alimento. Mientras que en los ecosistemas insulares y algunas áreas abundantes en alimento, el movimiento de los ejemplares era más restringido (Kimura e Ihobe 1985; Lazo 1995), un estudio realizado en el desierto Chihuahuense en el territorio nacional indicó que los grupos de ganado bovino feral podían recorrer distancias de hasta 20 km en promedio en un solo día, abarcando extensiones territoriales de un promedio de 47 km<sup>2</sup> (Hernández *et al.* 1999).

**Valor:** 5

##### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor*

*comercial*. El ganado bovino es el ganado de producción con mayor popularidad a nivel mundial, siendo éste distribuido a lo largo de todo el planeta debido a la gran cantidad de productos y subproductos que pueden obtenerse de éste. En México, se encuentra con una amplia distribución en todo el país, sobre todo al norte que es donde podemos encontrar las poblaciones domésticas y ferales de mayor tamaño (Álvarez-Romero y Medellín 2005). En el PNCM, se reconoce la ganadería de subsistencia por las comunidades locales como una de las actividades económicas de mayor importancia para el sostén de los pobladores, siendo tan solo el municipio de Santiago el que más UPG alberga, contabilizando 112 unidades de producción bovina en este municipio hasta el 2013, con un promedio de 6 ejemplares por productor (Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

**Valor: 5**

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que utiliza esta especie pueden variar desde los terrestres con manejo como granjas, tierras agrícolas, áreas periurbanas y urbanas; como a los ambientes terrestres naturales sin manejo como los bosques, pastizales y matorrales.

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.428571429**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

#### **SECCIÓN B – IMPACTO**

##### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

##### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.*

**Valor: 1**

## **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* El ganado vacuno se encuentra identificado como la séptima especie más dañina para los vertebrados a nivel global (Bellard *et al.* 2016). Son una amenaza latente para las aves nativas y otros pequeños mamíferos y pequeños reptiles de las regiones que invaden, debido a que destruyen el hábitat y las desplazan, además de la destrucción de nidos y madrigueras. La destrucción de hábitat se da mediante el pastoreo excesivo, así como al pasar y erosionar el suelo con su peso ya que son animales de gran tamaño, lo que también provoca que la vegetación nativa sufra un cambio en su composición, además de afectar los ciclos del nitrógeno (Micol y Jouventin 1995; Bakker *et al.* 2003). Además, son competidores directos de otros herbívoros, ya que, al ser ejemplares de gran tamaño, su consumo de alimento es alto (Álvarez-Romero y Medellín 2005). Sin embargo, también existen estudios que evidencian que el pastoreo por parte de herbívoros de gran tamaño puede ayudar a animales de menor tamaño a acceder a alimento ya que los estímulos a la vegetación mediante el pastoreo, la recepción de nutrientes mediante la defecación y orina ayudan al crecimiento de ciertas especies (Gordon 1988).

**Valor:** 5

## **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Debido a su gran tamaño, así como a sus hábitos de alimentación, el ganado vacuno ya sea doméstico o feral puede ejercer un gran daño sobre los ecosistemas que invade, ocasionando a su paso erosión severa del suelo, así como un impacto en la composición vegetal de las zonas, afectando negativamente con esto a distintas especies tanto animales como vegetales (Álvarez-Romero y Medellín 2005). Además, por medio de su defecación ejerce un impacto directo en los ciclos minerales de la vegetación, afectando con esto el crecimiento de algunas especies y facilitando el de otras no siempre nativas a la región, ya que esta especie también puede fungir como dispersor

de semillas de plantas tanto nativas como exóticas (Bakker *et al.* 2003).

**Valor:** 15

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* El ganado vacuno, debido a su alta demanda y popularidad como animal de producción, se encuentra distribuido en poblaciones tanto domésticas como ferales en casi todos los ecosistemas del mundo, tanto continentales como insulares (ISSG 2020). En México, esta especie se encuentra distribuida a lo largo de todo el territorio nacional, identificándose toda la zona norte del país con la mayor concentración de individuos de esta especie, existiendo incluso un registro de una colonia feral compuesta por miles de individuos (Hernández *et al.* 1999; Álvarez-Romero y Medellín 2005). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie, las cuales ya se encuentran presentes dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

#### **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

##### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* La ganadería de bovinos en México es una de las actividades económicas de mayor importancia, siendo el norte de México la zona en donde mayor cantidad de unidades ganaderas existen, y contabilizando hasta 112 UPG de bovinos dentro del municipio de Santiago en las

delimitaciones del PNCM (Ortíz-Hernández *et al.* 2013); sin embargo, el pastoreo libre de esta especie sin un control alguno, puede llegar a provocar un impacto económico negativo. En el PNCM también se llevan a cabo actividades agrícolas como el cultivo de papa, maíz, avena, trigo, entre otros alimentos que podrían llegar a verse directamente afectados por ejemplares ferales o de libre pastoreo (Estrada-Castillón *et al.* 2013). Además, el ganado vacuno es portador de enfermedades de origen parasitario, bacteriano, viral e incluso por medio de priones las cuales son de alta importancia para las otras especies domésticas y esto podría representar una pérdida económica de no tener un buen manejo y control sobre los animales que se mantengan libres. Estas enfermedades también pueden tener un impacto directo en el humano, afectando no solo a un nivel social sino económico al ser las comunidades del PNCM alejadas de servicios de salud básicos que podrían suponer una pérdida económica en la necesidad de acceder a los mismos (Rodríguez-Vivas *et al.* 2015).

**Valor:** 3

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Existen distintos registros de daños que esta especie ha provocado a infraestructura, siendo las colisiones con vehículos motorizados las más comunes (Ikagawa 2013). Además, se conoce que esta especie muchas veces puede llegar a destruir las vallas de los corrales, entre otras infraestructuras.

**Valor:** 3

## **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* El ganado vacuno, siendo el ganado de mayor distribución en el mundo y el territorio nacional, es vector de muchas enfermedades tanto endémicas como exóticas que

pueden impactar fuertemente a otras especies domésticas, silvestres e incluso al humano. Desde enfermedades parasitarias como *Eimeria* spp., Toxoplasmosis, *Fasciola hepática*, entre otros; como enfermedades bacterianas de alta importancia como la Tuberculosis bovina y la Brucelosis, con un alcance de importancia tanto en la vida silvestre como en la salud humana, siendo incluso consideradas enfermedades de reporte obligatorio (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria 2020). También se encuentran las enfermedades virales como la rabia o la estomatitis vesicular bovina; hasta la enfermedad de Encefalopatía Espongiforme Bovina la cual es provocada por un prión. Además, el ganado bovino puede ser portador de distintos vectores como las garrapatas, moscas y mosquitos que son transmisores de distintas enfermedades de alta importancia (Esteban-Redondo e Innes 1997; Van-Campen y Ryhan 2010).

**Valor:** 5

### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* A pesar de que el ganado bovino es la especie doméstica de producción con más distribución alrededor del mundo, este ganado conserva aún sus características etológicas desde su antepasado, el Uro, conocido por su temperamento agresivo. Los procesos de domesticación han ocasionado que los ejemplares que se mantienen en cautiverio presenten un carácter manso y manejable, sin embargo, es bien sabido que éstos requieren que sea constante y por medio de personal conocedor de esta especie para asegurar una manipulación segura en la mayoría de los casos. Históricamente, se conoce que los machos de esta especie han sido utilizados por diversas culturas para peleas y otras actividades que requerían la explotación de esta característica etológica, hasta lo que actualmente se sigue llevando a cabo como son las corridas de toros en las que la selección de la agresividad es una característica imprescindible para la creación y crianza de esta raza, la cual presenta un temperamento de combatividad desde cría, incluso en las hembras, las cuales es bien sabido que presentan un comportamiento especialmente agresivo al proteger a las crías. Eso hace del ganado bovino una especie peligrosa si se mantiene en un estado feral, ya que con su gran tamaño alcanzando pesos de hasta 1 tonelada, además de que la

mayoría de los ejemplares presentan una poderosa cornamenta, pueden provocar daños de especial importancia e incluso la muerte a otros animales o a los humanos (Jiménez-Blanco 2015).

**Valor:** 10

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (ISSG 2020). En el PNCM, el uso de plantas medicinales y la agricultura de subsistencia se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor:** 3

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 4.166666667**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

**SECCIÓN C – MANEJO.**

**C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* En distintos ecosistemas, sobre todo los insulares, se han llevado a cabo diversas campañas de control para las especies introducidas, incluyendo el ganado bovino. Algunas de las técnicas utilizadas para estos ejemplares incluyen sobre todo la colocación de cercados para evitar el ingreso o libre movimiento de los ejemplares

al interior de las áreas naturales, así como también se han realizado campañas de extracción de los ejemplares, muchas veces llevándose a continente para ser aprovechados en ranchos productores. En algunas ocasiones también se han propuesto campañas de erradicación mediante la cacería, sin embargo, esta especie no es lo suficientemente atractiva para los cazadores por su nulo potencial cinegético (Ikagawa 2013). En otros lugares, se ha optado por aplicar un control de fertilidad debido a la antipatía del público respecto a los métodos de control letal, para evitar la reproducción de esta especie, sin embargo, estos métodos son poco prácticos ya que generalmente es necesaria la captura y recaptura del ejemplar para una segunda dosis del medicamento para asegurar la infertilidad del individuo (Massei *et al.* 2018).

**Valor:** 1

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas.* Debido a su calidad como la especie de preferencia para ganadería tanto comercial como de subsistencia, los esfuerzos para el control o erradicación de esta especie han sido poco efectivos en distintas áreas, incluso en ecosistemas insulares, en donde estrategias de erradicación de otras especies introducidas han sido exitosas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013; Ikagawa 2013). Además, en los últimos años, movimientos a favor de los derechos de los animales han mostrado una oposición hacia los métodos de control letal, lo que muchas veces ha orillado a los gobiernos a gestionar leyes que incluso llegan a proteger a las poblaciones ferales, obligando con esto a los manejadores de vida silvestre a buscar otras opciones de manejo como el control reproductivo, que si bien han mostrado ser estrategias que controlan una parte de la población, la aplicación a las comunidades conformadas por miles de ejemplares resulta casi imposible, provocando con esto que el manejo sea mucho menos efectivo o tenga una nula efectividad (Massei *et al.* 2018).

**Valor:** 3

### **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

#### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).*

**Valor:** 1

#### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Mientras que muchas veces el ganado bovino no es considerado para análisis económicos de costos por impactos y control, los costos que tendrían que invertirse en campañas para el manejo de esta especie podrían compararse con aquellos que son utilizados para el control de poblaciones ferales de caballos y burro, los cuales generan un impacto similar. En el 2000, Pimentel *et al.* calcularon un costo aproximado de \$5 millones de dólares al año. Por otro lado, los métodos de control reproductivo sugieren un bajo costo de producto, sin embargo, tomando en cuenta que las poblaciones ferales pueden constar hasta de miles de individuos, además del costo de captura y manejo, los costos podrían incrementarse hasta cientos de dólares por ejemplar (U.S. Wildlife Services 2010).

**Valor:** 5

### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27 bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se

enfatisa en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Al ser esta especie de una importancia alta para el desarrollo económico del sector ganadero productivo, así como una especie de bajo mantenimiento para los pequeños productores, los programas de control podrían beneficiar a éstos mediante la adquisición de ejemplares silvestres para su aprovechamiento local, ya que en el PNCM la ganadería de subsistencia es una práctica común, sobre todo practicada en el municipio de Santiago, siendo éste el que alberga el mayor número de UPG con 112 tan solo de producción bovina (Ortíz-Hernandez *et al.* 2013). Sin embargo, estas comunidades generalmente no cuentan con las instalaciones adecuadas para realizar un manejo de poblaciones tanto domésticas como ferales, por lo que, si el método de elección fuera

el control reproductivo, los pobladores podrían ver afectada su economía al no percibir un tipo de apoyo para la regulación o aprovechamiento sustentable del ganado.

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 2**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.531746032**

**NIVEL DE RIESGO: ALTO RIESGO (Tabla 3)**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 3. Resultados de análisis de riesgo para ganado bovino (*Bos taurus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>		
<b>Datos de la Evaluación</b>		
1.	Nombre del taxón	<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias	<i>Bos indicus</i> Linnaeus, 1758; <i>Bos primigenius</i> Bojanes, 1827
3.	Familia	Bovidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas	Vaca, México, español; Res, México, español; ganado, español
5.	Nombres comunes locales	Vaca, res, ganado
6.	Fecha evaluación	12/10/2020
7.	Nombre evaluador	Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación	Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
Subtotal Sección A		<b>4.428571429</b>
% incertidumbre Sección A		0
Subtotal Sección B		<b>4.166666667</b>
% incertidumbre Sección B		0
Subtotal Sección C		2
% incertidumbre Sección C		0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>		<b>3.531746032</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>		<b>ALTO RIESGO</b>
%incertidumbre total		0

## 2.2 Perro doméstico (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758)



Figura 14. Ejemplar de perro (*Canis lupus familiaris*) en estado libre en comunidad de San Isidro.

### **PERRO DOMÉSTICO (*Canis lupus familiaris* Linnaeus**

#### **1758) DATOS DE LA EVALUACIÓN**

- 1. Nombre del taxón:** *Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758 (Figura 14)
- 2. Sinonimias:** *Canis familiaris* Linnaeus, 1758; *Canis familiaris domesticus* Linnaeus, 1758.
- 3. Familia:** Canidae
- 4. Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Perro doméstico, México, Español.
- 5. Nombres comunes locales:** Perro
- 6. Fecha evaluación:** 27/07/2020
- 7. Nombre evaluador:** Katya Ortíz
- 8. Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo. Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP coincide con

Cwa – Clima templado subhúmedo, con invierno seco y verano cálido, así mismo, existen antecedentes de su introducción en otras áreas del país con diferente clima (García-Aguilar y Gallo-Reynoso 2008; Weber 2010; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013) los cuales coinciden con distintos climas de la región de origen de la especie (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Peel *et al.* 2007).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Los perros domésticos se consideran una de las especies introducidas con mayor distribución, sobre todo en las islas de todo el mundo, destacando su presencia en las de México como un grave problema a la biodiversidad (Álvarez-Romero y Medellín 2005; CANEI 2010). Existen numerosos reportes de la invasividad de los perros ferales en áreas protegidas de todo el mundo (Holderness-Roddam 2001; Gompper 2013).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado).**

### **A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta y tiene hábitos predatorios.* Mientras que la especie pertenece al orden Carnívora, son animales generalistas y oportunistas con una alta capacidad depredadora, la cual varía dependiendo del área geográfica en donde se encuentren, incluyendo en su dieta fuentes de materia vegetal e incluso huevos de distintas especies, como las depredaciones a huevos de tortugas registradas en algunas islas. (March y Martínez 2007; Gompper 2013).

**Valor:** 5

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse dos veces al año.* Mientras que los machos de la especie alcanzan su madurez sexual aproximadamente a partir de los 6 meses y se mantienen fértiles de por vida, las hembras pueden variar en alcanzar la madurez sexual entre los 6 y 24 meses, manteniendo un ciclo estral de dos estros al año, generalmente a principio de primavera y otoño (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor:** 3

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene muchas crías viables por ciclo reproductivo (>4).* Se conoce que el número de crías por camada puede variar de entre 3 y 10, sin embargo, los números varían dependiendo del ejemplar, ya que se ha encontrado una relación entre la edad y tamaño de los padres respecto al número de cachorros (Gompper 2013). A pesar de esto, se ha encontrado evidencia que demuestra que el endometrio de las perras solo puede atravesar ciertos cambios fisiológicos para llevar a cabo la gestación respecto a un cierto número de embriones, por lo que se sugiere que entre más grande sea la camada más éxito reproductivo tendrá la camada (Sánchez y Arias 2017).

**Valor:** 5

## **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN.**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como abundante.* Los perros al tratarse de una especie íntimamente ligada al hombre han sido reportados en casi todas las áreas naturales de México, sobre todo en las islas de mayor tamaño (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Así mismo, los estudios de abundancia en México han arrojado una abundancia alta respecto a la presencia de la especie en distintas áreas naturales (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Gallo y García 2008). Respecto a la abundancia en el área de estudio, mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo, la especie será clasificada como alta cuando se registren uno o

menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio de la metodología especificada en el presente estudio, la especie *Canis lupus familiaris* obtuvo un total de 100% de registros en las visitas.

**Valor: 5**

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del perro (*Canis lupus familiaris*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor: 5**

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad.* Mientras que la capacidad de dispersión de esta especie en particular puede ser altamente influenciada por su estado de domesticación (Rodríguez y López 2019), se ha demostrado en diversos estudios una alta capacidad de dispersión tanto de perros domésticos sin restricción de movimiento como de perros en estado feral, a pesar de no mostrar patrones de migración (Duarte *et al.* 2016). Se han observado rangos de hasta más de 900 Ha con un alcance de hasta 30km en búsqueda de alimento en Gran Bretaña (Meek 1999), más de 104 Ha en Australia (Dürr y Ward 2014). La presencia de asentamientos humanos influye fuertemente en ambos casos puesto que esta especie se beneficia directamente de la presencia humana en la disponibilidad de alimento, lo cual en el caso particular del PNCM en el área del municipio de Santiago esto podría significar una dispersión mayor que en los otros municipios debido a que éste alberga la mayor cantidad de asentamientos humanos dentro del ANP (Aragón-Palacios 2013).

**Valor: 5**

#### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial.* En México, así como en muchas otras partes del mundo, el perro doméstico se ha convertido en un animal de compañía con alto valor sentimental, por lo que su valor comercial para venta como mascota es una actividad muy común habiendo incluso federaciones canófilas que promueven la crianza de razas, además, a lo largo de la historia ha tenido múltiples usos, por ejemplo, en el México prehispánico se le atribuyeron características espirituales a los ejemplares prehispánicos los cuales son una parte importante de la mitología de los pueblos nativos, utilizándose en rituales religiosos (Azúa y España 2005). Actualmente, en las ANP funge principalmente como compañero de caza y como protección tanto para el humano como para el ganado, sin embargo, se pudo constatar que ante la presencia de turismo también se presentaba la presencia de perros como animales de compañía, a veces incluso sin una restricción física para evitar su escape y libre movimiento.

**Valor: 5**

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie van desde las áreas cultivadas, bosques con manejo, plantaciones, áreas sujetas a disturbios antropogénicos, áreas periurbanas, bosques naturales, praderas, orillas de ríos, tundra, matorral, desiertos, así como áreas costeras.

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.857142857**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

## **SECCIÓN B – IMPACTO**

### **B1 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

#### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *Hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.* Dentro del PNCM se encuentran poblaciones de coyotes (*Canis latrans*), este fenómeno se ha observado en otras áreas naturales de México, como por ejemplo el caso de perros híbridos de lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) así como en otras partes del mundo, como en el caso de Estados Unidos en los que incluso se realizan hibridaciones intencionales con lobos (*Canis lupus*) (Bergman *et al.* 2009), o el caso del lobo de Etiopía (*Canis simensis*) (Young *et al.* 2011), así como se considera que el Dingo en Australia está en peligro de extinción debido a la hibridación (Brickner 2002). Incluso, se conocen dos tipos de perros mesoamericanos derivados de la hibridación de los perros que originalmente se introdujeron al continente en compañía del hombre y terminaron produciendo hibridaciones entre lobos y coyotes (Valadez y Rodríguez 2013). Se conoce que la hibridación con especies nativas puede ocasionar consecuencias negativas como un aumento de la capacidad de adaptación de las especies invasoras al ambiente, así como ejemplares más agresivos (Badii y Landeros 2007; Bergmann *et al.* 2009).

**Valor:** 5

#### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Se ha demostrado en distintas localidades un traslape entre el rango territorial de especies nativas y de perros que tienen acceso a las áreas naturales, sobre todo en aquellas que de alguna manera han sido modificados en su parcialidad o totalidad por el ser humano, ya que su presencia se encuentra estrechamente relacionada a la presencia de este último (Dos Santos *et al.* 2018; Mella-Méndez *et al.* 2019). A pesar de que los eventos de

conflicto entre perros y fauna silvestre en su mayoría se tratan de eventos de depredación, existen algunos registros de competencia con otros carnívoros como los linces rojos, coyotes, pumas, osos, entre otros; siendo todas estas especies que se encuentran presentes en el PNCM (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Bergman *et al.* 2009; Gompper 2019) e incluso reptiles (Iverson 1978), sobre todo en la conducta de marcaje territorial que eventualmente desplaza a otras especies por medio de la intimidación (Zapata-Ríos y Branch 2016) o su mera presencia ha demostrado tener un impacto negativo en la presencia de aves por miedo y estrés (Doherty *et al.* 2017). Así mismo, a pesar de la tendencia de los perros a comer alimentos derivados de los humanos, se han registrado un gran número de especies animales de casi todos los grupos que son sujetas a depredación por perros tanto domésticos como ferales, por lo que la competencia por alimento sobre todo de éstos últimos con otros carnívoros, así como su tendencia a crear jaurías o ser carroñeros oportunistas puede impactar negativamente en los depredadores nativos (Bergman *et al.* 2009; Marks & Duncan 2009; Doherty *et al.* 2017; Dos Santos *et al.* 2018; Gompper 2019).

**Valor:** 5

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Si bien los hábitos de la especie no incluyen la creación de madrigueras o impactos directos al ecosistema, los perros pueden generar impactos a éste mediante la depredación, extinción o desplazamiento de especies clave para la conservación ya sea por el control de poblaciones vegetales o como dispersores de semillas, sobre todo si se encuentran en ecosistemas insulares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). En el área de estudio, existe una población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la cual podría ser afectada directamente por esta especie ya que se han registrado ataques a cérvidos anteriormente (Bergman *et al.* 2009), lo que podría resultar en una afectación indirecta al ecosistema ya que éste, así como otras especies, actúa como dispersor de semillas e ingenieros del ecosistema (Medina-Torres *et al.* 2008). Así mismo, al desplazar a otros

depredadores, puede promover la proliferación sin control de otras especies que a su vez pueden impactar negativamente en el ecosistema. Sin embargo, esto a su vez puede tener efectos positivos cuando las especies desplazadas por los perros se tratan de otros depredadores exóticos que pueden poner en peligro de extinción a especies nativas (Gompper 2019).

**Valor:** 15

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* A lo largo del país y del mundo, se han observado impactos de distinta índole de esta especie, sobre todo en los ecosistemas insulares (Medellín *et al.* 2000; Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua IMTA *et al.* 2007; Álvarez-Romero *et al.* 2008; Gompper 2019). El PNCM, al igual que muchas ANP de México, tiene en su interior numerosas comunidades humanas rurales en las cuales se llevan a cabo actividades económicas de subsistencia, siendo Santiago el municipio con el mayor número de comunidades dentro de las delimitaciones del ANP (Aragón-Palacios 2013). La presencia de perros domésticos es común ya que ésta especie cumple funciones tanto de protección como de compañía.

**Valor:** 5

#### **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

##### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* En tan solo Estados Unidos, Bergman *et al.* (2009) estimaron costos anuales por daños ocasionados por perros ferales y encontró una pérdida de >\$620 millones de dólares. En distintos países del mundo han sido documentados los distintos impactos negativos que esta especie puede provocar dentro de las distintas actividades económicas que se llevan a cabo en las áreas naturales, sobre todo en la ganadería, Pimentel *et al.* (2000) reportando una pérdida de 10

millones de dólares anuales tan sólo en Estados Unidos. La depredación de ganado por jaurías de perros ferales ha sido documentada ampliamente en distintas áreas del mundo, así como también representan un riesgo a la salud animal y por consiguiente a la humana como vectores de enfermedades tanto parasitarias, bacterianas y virales, siendo esto también una forma de pérdida económica al gastar recursos en el sector salud, reportándose pérdidas en Estados Unidos de alrededor de 250 millones de dólares al año (Pimentel *et al.* 2000), y haciendo especial énfasis en la rabia humana transmitida por perros la cual es causante del 99% de los casos de fatalidades humanas en el mundo (Hughes y Macdonald 2013); así mismo, la depredación de especies nativas que son aprovechadas para la cacería cinegética como el venado también pueden provocar impactos económicos considerables (Álvarez-Romero *et al.* 2008). Por el contrario, la presencia controlada de perros utilizada para resguardar el ganado es una de las funciones más comunes de la especie dentro de las áreas rurales, ya que protegen al ganado o las plantaciones de depredadores tanto nativos como exóticos que pueden causar daños económicos, sin embargo, se estima que el beneficio económico de estas pequeñas poblaciones es muy pequeño comparado con el impacto negativo económico anual reportado en otras (Gompper 2019).

**Valor:** 5

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.*

Los perros tienen el hábito de orinar para marcar territorio, lo que a largo plazo puede provocar un efecto corrosivo en las rejas de metal, además de que al no tener la especie el hábito de enterrar sus excretas, éstas se vuelven un problema en áreas urbanas como parques y banquetas. Además, los perros de libre albedrío pueden ocasionar accidentes viales, daño a la propiedad privada como algunos casos que se han observado de perros dañando estructuras de casas o vehículos (Instone y Sweeney 2013; García-Trevijano 2020).

**Valor:** 5

### **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

#### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Existen numerosas enfermedades documentadas transmitidas por perros hacia el hombre y las especies de producción; siendo una de las zoonosis de mayor importancia a nivel mundial la rabia, del cual se conoce que el 99% de los casos en humanos son transmitidas a través del perro (Hughes y Macdonald 2013). En el caso de la fauna nativa ésta también presenta un alto riesgo de contagio por diferentes patógenos transmitidos por los perros o sus ectoparásitos, sobre todo para la fauna nativa ubicada en parques urbanos o en las afueras de las zonas urbanas, siendo el caso del PNCM un área natural rodeada también por la mancha urbana. Estos impactos a la salud de la fauna silvestre pueden ser tan severos como la extinción de especies como es el caso del hurón de patas negras (*Mustela nigripes*) y no se reduce a mamíferos, como es el caso de la presencia de *Mycoplasma* en las tortugas del desierto (*Gopherus agassizii*) (Suzán y Ceballos 2005; Álvarez-Romero *et al.* 2008; Doherty *et al.* 2017).

**Valor:** 5

#### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* A pesar de que los perros son la especie doméstica de la que se tienen los registros más antiguos, los perros tienden a presentar una conducta territorial y agresiva con personas desconocidas, además de que al ser depredadores poseen una dentadura y mordida bastante poderosa con dos caninos superiores bien desarrollados que pueden infligir un daño considerable. En diferentes partes del mundo se han registrado ataques de perros en condición de calle o ferales a humanos, a veces incluso provocando la muerte de las personas en cuestión, reportándose tan solo en Estados Unidos una media de 11 a 14 muertes por año a causa de ataques de perros, sobre

todo de niños, así como un aproximado de 4.7 millones de personas atacadas de las cuales 800,000 requirieron atención médica (Pimentel *et al.* 2000; Nyhus 2016). En México, se han registrado diversos ataques a personas, así como un incremento en los reportes de las jaurías, resaltando algunos en áreas cercanas al PNCM (Flores 2017; Gudiño 2019).

**Valor:** 10

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Mientras que la afectación de las jaurías de perros ferales podrían impactar directamente en la disponibilidad de alimento o recurso de los habitantes de PNCM ya que muchos de los productores practican la ganadería de subsistencia (Ortiz-Hernández *et al.* 2013); en la historia mexicana el perro ha figurado como un símbolo cultural que ha acompañado incluso a las civilizaciones prehispánicas en ritos religiosos, además de ser actualmente considerado como un animal de compañía de importancia sentimental e incluso de protección (Valadez-Azúa y Mendoza España 2005).

**Valor:** 1

**SUBTOTAL SECCIÓN B:** 4.666666667

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B:** 0

**SECCIÓN C – MANEJO.**

**C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* Debido al gran impacto que ha representado la especie sobre todo en los ecosistemas insulares, se han desarrollado numerosas estrategias para su control y en algunos casos, erradicación (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Entre estos métodos de control se encuentran la captura y translocación a áreas urbanizadas o continentales (en el caso

de ecosistemas insulares); trampeo y eutanasia de perros callejeros y asilvestrados; cacería terrestre por medio de rifle sanitario; cebos de carne envenenada con monofluoroacetato de sodio en Australia; así como métodos de control natal en poblaciones domésticas y concientización a la población humana (Weber 2010, Kreplins *et al.* 2018).

**Valor:** 1

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control en otras áreas han sido poco efectivas.* En los ecosistemas continentales las medidas de control han surgido poco efecto debido a la capacidad de la especie de establecerse y sobrevivir en ambientes poco perturbados, así mismo, debido a la estrecha relación tanto emocional como de trabajo que tiene con el hombre, el control de esta especie se ha concentrado en la erradicación de las poblaciones ferales y sin dueño así como en campañas de tenencia responsable en las que no permiten a los dueños dejar salir libres a sus perros sin supervisión (Bergman *et al.* 2009; Weber 2010). En los ecosistemas insulares de México se han registrado casos de éxito como el de la isla de Guadalupe y el Archipiélago Todos Santos en el que las poblaciones ferales fueron eliminadas por completo (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 3

## **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres* (ISSG 2020).

**Valor:** 1

### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Los perros, al ser una especie con una población extensa a lo largo de todo el territorio, además de ser una problemática que se maneja en distintos niveles (perros de libre albedrío, perros callejeros y

perros ferales), necesitan programas de control con distintas estrategias como la erradicación, control de poblaciones, educación ambiental y medidas preventivas de bioseguridad. Tan solo en las islas de México, los costos de la campaña exitosa en Isla Guadalupe ascendieron a un total de 700,500.00 pesos mexicanos (Aguirre-Muñoz 2013). Así mismo, Pimentel (2005) estimó un costo total de daños y control asociado a perros de \$620 millones de dólares tan sólo en Estados Unidos.

**Valor:** 5

#### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI. Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27 bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones

silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor: 3**

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Existen registros de una estrategia de erradicación realizada en Australia por medio de cebos envenenados, sin embargo, éstos eran consumidos en su mayoría por fauna nativa generando un impacto directo a ésta (Kreplins *et al.* 2018), por lo que esta es una estrategia que no se recomienda debido al impacto negativo que puede conllevar en la fauna silvestre. En México, se han utilizado estrategias más directas como el trampeo y eutanasia y el rifle sanitario (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013), las cuales no generan un impacto a la fauna silvestre nativa; además de que, al ser una especie íntimamente ligada al hombre y sus actividades, las medidas de control se han concentrado también en la tenencia responsable al no permitir el libre albedrío de los perros sin supervisión, así como en la educación ambiental (CANEI 2010; Weber 2010.)

**Valor: 1**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 1.75**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.757936508**

**NIVEL DE RIESGO: ALTO RIESGO (Tabla 4)**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 4. Análisis de riesgo para perro doméstico (*Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>		
<b>Datos de la Evaluación</b>		
1.	Nombre del taxón	<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias	<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758; <i>Canis familiarus</i> Linnaeus, 1758
3.	Familia	Canidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas	Perro doméstico, México, Español
5.	Nombres comunes locales	Perro
6.	Fecha evaluación	27/07/2020
7.	Nombre evaluador	Katya Lizeth Ortíz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación	Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
Subtotal Sección A		<b>4.857142857</b>
% incertidumbre Sección A		0
Subtotal Sección B		<b>4.666666667</b>
% incertidumbre Sección B		0
Subtotal Sección C		<b>1.75</b>
% incertidumbre Sección C		0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>		<b>3.757936508</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>		<b>ALTO RIESGO</b>
%incertidumbre total		0

### 2.3 Cabra doméstica (*Capra hircus* Linnaeus 1758)

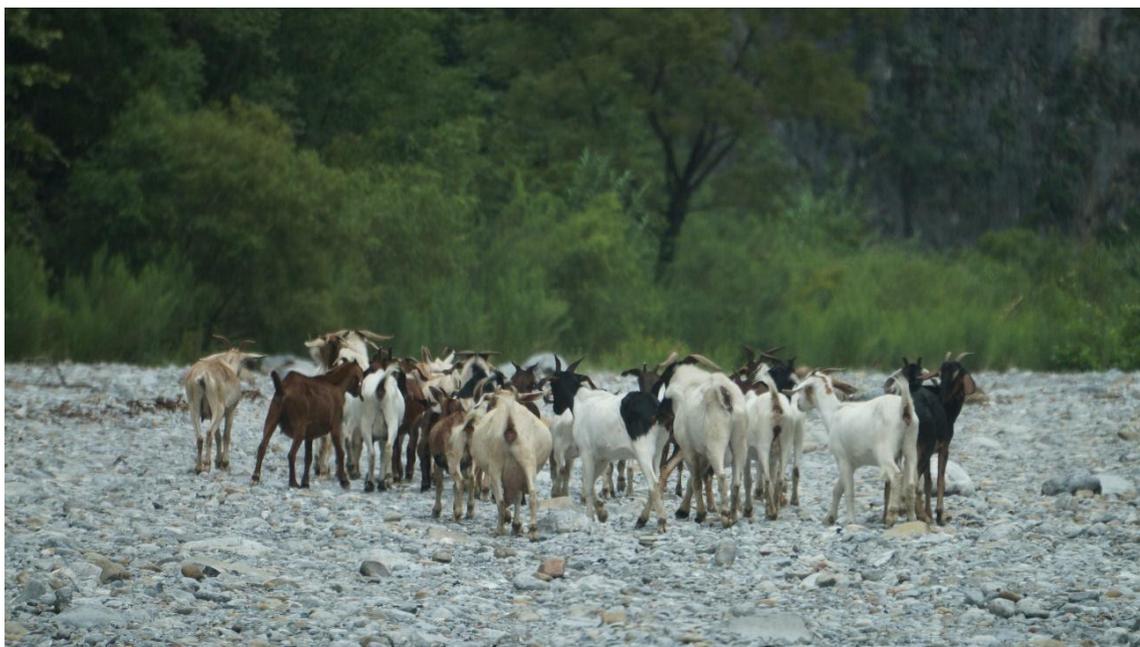


Figura 15. Rebaño de cabras domésticas (*Capra hircus*) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.

#### CABRA (*Capra hircus* Linnaeus 1758)

##### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Capra hircus* Linnaeus, 1758 (Figura 15)
2. **Sinonimias:** *Capra aegagrus hircus*
3. **Familia:** Bovidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Cabra, México, Español; Chiva, México, Español
5. **Nombres comunes locales:** Cabra; chiva
6. **Fecha evaluación:** 11/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el

ANP en su totalidad, coincide con el clima Bwk (Clima seco árido - cálido), BWh (Muy árido semicálido) y BSh (Semiárido semicálido) el cual es en el que originalmente se distribuía la especie. Así mismo, se registra que la cabra se ha reportado como invasor en climas As y Aw (Clima ecuatorial húmedo), Bs (seco árido) y Cw (Templado húmedo con invierno seco) (Álvarez-Romero y Medellín 2005), climas que se encuentran en la extensión del ANP (CONANP 2020).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* La cabra se reporta con distribución mundial ya que es una especie asociada al hombre (Álvarez-Romero y Medellín 2005), sin embargo sus impactos y calidad de invasora han sido de mayor importancia en ecosistemas insulares de distintas partes del mundo (Campbell y Donlan 2005; Chynoweth *et al.* 2013), así como en distintas partes de México en donde su control y erradicación se analiza debido a los impactos que conlleva su presencia, encontrándose la cabra como la especie #6 en la clasificación de las especies que más amenazan a los vertebrados (IMTA *et al.* 2007; Bellard *et al.* 2016).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado). A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta.* Esta especie se alimenta principalmente por hojas y ramas, sin embargo, es conocida por su alta adaptabilidad para consumir todo tipo de materia vegetal como por ejemplo pastos y herbáceas (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

**Valor:** 3

## **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse dos veces al año.* Son poliéstricas estacionales, encontrando un pico reproductivo generalmente en otoño, sin embargo, se sabe que en zonas tropicales son

capaces de reproducirse durante todo el año, además de que, en poblaciones ferales, los patrones son altamente variables. Su tiempo de gestación es de aproximadamente 149 días y alcanzan su madurez sexual a los 6 meses de edad. La tasa de crecimiento poblacional en esta especie es considerable, registrándose incluso repoblaciones del 90% aun cuando el 80% de la población inicial fuera erradicada. (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Chynoweth *et al.* 2013).

**Valor:** 3

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo ( $\leq 4$ ).* Generalmente las cabras llegan a tener una sola cría por ciclo reproductivo, sin embargo, el nacimiento de gemelos es también común (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Chynoweth *et al.* 2013).

**Valor:** 3

### **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

#### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* Las cabras tanto domésticas como ferales han sido registradas en distintas partes del mundo, existiendo densidades variables dependiendo de diversos factores. En algunas islas del Pacífico, se han registrado densidades tan altas como 400 cabras por kilómetro cuadrado (Chynoweth *et al.* 2013). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Capra hircus* obtuvo un total de 10.52% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país. De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso de la cabra (*Capra hircus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial.*

**Valor:** 5

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad. Se han registrado distintos rangos territoriales de esta especie mediados por factores como sexo, clase social y variables ambientales. A pesar de que la especie suele usar un rango territorial establecido con medias de aproximadamente 11.69 km<sup>2</sup>, se han registrado desplazamientos y rangos de distancia considerables en el uso espacial de poblaciones ferales, de hasta 587.7 km<sup>2</sup> para machos de esta especie y 190.2 km<sup>2</sup> para hembras (King 1992; Chynoweth *et al.* 2015).*

**Valor:** 5

##### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial. Dentro del PNCM, se practica la ganadería de traspatio tanto para consumo personal como para venta de canal. La cabra, al ser un mamífero pequeño que no necesita grandes espacios para su contención (una cabra hembra con su cría tiene una equivalencia de apenas 0.17 de Unidad Animal), además de su facilidad reproductiva y adaptabilidad a diferentes ecosistemas y aunado a la costumbre regional del cabrito como platillo típico en el estado de Nuevo León, es utilizada como una especie popular por las comunidades que aquí habitan. En un censo realizado*

por Ortíz-Hernández *et al.* (2013), se contabilizaron un total de 1288 cabezas de ganado caprino en el PNCM, existiendo tan solo en la parte del municipio de Santiago un total de 40 unidades de producción caprina con un promedio de  $13.7 \pm 30$  ejemplares.

**Valor:** 5

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie son los terrestres con intervención humana, así como naturales, como los bosques con manejo, bosques naturales, praderas naturales, y el matorral; sin embargo, sobresale su capacidad de supervivencia en ecosistemas áridos debido a su alta adaptabilidad alimentaria al ser una especie generalista (Chynoweth *et al.* 2013).

**Valor:** 5

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.285714286**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

#### **SECCIÓN B – IMPACTO**

##### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

##### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.*

**Valor:** 1

##### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Al ser las cabras una especie altamente adaptable en su alimentación,

además de ser una especie gregaria que puede componer familias con un alto número de individuos, ésta puede provocar grandes impactos en áreas naturales con distintos tipos de hábitat, compitiendo con diferentes especies nativas que se encuentren en ellas. En el PNCM, se encuentra el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), una especie de ungulado nativo de alta importancia biológica y económica que puede ser de las más afectadas por los hábitos alimenticios de esta especie. Sin embargo, no solamente los ungulados se encuentran en riesgo, ya que, al impactar a la vegetación nativa, las cabras desplazan otras especies que dependen de éstas para alimento o refugio, como las aves, reptiles o pequeños mamíferos (Giziki 2016), llegando incluso a ser considerados los herbívoros más destructivos en algunas islas del mundo. Además, la competencia por recursos hídricos también ha sido registrada como un riesgo para la fauna nativa en algunos ecosistemas áridos, como los pastizales de Australia (Munn *et al.* 2012; ISSG 2020).

**Valor:** 5

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Las cabras son reconocidas como la sexta amenaza más importante para los vertebrados a nivel mundial (Giziki 2016) por su alta adaptabilidad alimentaria, sabiendo que éstas pueden comer casi cualquier materia vegetal sin discriminar. El mayor impacto de esta especie es el sobrepastoreo y las consecuencias ambientales sobre las demás especies nativas que esto conlleva como la degradación de hábitat y desplazamiento de especies, siendo este impacto aún mayor en ecosistemas insulares (Álvarez-Romero y Medellín 2005; Chynoweth *et al.* 2013). Las cabras tanto domésticas como ferales han estado implicadas en la disminución poblacional de diversas especies, como por ejemplo marsupiales herbívoros en Australia (Munn *et al.* 2012), así como poblaciones de aves acuáticas y reptiles (Giziki 2016).

**Valor:** 15

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* A lo largo del país y del mundo, se han observado impactos de distinta índole de esta especie, sobre todo en ecosistemas insulares (Chynoweth *et al.* 2013). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Driscoll *et al.* 2014) las cuales ya se encuentran presentes como una especie de valor económico dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

#### **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

##### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* Las cabras que se encuentran sin restricción en su desplazamiento pueden llegar a ocasionar daños importantes a las actividades económicas, sobre todo a cultivos. En Uganda, por ejemplo, las cabras fueron responsables por la mayor parte de los daños a cultivos ocasionados por vertebrados (Webber 2010). Además, las cabras pueden ser portadoras de distintos patógenos que pueden ser transmitidas a otras especies de importancia económica, ocasionando así mortalidad y la consecuente pérdida económica que conlleva (Abu-Dalbou *et al.* 2010), sobre todo para los pequeños productores, los cuales son la principal forma de actividad económica que se lleva a cabo en el interior del PNCM (Ortíz-Hernández *et al.* 2013).

**Valor:** 5

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Mientras que las cabras son un ungulado de tamaño pequeño, existen algunos casos documentados de daños a diferentes tipos de infraestructura. Ya que suelen ser animales naturalmente curiosos y excelentes trepadores, pueden ocasionar daños a vehículos (Moran 2020) así como destruir medios de contención como cercas o incluso puertas de domicilios (Hawort 2019). Además de que las cabras tienden a tratar de masticar diferentes materiales dada su curiosidad, por lo que se han registrado incluso daños a cables eléctricos, madera, y otros materiales (Didotti 2015).

**Valor:** 5

## **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Las cabras como todas las especies exóticas, pueden introducir distintos tipos de enfermedades a los ecosistemas que colonizan. Existen enfermedades de importancia que pueden infectar a otros ungulados nativos de alta importancia biológica y económica como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como la enfermedad de lengua azul, provocada por un virus, afectando el éxito reproductivo de la especie, así como provocando mortalidad de ésta (Johnson *et al.* 2006). Además, las cabras al ser animales domésticos aumentan la posibilidad de infectar al humano con algún patógeno con capacidad zoonótica. Como ejemplos de importancia se encuentran la Brucelosis por *Brucella abortus*, la Clamidiosis provocada por *Chlamydophila abortus*, Salmonelosis (*Salmonella abortus*), Toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*), entre otras (Berthier *et al.* 1991; Guzmán-Hernández *et al.* 2016;). Estos mismos patógenos, incluyendo a otros como el herpesvirus que provoca la Fiebre Catarral Maligna, el prión que provoca el

scrapie o el lentivirus que provoca el Maedi-Visna pueden afectar a los animales de producción de distintas especies como los bovinos, ovinos e incluso animales de compañía como los perros y gatos (Abu-Dalbou *et al.* 2010).

**Valor:** 5

### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Las cabras suelen ser naturalmente agresivas entre miembros de su misma especie al competir por alimento, en época reproductiva o incluso al afectarse la estructura social de los rebaños (Fernández *et al.* 2007). Respecto a su relación con los humanos, la domesticación ha jugado un fuerte papel en la habituación y relación de esta especie hacia la nuestra, al punto de que se utilice como una especie para interactuar con niños o inclusive como mascota; sin embargo, se ha evidenciado la necesidad de un manejo temprano de los ejemplares de esta especie para asegurar una habituación y evitar la agresión o miedo hacia las personas. Miranda-de la Lama y Mattiello (2010), especifican que el manejo de las crías debe iniciarse de preferencia antes de la 6ta semana de vida, ya que de no ser así, el riesgo de un ataque puede incrementar en la adultez del ejemplar. A su vez, las cabras poseen diferentes estructuras anatómicas que las hacen capaces de infligir daño a los humanos mediante mordidas y patadas, pero la característica más importante son los cuernos que los ejemplares, sobre todo los machos, desarrollan de manera natural para su defensa y competencia, con los cuales pueden ocasionar daños de consideración al ser humano.

**Valor:** 10

### **B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es el sobrepastoreo de especies nativas, así como la degradación de

hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Chynoweth *et al.* 2013). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor:** 3

**SUBTOTAL SECCIÓN B:** 4.5

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B:** 0

**SECCIÓN C – MANEJO.**

**C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* A lo largo de los últimos años, se ha evidenciado el creciente problema ambiental y económico que representan las poblaciones sin control de cabras domésticas y ferales, por lo que se han desarrollado distintas estrategias enfocadas al control y erradicación de esta especie de las áreas naturales colonizadas por la misma. Entre estas, se encuentran el control por medio de la cacería aérea o con perros; el trampeo, envenenamiento con tóxicos como el fluoroacetato de sodio, biocontrol como el realizado con Dingos en Australia; así como combinaciones de éstos. Uno de los métodos más populares para esta especie es el uso de “cabras Judas”, los cuales consisten en un ejemplar generalmente hembra, la cual se encuentra esterilizada y equipada con un collar de telemetría que eventualmente se une a algún rebaño feral y esto hace posible que éstos puedan ser localizados. Además, las cabras Judas pueden ser modificadas para crear cabras “Mata Hari”, las cuales se encuentran con hormonas implantadas que provocan que los machos se encuentren continuamente atraídos a ellas para disminuir la reproducción de otras hembras (Chynoweth *et al.* 2013). En México, se han controlado y erradicado exitosamente poblaciones de cabras en ecosistemas insulares mediante trampas de cebo y corral, cacería tanto terrestre y aérea como con

el método de las cabras “Judas” esterilizadas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 1

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido efectivas (se conocen experiencias de la erradicación de la especie en condiciones similares en otras regiones o países).* Se conocen algunos casos de éxito de la erradicación y control de la especie con los métodos mencionados, sobre todo en ecosistemas insulares. En México, se tiene conocimiento de la erradicación exitosa de la especie en la Isla Guadalupe, isla Espíritu Santo, el Archipiélago Coronado, así como en el Archipiélago Todos Santos (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 1

## **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E**

### **IMPLEMENTACIÓN. C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).*

**Valor:** 1

### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Debido a la dificultad para erradicar esta especie, así como los diferentes métodos que deben ser implementados para este fin, los costos de las campañas de control y erradicación suelen ser elevados. Tan solo en la Isla Santiago en el Archipiélago de Las Galápagos, la campaña para la erradicación de la cabra feral tuvo un costo aproximado de \$6.1 billones de dólares, así como un extra de \$467,064 dólares para el monitoreo posterior a la erradicación (Cruz *et al.* 2009). En México, la campaña de erradicación, monitoreo y restauración de impactos por cabra feral tan solo en la Isla Espíritu Santo, tuvo un costo total de \$250,000 pesos mexicanos (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 5

#### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4º constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27 bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

## **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Al ser esta especie de una importancia considerable para el desarrollo económico del sector ganadero productivo, así como una especie de bajo mantenimiento para los pequeños productores, los programas de control podrían beneficiar a éstos mediante la adquisición de ejemplares asilvestrados para su aprovechamiento local. Sin embargo, existe el conocimiento de que las poblaciones ferales de esta especie sirven como un control para otras especies introducidas que actúan como depredadores, como los perros ferales, por lo que las campañas de erradicación de esta especie deben de ir de la mano con aquellas de las otras especies exóticas que se benefician de éstas para evitar que las especies nativas se conviertan en las nuevas presas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Solía creerse también que esta especie podía fungir como controladora de especies vegetales introducidas como es el ejemplo de *Leucaena leucocephala* en Japón, y que su erradicación podría promover el aumento en las poblaciones de esta planta invasora, sin embargo estudios recientes confirmaron que la erradicación de cabras ferales de esta isla, no provocó un aumento en las poblaciones sino que a su vez, las poblaciones de esta planta también disminuyeron a partir de los programas de control y restauración (Osawa *et al.* 2015).

**Valor:** 1

**SUBTOTAL SECCIÓN C:** 1.5

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C:** 0

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO:** 3.428571429 (Tabla 5)

**NIVEL DE RIESGO:** REQUIERE MAYOR ANÁLISIS

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL:** 0

Tabla 5. Análisis de riesgo para cabra (*Capra hircus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>	
<b>Datos de la Evaluación</b>	
1.	Nombre del taxón <i>Capra hircus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias <i>Capra aegagrus hircus</i>
3.	Familia Bovidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas Cabra, México, Español; Chiva, México, Español
5.	Nombres comunes locales Cabra; Chiva
6.	Fecha evaluación 11/10/2020
7.	Nombre evaluador Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
<b>Subtotal Sección A</b>	
	<b>4.285714286</b>
<b>% incertidumbre Sección A</b>	
	0
<b>Subtotal Sección B</b>	
	<b>4.5</b>
<b>% incertidumbre Sección B</b>	
	0
<b>Subtotal Sección C</b>	
	<b>1.5</b>
<b>% incertidumbre Sección C</b>	
	0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>	
	<b>3.428571429</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>	
	<b>REQUIERE MAYOR ANÁLISIS</b>
<b>%incertidumbre total</b>	
	0

## 2.4 Asno africano (*Equus asinus* Linnaeus 1758)



Figura 16. Ejemplar de asno africano (*Equus asinus*) en estado de cautiverio en la comunidad de Laguna de Sánchez.

### ASNO AFRICANO (*Equus asinus* Linnaeus 1758)

#### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Equus asinus* Linnaeus, 1758 (Figura 16)
2. **Sinonimias:** *Asinus vulgaris* Gray, 1824; *Equus asinus asinus* Linnaeus, 1758; *Equus asinus palaestinae* Ducos, 1968; *Equus africanus asinus* Linnaeus, 1758
3. **Familia:** Equidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** asno, México, español; burro, México, español
5. **Nombres comunes locales:** Asno, burro.
6. **Fecha evaluación:** 11/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO, 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP en su totalidad, coincide con los climas BWh (árido semicálido), BSh (semiárido

semicálido), BSk (semiárido templado), Cw (templado); los cuales son algunos de los climas en los que la especie en cuestión se distribuía originalmente (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Peel *et al.* 2007; CONANP 2020).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales. Se registran poblaciones ferales de esta especie en distintas partes del mundo, incluyendo el territorio mexicano, sobre todo en sus ecosistemas insulares y al norte del país (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Según el ISSG (2020), ésta especie se encuentra registrada como invasora en todos los continentes del mundo, excepto en la Antártida.*

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado). A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta. Son animales herbívoros con una alta adaptabilidad a los recursos que se encuentren disponibles. Su dieta base consiste en pastos y ramoneo, sin embargo, existe evidencia que las poblaciones ferales pueden alimentarse también de hierbas y tallos, así como incluso cactáceas (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Dias *et al.* 2019).*

**Valor:** 3

## **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse una vez al año. Mientras que la literatura registra que el periodo reproductivo de la especie se limita a las temporadas húmedas, se ha confirmado que en poblaciones tanto domésticas como silvestres puede ocurrir durante todo el año. Así mismo, éstas pueden ovular por periodos de hasta 200 días, con periodos cortos interovulatorios de 25 días aproximadamente. Sin embargo, debido al largo periodo gestacional de la especie durante 12 meses, éstas sólo pueden tener un parto al año (Álvarez-Romero & Medellín 2005; ISSG 2020).*

**Valor:** 1

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene 1 o ninguna (cero) crías por ciclo reproductivo.* Esta especie puede llegar a tener solamente una cría por año (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 1

### **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

#### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* El burro es una especie que se encuentra distribuida mundialmente, así como a lo largo de todo el territorio mexicano debido a su utilidad para el trabajo. Se reconocen también diversas poblaciones ferales, sobre todo al norte del territorio nacional, incluyendo una registrada en los límites de Coahuila-Nuevo León, en la zona en donde se encuentra la SMO la cual en su parte este conforma el PNCM (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Equus asinus* obtuvo un total de 31.57% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del asno africano (*Equus asinus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial y ecosistemas insulares (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor: 5**

## **A5 – DISPERSIÓN.**

### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad. A pesar de que se conoce que el asno africano suele habitar rangos no muy extensos de territorio (Dias et al. 2019), también se han registrado que en territorios en donde el alimento escasea pueden llegar a recorrer distancias de hasta 88 km<sup>2</sup>, como en el caso de Australia por ejemplo (Australian Government 2011).*

**Valor: 3**

### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial. A lo largo de todo el mundo y todo el continente americano, se conoce la presencia de esta especie ya que fue introducida por los europeos colonizadores como animal de carga y trabajo (Bough 2006; Ochoa-Espinoza 2018). En México, se conocen poblaciones ferales distribuidas a lo largo del territorio nacional incluyendo una registrada en el noreste de Coahuila, límites con las delimitaciones del PNCM; además de estas poblaciones, el burro africano se continúa utilizando como animal de trabajo o de producción cárnica por las comunidades presentes dentro del ANP, registrándose un total de 87 unidades de producción equinas tan solo dentro del municipio de Santiago, con un promedio de 2 equinos por productor (Ortíz-Hernández et al. 2013).*

**Valor: 5**

## **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), pero tiene preferencia por hábitats naturales poco o nada intervenidos. Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), el hábitat que prefiere utilizar esta especie son los terrestres naturales y seminaturales como los desiertos; sin embargo, también se especifica que debido a la*

amplia distribución que tiene esta especie por su valor comercial, éste puede ser encontrado y adaptarse a casi cualquier hábitat ya sea natural o antropogenizado en el que se introduzca.

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

**SECCIÓN B – IMPACTO**

**B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

**B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.*

**Valor: 1**

**B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Debido a la alta adaptabilidad de los asnos africanos respecto a su alimentación, siendo una especie generalista que puede consumir una gran variedad de materia vegetal en altas cantidades, éstos pueden llegar a competir por recursos de importancia con las especies nativas de la región. Así mismo, esta capacidad de alimentarse de una gran variedad de especies provoca que el hábitat pueda ser afectado a tal punto que se genere una competencia por refugio, desplazando a las demás especies en busca del mismo por el cambio en la composición de la vegetación (Carrion *et al.* 2007; Ochoa-Espinoza 2018; Dias *et al.* 2019). Esto es de especial importancia en el PNCM debido a que en éste se encuentran especies de gran importancia económica incluso como lo es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) el cual puede competir directamente con esta especie introducida. En algunos ecosistemas insulares, se ha registrado la afectación a nidos de tortugas e iguanas ya que el paso de los asnos los destruye (Carrion *et al.* 2007).

**Valor: 5**

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Dentro de los diversos impactos que los asnos africanos en sus poblaciones domésticas o ferales pueden ejercer sobre los hábitats en los que son introducidos, la degradación de hábitat es el de mayor importancia debido a la gran adaptabilidad de la especie a distintas fuentes de alimento, desde pastos hasta matorrales. Así mismo, debido a las altas cantidades de alimento que esta especie necesita ingerir, la vegetación nativa puede verse fuertemente afectada con cambios en su estructura. Además, esto aunado al paso de los ejemplares provoca una erosión directa del suelo, afectando así madrigueras y nidos de otras especies. Además, se han registrado también afectaciones a las fuentes de agua de los ecosistemas debido a la misma erosión que éstos ejercen. Estos impactos son de mayor magnitud en los ecosistemas insulares, en donde se han necesitado en ocasiones campañas de erradicación debido a la fuerte degradación de ecosistema que éstos ejercen (Carrion *et al.* 2007; Australian Government 2011; Goodrich *et al.* 2020).

**Valor:** 15

### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* Los burros en sus poblaciones tanto domésticas como ferales han sido registradas a lo largo de distintos hábitats en distintas partes del mundo, con especial importancia en ecosistemas insulares (Carrion *et al.* 2007). En México, se tiene conocimiento de la distribución de poblaciones domésticas en todo el país, así como diversas poblaciones ferales sobre todo en el norte del país, incluyendo una en la delimitación de los estados de Coahuila y Nuevo León, en la zona de la SMO, lugar en donde se encuentra el PNCM (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Ochoa-Espinoza 2018). Ésta es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los

ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Goodrich *et al.* 2020), las cuales ya se encuentran presentes dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

## **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* Los burros pueden llegar a ocasionar daños a cultivos, así como a infraestructura hidráulica en los ranchos (Reid *et al.* 1997; Ochoa-Espinoza *et al.* 2018). Pimentel (2000) realizó un análisis extensivo sobre los impactos económicos de las especies invasoras en Estados Unidos, llegando a la conclusión de un aproximado de \$5 millones de dólares anuales en costos de control y remediación por los daños que caballos y burros ejercían sobre las plantaciones que éstos afectaban. Además, los burros pueden ser transmisores de distintas enfermedades de importancia que pueden llegar a afectar no solamente a la fauna nativa de la región, sino que también a especies domésticas productivas o inclusive al humano, causando una baja económica por parte de pérdida de producto, así como la pérdida económica que se genera por la necesidad de insumos médicos para la población (Goodrich *et al.* 2020).

**Valor:** 5

### **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Se ha registrado que los burros tanto domésticos como ferales pueden llegar a causar estragos en la infraestructura hidráulica de los ranchos, ocasionando pérdidas económicas

importantes (Reid *et al.* 1997). Además, los ejemplares domésticos sin restricción de movimiento, así como los ejemplares ferales, han ocasionado accidentes automovilísticos en ocasiones, con repercusiones tan altas como la pérdida de la vida humana (Vaxter 2019) e inclusive daños directos por mordeduras a los vehículos de transporte (ABC News 2017).

**Valor:** 3

### **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

#### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Esta especie puede ser transmisora de distintos patógenos de origen viral, bacteriano o parasitario que pueden ocasionar graves daños a las especies nativas, domésticas e incluso humanos. Entre las enfermedades de mayor importancia, se encuentran el Herpesvirus Equino 1, la influenza equina, el Virus del Oeste del Nilo, *Borrelia burgdorferi* entre otras (Goodrich *et al.* 2020). En un estudio realizado por Ochoa-Espinoza (2018) en el área noreste de Coahuila, aledaña a las delimitaciones del PNCM, se registró que los propietarios de ejemplares de esta especie reportaban una mayor incidencia parasitaria en sus animales, mismos que pueden llegar a ser de importancia para la fauna nativa de la región, así como al humano.

**Valor:** 5

#### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie no tiene comportamiento agresivo, pero si posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Mientras que no existen estudios formales respecto a la incidencia de temperamento agresivo en el asno africano hacia los humanos, se han reportado algunos casos de agresión hacia personas, siendo estos clasificados como “inusuales” pero con la capacidad de infligir daño severo debido a las poderosas extremidades y mordida de esta especie (Droussi *et al.* 2014), sin contar los casos de épocas reproductivas, en donde la agresión tiene un origen hormonal más que etológico. Esta especie suele presentar menor reactividad a estímulos que los

caballos, siendo incluso una especie utilizada para terapia asistida a personas con neurodivergencias o capacidades motoras diferentes, mostrando muy buenos resultados en los tests de temperamento que se realizan en su selección (Gonzalez-De Cara *et al.* 2016). Por otro lado, se sabe que esta especie puede llegar a ser territorial hacia otros animales, por lo que se han registrado casos en los que agreden a otras especies domésticas, e incluso en algunos lugares del mundo se han utilizado para cuidar rebaños contra depredadores (Walton & Feild 1989).

**Valor: 6**

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Dias *et al.* 2019). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 3.833333333**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

## **SECCIÓN C – MANEJO.**

### **C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* A lo largo del planeta se han desarrollado distintas técnicas de control para esta especie, tanto letales como no letales. La captura de estos animales ha sido una técnica predilecta en el pasado debido a que no involucra el control letal de los mismos, sin embargo, los recursos necesarios, así como el impacto dentro de las poblaciones ferales no han mostrado resultados de importancia. En los últimos años se ha recurrido a técnicas como el control letal por medio de helicóptero o cacería por tierra, mostrando mejores resultados debido a que los costos son menores y elimina el problema de raíz, dejando atrás la estrategia de envenenamiento la cual no era específica para la especie y podía llegar a afectar también a la fauna nativa (Bough 2006). Los controles de fertilidad también han sido explorados, sin embargo, es una metodología sumamente limitada y con poco alcance para poblaciones ferales con una alta cantidad de individuos (Australian Government 2011). En algunas islas de México, la técnica de preferencia fue la captura y traslado de los ejemplares a tierra continental, mediante una estrategia de trueque en la que se proporcionaba a los habitantes de las islas un vehículo motorizado a cambio de la entrega de sus animales (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 1

### **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas.* En México, existen algunas experiencias de éxito en la erradicación de la especie, sin embargo, estas se restringen a ecosistemas insulares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013), así como en otras islas del mundo, como las Galápagos (Carrion *et al.* 2007). En ecosistemas continentales, sin embargo, las estrategias utilizadas tanto letales como no letales no han mostrado un éxito esperado debido a que la recuperación de las colonias ferales suele ser más rápida que el tiempo que toma eliminar a una parte de esta (Bough 2006), además de que los métodos de control de fertilidad son

extremadamente costosos y poco prácticos para llevarse a cabo en las poblaciones silvestres (Australian Government 2011). Además, debido al alza en los movimientos sociales de defensa de los animales, algunos gobiernos del mundo se han visto obligados a generar estrategias en las que el control letal no pueda ser utilizado como opción, como el ejemplo del Wild Free-Roaming Horse and Burro Act en Estados Unidos, el cual protege a las poblaciones silvestres de estas especies y provocando así que las poblaciones sigan creciendo en las áreas naturales que éstos colonicen (Crane *et al.* 1997).

**Valor:** 3

### **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

#### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres* (ISSG 2020).

**Valor:** 1

#### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Las campañas de erradicación y control, debido a la naturaleza de las estrategias, suelen tener costos elevados de recursos y tiempo. Tan solo en Estados Unidos, Pimentel *et al.* (2000) estimaron un aproximado de \$5 millones de dólares tan solo en pérdidas debido a los impactos directos de caballos y burros, esto sin contar los costos de control y remediación, por lo que la relación de costo-beneficio no siempre es positiva.

**Valor:** 5

### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4º constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe

garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Al ser esta especie de una importancia considerable para el desarrollo económico del sector ganadero productivo, así como una especie de bajo mantenimiento para los pequeños productores, los programas de control podrían beneficiar a éstos mediante la adquisición de ejemplares silvestres para su aprovechamiento local. Anteriormente, esta estrategia fue implementada en las jornadas

de erradicación de especies introducidas de algunos ecosistemas insulares de México con éxito cuando se trataba de pocos ejemplares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Anteriormente, se utilizaban métodos de envenenamiento los cuales tienen repercusiones directas sobre la fauna silvestre, sin embargo, estos métodos en su mayoría han sido relegados al pasado y actualmente se prefieren estrategias más directas como la cacería aérea o terrestre (Bough 2006).

**Valor: 1**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 1.75**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.194444444 (Tabla 6)**

**NIVEL DE RIESGO: REQUIERE MAYOR ANÁLISIS**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 6. Análisis de riesgo para asno (*Equus asinus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>	
<b>Datos de la Evaluación</b>	
1.	Nombre del taxón <i>Equus asinus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias <i>Asinus vulgaris</i> Gray, 1824; <i>Equus asinus asinus</i> Linnaeus, 1758; <i>Equus asinus palaestinae</i> Ducos, 1968; <i>Equus africanus asinus</i> Li 1758
3.	Familia Equidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas Asno, México, español; burro, México, español
5.	Nombres comunes locales Asno, burro
6.	Fecha evaluación 11/10/2020
7.	Nombre evaluador Katya Lizeth Ortíz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo
<b>Subtotal Sección A</b>	
	<b>4</b>
<b>% incertidumbre Sección A</b>	
	<b>0</b>
<b>Subtotal Sección B</b>	
	<b>3.833333333</b>
<b>% incertidumbre Sección B</b>	
	<b>0</b>
<b>Subtotal Sección C</b>	
	<b>1.75</b>
<b>% incertidumbre Sección C</b>	
	<b>0</b>
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>	
	<b>3.194444444</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>	
	<b>REQUIERE MAYOR ANÁLISIS</b>
<b>%incertidumbre total</b>	
	<b>0</b>

## 2.5 Caballo (*Equus caballus* Linnaeus 1758)



Figura 17. Ejemplar de caballo (*Equus caballus*) en estado de cautividad captado por cámara trampa en la comunidad de Potrero de Serna.

### CABALLO (*Equus caballus* Linnaeus

#### 1758) DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Equus caballus* Linnaeus, 1758 (Figura 17)
2. **Sinonimias:** *Equus ferus* Gentry et al, 1996; *Equus ferus caballus* Linnaeus, 1758; *Equus caballus caballus* Linnaeus, 1758.
3. **Familia:** Equidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Caballo, México, español.
5. **Nombres comunes locales:** Caballo
6. **Fecha evaluación:** 26/09/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo. Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP en su totalidad, coincide con el clima Bwk (Clima seco árido - cálido) el cual es en el que originalmente se distribuía la especie. Así mismo, se registra que el caballo se ha reportado como invasor en

climas As y Aw (Clima ecuatorial húmedo), Bs (seco árido) y Cw (Templado húmedo con invierno seco), climas que se encuentran en la extensión del ANP (CONANP 2020).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Los caballos han sido reportados como invasores en distintas partes del mundo, así como en México, siendo notoria su presencia feral en ecosistemas insulares, sin embargo, debido al uso doméstico y económico que esta especie representa, se reporta su presencia en todo el territorio nacional, con poblaciones ferales establecidas en distintas partes tanto de México, sobre todo en Sonora y la península de Baja California; así como del mundo. En Australia estas poblaciones se consideran como un problema y se han hecho numerosos esfuerzos para su control y erradicación (Dobbie *et al.* 1993; Álvarez-Romero & Medellín 2005; Aguirre-Muñoz *et al.* 2009; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado). A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta.* Los caballos son una especie herbívora altamente adaptable que tiene preferencia por los pastos y el ramoneo, sin embargo, puede llegar a consumir hojas, frutos, raíces, incluso corteza dependiendo de su localización y época del año (Álvarez-Romero *et al.* 2008; ISSG 2020).

**Valor:** 3

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse una vez al año.* Las yeguas son poliéstricas estacionales, entrando en estro a inicios de primavera, así como 11 días después del parto. La gestación tiene una duración aproximada de 332 a 342 días, aunque puede ser menor. La madurez sexual en hembras es a partir de los 2 hasta los 22 años de edad y en los machos es al año de edad, aunque generalmente su pico de fertilidad inicia a los 5 años. Generalmente tienen solo una cría, aunque existen los casos en que se dan dos por camada. Además, existe evidencia de que el éxito reproductivo es mayor cuando existen varias hembras juntas en un grupo, por lo que las manadas pueden afectar el impacto de esta especie debido a que la tasa de natalidad y supervivencia de las crías será mayor (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Cameron *et al.* 2009).

**Valor:** 1

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo ( $\leq 4$ ).* Aunque el promedio de crías por yegua es de una al año, pueden existir casos de gemelos, aunque la tasa es relativamente baja. A pesar de que éstas pueden parir una vez al año, el estrés de la gestación generalmente provoca que puedan criar solo un potrillo cada dos años (Dobbie *et al.* 1993; Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 3

## **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* Esta especie se ha registrado en poblaciones tanto domésticas como ferales alrededor de todo el mundo. En México, se reconoce como una especie de alta importancia productiva, por lo que se encuentra distribuida a lo largo de toda la extensión nacional, sin embargo, también se tienen registros de poblaciones ferales, sobre todo en la extensión del territorio de la península de Baja California (Álvarez-Romero & Medellín 2005). En el PNCM, esta especie se encuentra presente ya que es

utilizada como animal de transporte, producción y trabajo por los pobladores de las comunidades locales, así como una atracción ecoturística para los visitantes del ANP (Ortíz-Hernández *et al.* 2013; Esparza-Hernández 2014). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Equus caballus* obtuvo un total de 63.15% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del caballo (*Equus asinus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad.* Se han realizado pocos estudios para analizar el rango de movimiento de la especie, sin embargo, en un estudio realizado por Hampson *et al.* (2010) para registrar la media de distancia recorrida por caballos ferales en Australia, descubrieron que éstos recorrían una distancia media de 15.9 km al día, sin embargo, en algunos ejemplares se registraron distancias tan largas como 55km y hasta 12 horas de recorrido hasta el cuerpo de agua más cercano. Se registró que esta especie tiene una alta tolerancia a la falta de agua, ayudando a soportar grandes distancias para encontrar una

fuentes de hidratación. En el noreste de Coahuila, se realizó un estudio con algunas poblaciones de caballos ferales basados en las experiencias de los habitantes de las comunidades, resultando en que cerca de las poblaciones humanas, el rango de movimiento de los animales de libre albedrío comprendía una distancia promedio de al menos 5km de radio, tratándose de animales que parte de su dieta era proporcionada por el humano (Ochoa-Espinoza 2018).

**Valor:** 5

#### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial.* A pesar de que el caballo perdió significativamente su valor comercial después de la revolución industrial (Hampson *et al.* 2010), esta especie continúa teniendo un alto valor sobre todo en las comunidades rurales, en donde el acceso a vehículos motorizados es limitado, así como el uso de combustibles fósiles representa una opción poco viable para las actividades que en este entorno se llevan a cabo. Por esto mismo, el uso de esta especie en las comunidades de montaña como es la del área de estudio y otras partes del mundo es todavía una parte importante de la cultura y economía local ya que es utilizado por los habitantes para su movilización, trabajo de tiro y arreo de ganado (Langley & Morris 2009). Además, en los últimos años se ha popularizado el uso de esta especie como atracción turística mediante los paseos a caballo, los cuales representan un ingreso económico para los habitantes del municipio de Santiago (Esparza-Hernández 2014). Así mismo, los caballos son también utilizados para actividades recreativas como rodeos y carreras, así como algunos deportes de élite (Langley & Morris 2009).

**Valor:** 5

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie van desde las áreas terrestres con manejo como son las tierras cultivadas,

bosques con manejo, plantaciones, praderas, pastizales y cunetas; también se encuentran en áreas naturales y seminaturales como los bosques, pastizales naturales, riberas, humedales, tundra, áreas rocosas, matorral, desiertos y regiones áridas; y finalmente áreas litorales como las costas, dunas, zonas intermareales y marismas.

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.285714286**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

## **SECCIÓN B – IMPACTO**

### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

#### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.*

**Valor: 1**

#### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.). Los caballos pueden llegar a desplazar a ungulados nativos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), especie de importancia biológica y económica en la región; así como impactar directamente a las poblaciones de otras especies de pequeños vertebrados e invertebrados debido al sobrepastoreo de especies de vegetación nativa tanto en ecosistemas terrestres como litorales, existiendo evidencia sobre el impacto a aves acuáticas así como a especies de peces (Beever y Brussard 2000; Beever & Herrick 2006; Nimmo & Miller 2007; Driscoll *et al.* 2019). Además, existen algunas enfermedades de importancia que pueden transmitirse de los caballos a especies nativas, sobre todo mediante parásitos y vectores que pueden afectar a otros ungulados o incluso otros mamíferos (Rubenstein & Hohmann 1989).*

**Valor: 15**

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* El impacto de los caballos sobre la vegetación y erosión del suelo se encuentra ampliamente documentado, habiendo múltiples evidencias en donde influyen de manera importante en la degradación de los ecosistemas que conllevan consecuencias como el desplazamiento o eliminación de especies debido a un daño directo a la estructura de la vegetación nativa de las áreas en donde se encuentran. Además, se ha evidenciado el impacto negativo de esta especie en cuerpos de agua mediante la degradación de la calidad de ésta y morfología de los arroyos y ríos por medio de la degradación de turbas. Además, los caballos incrementan la sedimentación y destruyen los musgos de turbera. Además, el impacto al ser acumulativo y la regeneración lenta, no requiere de la presencia de muchos ejemplares para ser de importancia (Driscoll *et al.* 2019). En los ecosistemas áridos, se ha comprobado que la presencia de caballos influye en una densidad menor de matorrales y diversidad de plantas, así como una disminución en la permeabilidad de los suelos y un aumento en su erosión (Davies *et al.* 2014).

**Valor:** 15

### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* A lo largo del país y del mundo, se han observado impactos de distinta índole de esta especie, en todo tipo de ecosistemas desde la tundra hasta semidesérticos (Davies *et al.* 2014; Driscoll *et al.* 2019). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían

encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Driscoll *et al.* 2014) las cuales ya se encuentran presentes como una especie importante de trabajo dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

## **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* El caballo es una especie que ha sido apreciada principalmente por su alto valor económico al ser utilizado como animal de carga y tiro, alimento, transporte, para el manejo del ganado para el arreo y en los últimos años, como una herramienta de actividad ecoturística en el PNCM (Esparza-Hernández 2014). Sin embargo, existen numerosos impactos registrados respecto a las poblaciones domésticas y ferales de esta especie a las actividades económicas humanas, como por ejemplo la destrucción de huertos y plantaciones, además de ser transmisores de enfermedades de importancia a las demás especies de producción ya sea directamente o a través de vectores como garrapatas, moscas o mosquitos (Krinsky 1976; Rubenstein & Hohmann 1989; Australian Government Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities 2011; Barrandeguy & Carossino 2017).

**Valor:** 5

### **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Existe conocimiento de que esta especie puede ocasionar daños a propiedades como destrucción de huertos e infraestructura como cercas (Australian Government Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities 2011). Además, cuando existen poblaciones ferales o domésticas sin control, éstas se pierden fácilmente su sensibilidad

hacia el tráfico vehicular, por lo que son comunes las colisiones con vehículos motorizados, los cuales representan una pérdida considerable, así como un alto riesgo a la salud de los ocupantes del vehículo (Zabek *et al.* 2016).

**Valor:** 3

### **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

#### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Los caballos son una especie que puede fungir como vector de enfermedades tanto a los seres humanos u otras especies animales, ya sea directamente o a través de otros vectores como moscas, garrapatas o mosquitos. Se conoce una gran variedad de enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y fúngicas de importancia, como son los virus de encefalitis, distintas especies del género *Brucella*, *Trypanosoma*, y helmintos y nematodos, así como la Fiebre del Oeste del Nilo o diferentes tipos de Rickettsias (Krinsky 1976; Rubenstein & Hohmann 2007; Humblet *et al.* 2016; Barrandeguy & Carossino 2017). Además, tan solo en Estados Unidos, las visitas a servicios de emergencia por mordidas de ejemplares de esta especie representan el 3 a 4.5% de las visitas ocasionadas por caballos, las cuales tienen un potencial zoonótico al haber una gran variedad de agentes que pueden ser transmitidos a los seres humanos y otros animales de esta manera, incluyendo enfermedades de alta importancia mundial como el virus de la rabia. Además, bacterias del género *Streptococcus*, *Actinobacillus*, *Pasteurella*, y *Pseudomonas* entre otras, forman parte de la microbiota bacteriana normal de la boca de los caballos (Langley & Morris 2009), sin contar con que los caballos pueden incluso ser transmisores accidentales de enfermedades al entrar en contacto con sus cadáveres como es el ejemplo de *Bacillus anthracis*, el cual por medio de esporas que se inhalan o entran en contacto con heridas o la boca, provocan serios problemas de salud (Dwyer 2015).

**Valor:** 5

### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Mientras que esta especie es popular debido a su versatilidad y participación en actividades terapéuticas incluso, tan sólo en Estados Unidos se registran alrededor de 100,000 visitas al año a servicios de emergencia debido a lesiones provocadas por caballos. Aunque las mordeduras representan tan solo el 3 al 4.5% de estas visitas, los caballos son animales que pueden llegar a pesar hasta 930 kg y poseen extremidades poderosas con una fuerza considerable, las cuales pueden llegar a provocar lesiones de importancia en el ser humano e incluso otros caballos de manera intencional o accidental (Álvarez-Romero 2005; Langley & Morris 2009). Estudios han demostrado que los manejadores de caballos deben tener un entrenamiento especializado para reducir el riesgo de incidentes, además de que la frecuencia de habituación de los ejemplares dictamina la probabilidad de que muestren una conducta más tolerante hacia el manejo humano. Además, factores de manejo como la alimentación o resguardo influyen de gran manera en la posibilidad de una agresión por parte de ejemplares de esta especie (Hausberger 2008). También se ha evidenciado una lateralización de la agresión, siendo en caballos el hemisferio izquierdo, demostrando con esto que la reacción de respuesta a estímulos de amenaza pertenece más a un estímulo del sistema nervioso independientemente del manejo del ejemplar (Austin & Rogers 2012).

**Valor:** 10

### **B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es el sobrepastoreo de especies nativas, así como la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Driscoll *et al.* 2019). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una

tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 4.333333333**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

**SECCIÓN C – MANEJO.**

**C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* En distintos países, así como en algunas islas de México, se han explorado distintas alternativas para el control poblacional tanto de comunidades domésticas como ferales. Al ser una especie carismática y de alto valor sentimental para algunos países, existen algunos obstáculos en su manejo aun siendo especies invasoras. Por ejemplo, en Estados Unidos se creó el “Wild Horse and Burro Act”, el cual protege a estas especies de su manejo por control letal (Witmer & Fuller 2011). En algunos lugares los métodos preferidos son aquellos de control de fertilidad, ya sea con soluciones temporales o permanentes, con métodos físicos como la esterilización por medio de castración o vasectomía, así como métodos de esterilización química mediante la inhibición hormonal de la producción de gametos o la ovulación como la aplicación de testosterona o progesterona por inyección o implantes (Turner & Kirkpatrick 1986). También se prefieren otras técnicas no letales como la captura, extracción y cautiverio de ejemplares (Goodloe *et al.* 2015; Zabek *et al.* 2016), sin embargo, estos métodos sólo han demostrado tener éxito en poblaciones pequeñas, por lo que los métodos como el sacrificio aéreo son preferidos por los manejadores de vida silvestre como los más éticos y efectivos para el manejo de poblaciones ferales (Driscoll *et al.* 2019).

**Valor: 1**

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control en otras áreas han sido poco efectivas.* Debido a que esta especie es carismática y tiene un alto valor sentimental para el ser humano, en algunos países, por presión de grupos defensores de animales se han creado leyes para proteger a las poblaciones ferales de esta especie aun siendo invasoras, como es el caso del “Wild Horse and Burro Act” en Estados Unidos, el cual prohíbe el control letal de las poblaciones salvajes de estas especies, aun cuando se evidenció que las poblaciones ferales aumentaron sus números después de la publicación de esta legislación (Nimmo & Miller 2007). Debido a esto, los manejadores de vida silvestre han buscado alternativas no letales como el control reproductivo y la captura y reubicación en cautiverio, sin embargo, estos métodos son altamente costosos, lentos y no han mostrado un efecto significativo en poblaciones grandes en áreas remotas (Goodloe *et al.* 2015; Driscoll *et al.* 2019). En México, ha sido posible la erradicación de poblaciones ferales de la especie solamente en ecosistemas insulares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 3

## **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres* (ISSG 2020).

**Valor:** 1

### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Debido a las limitaciones legales a las que se enfrentan los manejadores de fauna silvestre por las restricciones que se presentan ante la presión de grupos defensores de animales, las estrategias utilizadas se limitan a métodos no letales con altos costos de implementación que no son lo suficientemente efectivos para frenar la reproducción de las grandes poblaciones ferales como la captura y reubicación (Nimmo & Miller 2007; Scorolli 2016); mientras que métodos como el sacrificio aéreo han demostrado tener mayor efectividad y no genera los problemas a largo plazo

que conllevan los métodos no letales al disponer de los ejemplares (Driscoll *et al.* 2019).

**Valor:** 5

#### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

## **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Debido a que las estrategias de control preferidas para la especie se basan en el control poblacional mediante métodos no letales como la captura, traslado y cautiverio, esto podría significar una oportunidad para los sectores vulnerables de la población al tener la oportunidad de adquirir ejemplares para su aprovechamiento responsable asegurando su cautiverio. Además, las estrategias letales implementadas requieren ser realizadas en campo abierto y son efectivas al enfocarse directamente sobre la especie blanco, teniendo un porcentaje de hasta 99% de letalidad (Driscoll *et al.* 2019) por lo que el riesgo de afectar a otras especies es casi nulo. Al controlar también la dispersión de las poblaciones domésticas, se puede asegurar un mayor control de impactos al medio ambiente, así como evitar pérdidas económicas al poder ejercer un control sobre la salud de los ejemplares y evitar accidentes.

**Valor:** 1

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 1.75**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.456349206 (Tabla 7)**

**NIVEL DE RIESGO: REQUIERE MAYOR ANÁLISIS**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 7. Análisis de riesgo para caballo (*Equus caballus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>		
<b>Datos de la Evaluación</b>		
1.	Nombre del taxón	<i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias	<i>Equus ferus</i> Gentry 1996, <i>Equus ferus caballus</i>
3.	Familia	Equidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas	Caballo, México, español
5.	Nombres comunes locales	Caballo
6.	Fecha evaluación	26/09/2020
7.	Nombre evaluador	Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación	Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
Subtotal Sección A		<b>4.285714286</b>
% incertidumbre Sección A		0
Subtotal Sección B		<b>4.333333333</b>
% incertidumbre Sección B		0
Subtotal Sección C		<b>1.75</b>
% incertidumbre Sección C		0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>		<b>3.456349206</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>		<b>REQUIERE MAYOR ANÁLISIS</b>
%incertidumbre total		0

## 2.6 Gato doméstico (*Felis catus* Linnaeus 1758)



Figura 18. Ejemplar de gato doméstico (*Felis catus*) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.

### GATO DOMÉSTICO (*Felis catus* Linnaeus, 1758)

#### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Felis catus* Linnaeus, 1758 (Figura 18)
2. **Sinonimias:** *Felis catus domestica* Erxleben, 1777
3. **Familia:** Felidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Gato doméstico, México, español.
5. **Nombres comunes locales:** Gato
6. **Fecha evaluación:** 07/09/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo. Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP coincide con

Cwa – Clima templado subhúmedo, con invierno seco y verano cálido, así mismo, existen antecedentes de su introducción en otras áreas del país con diferente clima (Nogales *et al.* 2004; Álvarez-Romero & Medellín 2005; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013; Mella-Méndez 2019) los cuales coinciden con distintos climas de la región de origen de la especie (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Peel *et al.* 2007).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Los gatos son considerados una de las mayores especies invasoras a nivel mundial, destacando su papel como depredador en zonas ricas en biodiversidad. Destaca su presencia en ecosistemas insulares, en los que se han realizado campañas para su erradicación (Álvarez-Romero & Medellín 2005; CANEI 2010) así como en diferentes países con una variedad de climas (Nogales *et al.* 2004; Borroto-Páez & Mancina 2017).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado).**

### **A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta y tiene hábitos predatorios.* Los gatos domésticos pertenecen al orden Carnivora y son excelentes depredadores generalistas, adecuándose a las presas que se encuentren disponibles (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Además, se ha encontrado un patrón de depredación independiente de la clasificación de los ejemplares, existiendo en gatos de hogar, callejeros o ferales (Mella-Méndez 2019), siendo así responsables de las extinciones de alrededor de 63 vertebrados silvestres en el mundo, encontrándose grupos diversos como aves (40 especies), reptiles (2 especies) y pequeños mamíferos (21 especies) (Dauphine & Cooper 2009; Mella-Méndez 2019) y siendo mucho mayor su impacto sobre estas especies en los ecosistemas insulares (Nogales *et al.* 2004; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013;

Shionosaki *et al.* 2015).

**Valor:** 5

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse tres o más veces al año.* La madurez sexual en la especie se alcanza entre los 7 y 12 meses de edad, son poliéstricas estacionales con un promedio de 4 crías, sin embargo puede variar desde 1 a 8; generalmente su reproducción se limita a dos camadas por año sin embargo una particularidad de la especie es que éstas pueden entrar en proestro una vez parida la camada, lo que permite que puedan entrar en estro una vez se lleva a cabo el destete; así como también se produce este fenómeno si la gata pierde la camada (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Brito *et al.* 2019).

**Valor:** 5

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene muchas crías viables por ciclo reproductivo (>4).* Mientras que el promedio de crías por camada es de 4, se pueden observar camadas de 1 hasta 8 cachorros (Brito *et al.* 2019).

**Valor:** 5

## **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN.**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* Esta especie fue introducida a prácticamente todos los países del mundo a partir de su función como controlador de plagas, sin embargo, en los últimos años se ha popularizado como animal de compañía. En México, es una especie distribuida a lo largo de todo el territorio nacional, reconociéndose varias colonias ferales con especial importancia a aquellas ubicadas en ecosistemas insulares, de los cuales en los últimos años se han llevado a cabo campañas de erradicación de los mismos con resultados exitosos en varias islas mexicanas (Álvarez-Romero

& Medellín 2005). En el PNCM, esta especie fue registrada como animal de compañía. Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Felis catus* obtuvo un total de 52.63% de registros en las visitas.

**Valor: 3**

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del gato (*Felis catus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial.

**Valor: 5**

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios y presenta alta movilidad.* Se han realizado distintos análisis de los rangos de dispersión de gatos tanto domésticos de libre albedrío, así como gatos ferales, todos demostrando una alta capacidad de abarcar distancias grandes independientemente de la clasificación del animal. Se conoce que las distancias recorridas son mayores en la noche que en el día, además de que este rango es condicionado por la disponibilidad de recursos, así como por el sexo del ejemplar, teniendo un impacto destacado en ecosistemas insulares, registrándose un rango de hasta más de 1000 hectáreas en islas mexicanas (Langham & Porter 1991; Luna *et al.* 2011; Recio & Seddon 2013).

**Valor: 5**

#### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor cultural.* En los últimos años, el gato ha sido adoptado más por la población mexicana como un animal de compañía, a pesar de que su función principal siempre fue el control de plagas (Álvarez-Romero *et al.* 2008). En Estados Unidos, se calculó que el número de gatos domésticos se triplicó durante los últimos 40 años, y se considera que a nivel mundial existen alrededor de 600 millones de gatos (Dauphine & Cooper 2009). También tiene un valor religioso, puesto que en diversas culturas se utiliza como animal simbólico (Duffy & Capece 2012).

**Valor:** 4

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie van desde las áreas terrestres con manejo como las tierras cultivadas, bosques con manejo, plantaciones, áreas con disturbios y áreas semiurbanas y urbanas; hasta las áreas naturales con mínimos disturbios como los bosques, pastizales, humedales, matorrales, áreas costeras, hasta incluso la tundra.

**Valor:** 5

**SUBTOTAL SECCIÓN A:** 4.928571429

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A:** 0

#### **SECCIÓN B – IMPACTO**

##### **B1 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

##### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *Hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.* Dentro del PNCM se encuentran poblaciones de lince rojo

(*Lynx rufus*), y a pesar de que no existe un registro de hibridación in situ, existen estudios en los que se ha logrado la fertilización in vitro de esperma de lince con ovocitos de gato doméstico, así como la creación de especies híbridas comerciales como la “Desert Lynx”, la cual es una hibridación de lince con la raza doméstica Maine Coon (Gañán *et al.* 2009; Eckermann-Ross 2014). Otras especies presentes en el ANP son el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el margay (*Leopardus wiedii*), de los cuales tampoco existen registros de hibridación *in situ* sin embargo se conocen hibridaciones con especies del mismo género como la raza comercial “Bristol” (gato doméstico x margay) y “Savannah” (gato doméstico x *Leopardus geoffroyi*). Finalmente existen poblaciones de jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) que también podrían ser susceptibles a hibridación, existiendo ya razas comerciales de híbridos de la especie con gato doméstico como la raza “Jaguarundi Curl” (Eckermann-Ross 2014).

**Valor:** 5

### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Al ser un depredador altamente efectivo, el gato doméstico puede llegar a competir por alimento en la región con otras especies depredadoras como los felinos nativos, aves rapaces y reptiles, ya que la dieta es similar o idéntica en las especies, componiéndose en su mayoría por pequeños mamíferos, reptiles y anfibios. Además, los gatos ferales compiten por hábitat con estas mismas especies, ya que comúnmente se encuentran en áreas alejadas de los asentamientos humanos al evitar el contacto con éstos (Dauphine & Cooper 2009; Mella-Méndez 2019).

**Valor:** 5

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* A pesar de que el mayor riesgo que representan los gatos es la depredación sobre otras especies nativas, esto puede traer como consecuencia directa o indirecta una destrucción

del hábitat de varias especies que actúan como sus presas. En los impactos directos, se les puede atribuir la destrucción de nidos y madrigueras, por ejemplo, se ha registrado que los gatos ferales en las islas Turcas y Caicos, localizadas en el océano Atlántico, contribuyen enormemente a la depredación de lagartos de cola rizada y especies del género *Cyclura* mediante la destrucción de madrigueras (Iverson 1978; Fougere 2000). Así mismo, la depredación por los gatos puede provocar un impacto indirecto al hábitat por la extinción de especies, como las aves, las cuales actúan como dispersores de semillas, siendo uno de los grupos más vulnerables ante la depredación por gatos tanto domésticos como asilvestrados, habiéndose presentado incluso extinciones de especies, sobre todo en los ecosistemas insulares, contando 12 en las islas mexicanas (Dauphine & Cooper 2009; Álvarez-Romero 2008; Danner *et al.* 2010).

**Valor:** 9

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* A lo largo del país y del mundo, se han observado impactos de distinta índole de esta especie, sobre todo en los ecosistemas insulares (Dickman 1996; Danner *et al.* 2007; CANEI 2010). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos (Koleff-Osorio *et al.* 2013) que podrían ser sometidas a un número considerable de impactos por parte de las poblaciones de gatos tanto domésticos como ferales que se encuentran en las comunidades humanas albergadas dentro de éste, ya que esta especie es mantenida como animal de compañía sin un control poblacional que impida su reproducción descontrolada en las mismas.

**Valor:** 5

## **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* Mientras que los gatos domésticos por su tamaño son incapaces de depredar las especies de mamíferos más utilizadas para actividades económicas de mayor importancia dentro del PNCM, éstos son portadores de patógenos que pueden tener un impacto directo en la producción e incluso tener un potencial zoonótico para el ser humano. Entre estos patógenos, el de mayor importancia es el protozoo *Toxoplasma gondii*, el cual es un parásito que puede afectar a todos los mamíferos de sangre caliente y provoca una alta mortalidad en la gestación, así como una gama de signos clínicos de distinta índole, entre ellos el neurológico. Este parásito tiene mayor importancia en los ovinos y caprinos, sin embargo, se ha demostrado su capacidad de infectar ganado bovino e incluso con la capacidad de ser transmitido a través de la leche de éstos, por lo que constituye un riesgo para la salud humana y por consiguiente la carne, leche y subproductos de las especies mencionadas pierde su valor (Powell *et al.* 2001; Abu-Dalbou *et al.* 2010). Además, los gatos pueden tener un efecto económico importante al depredar gallinas y pollos, habiéndose registrado casos como la depredación de hasta 46 gallinas en una granja por efecto de un solo ejemplar de gato feral (Borroto-Páez & Reyes-Pérez 2018), así mismo, se han realizado estudios respecto al impacto económico que la depredación de aves nativas tiene sobre una región, mediante la metodología de calcular un valor a cada ave basado en el costo que los observadores de aves, cazadores y especialistas gastan por ejemplar, llegando a la conclusión de que el impacto depredador de los gatos sobre las aves tiene un costo aproximado de \$14 billones de dólares anuales (Pimentel *et al.* 2000). Traspolado a la riqueza biológica que el PNCM tiene, así como su alta cantidad de endemismos, se podría inferir que éstos tienen un alto impacto económico para la actividad de observación de aves, la cual se lleva a cabo en el ANP de manera anual con visitantes de distintas partes del mundo y otorga un beneficio económico a las comunidades que aquí habitan (Sahagún-Sanchez & Durán Fernández 2017).

**Valor:** 5

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Mientras que los impactos de los gatos sobre las especies silvestres son extensos, hasta ahora los registros de esta especie hacia las infraestructuras de uso humano son casi nulas. Sin embargo, existen algunos reportes de vehículos afectados ya que esta especie busca refugios cálidos en épocas de frío, lo que ha ocasionado en algunos casos que se refugien en la maquinaria de los vehículos causando daños a la infraestructura de los mismos (Rodríguez-Pina 2017). Además, al ser una especie que acostumbra enterrar sus heces, éstos pueden ocasionar daños a jardines y huertos (Durán 2017).

**Valor:** 1

## **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* El gato doméstico es una especie con alto riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas de gran importancia, así como de transmisión de enfermedades a diferentes especies animales silvestres y productivas. Son portadores de parásitos de alta importancia como el protozoo *Toxoplasma gondii*, el cual puede ser transmitido a todos los mamíferos incluidos el humano, y además de ser una zoonosis de alta importancia éste tiene un efecto directo en la salud reproductiva de las especies al provocar abortos y afectar indirectamente en la economía de los productores, además, recientes estudios han identificado la presencia de este parásito no solamente en especies terrestres sino también en mamíferos marinos como delfines y focas (Hollings *et al.* 2013). Así mismo, los gatos de libre albedrío pueden tener contacto directo con diferentes especies silvestres como tlacuaches (*Didelphis virginiana*), ratas

de campo (*Neotoma mexicana*), o murciélagos, entre otros que a su vez pueden transmitir enfermedades entre ellos que pueden llegar al ser humano (Cruz-Reyes 2009). Otra enfermedad de alta importancia transmitida por gatos es la llamada “Enfermedad por rasguño de gato”, causada por bacterias del género *Bartonella*, las cuales se transmiten a través del rasguño de esta especie y puede evolucionar a problemas respiratorios y cardíacos (Duffy & Capece 2012). Entre otros parásitos de importancia se encuentran *Toxocara cati*, el cual puede provocar el síndrome de larva migrans en humanos; las bacterias del género *Cryptosporidium* y *Campylobacter*, los cuales pueden afectar las fuentes de agua y causando una infección gastrointestinal en humanos y otras especies, así como ectoparásitos como las pulgas *Ctenocephalides felis* las cuales además de causar problemas dermatológicos directos son portadoras de otros patógenos que afectan a los humanos y a la fauna silvestre y doméstica como las bacterias del género *Yersinia*, entre la que se encuentra la peste bubónica provocada por la especie *Yersinia pestis*, la cual es de especial importancia en el ser humano y puede ser portada por algunas especies de felinos silvestres que eventualmente podrían transmitir la bacteria a través de las pulgas que pasen a gatos de libre albedrío. Finalmente, las mordidas de gatos también son de especial importancia al ser una fuente de infección por patógenos de importancia como *Pasteurella multocida* o el virus de la rabia, el cual es uno de los virus de mayor importancia a nivel mundial. Además del ser humano, los gatos pueden transmitir otros virus de importancia para los felinos silvestres como el virus de inmunodeficiencia felina (FIV) y la panleucopenia felina (Fix *et al.* 1989; Álvarez-Romero & Medellín 2005; Cruz-Reyes 2009; Duffy & Capece 2012).

**Valor:** 5

### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* A pesar de que los gatos tienen un tamaño que en comparación con el humano podría considerarse pequeño, los gatos son una especie que puede ocasionar un considerable daño físico mediante sus colmillos y garras. Los ataques por parte de gatos domésticos son comunes y la mayoría de las veces son secundarias a un comportamiento defensivo ante ciertos estímulos,

sobre todo al tratarse de madres con crías (Gunther *et al.* 2015) o ejemplares ferales o callejeros, sin embargo éstos pueden también ser repentinos al tener un origen patológico (rabia) y transmitir la enfermedad, como en este caso o la “enfermedad por rasguño de gato” (*Bartonella sp*) y representar un problema considerable de salud pública en todos los casos (Chapman 1991; Palacio *et al.* 2007; Gautret *et al.* 2010; Duffy & Capece 2012).

**Valor:** 10

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Mientras que el gato como animal de compañía en la cultura mexicana es relativamente reciente, éste ha sido adoptado por algunas prácticas religiosas o espirituales como un accesorio o incluso un elemento para rituales adoptados de culturas extranjeras entremezcladas con elementos de la cultura mexicana (Capital digital 2016); sin embargo, el mayor impacto cultural que representa el gato en el PNCM es en el impacto a la biodiversidad del ANP por medio de la depredación o las enfermedades que puedan afectar a especies emblemáticas como el jaguar, además de que existe un alto número de endemismos en esta región los cuales le proporcionan una identidad cultural a las comunidades que en ella se encuentran, y representan un atractivo turístico del cual se benefician económicamente por medio de actividades ecoturísticas como la observación de aves (Koleff-Osorio *et al.* 2013; Sahagún-Sanchez & Durán Fernández 2017).

**Valor:** 3

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 4**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

## **SECCIÓN C – MANEJO.**

### **C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* La erradicación de gatos ferales y control poblacional de gatos domésticos es una prioridad en algunas reservas naturales de México y el mundo, sobre todo en los ecosistemas insulares, habiendo casos de éxito como el de las islas Todos Santos, Montserrat y Coronados, entre otras. Las técnicas utilizadas han variado debido a que estas fueron seleccionadas de manera que no afectaran a la fauna nativa de la región, por lo que las más utilizadas han sido la de trapeo con trampas de cebo de cojinete y letales, así como cacería; sin embargo, se han empleado otras como la captura y traslado a continente, así como trapeo con aplicación de anestesia y posterior eutanasia para asegurar un trato ético a los ejemplares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013; Ortiz-Alcaraz *et al.* 2017). Entre otras técnicas que se han utilizado en otras partes del mundo, también se encuentran la dispersión de virus específicos, así como venenos específicos para mamíferos, sin embargo, no son los más recomendados debido a la alta probabilidad de afectación a otros felinos nativos, así como un posible envenenamiento de especies carroñeras (Drummond & Rodríguez 1996). En el caso de los ecosistemas continentales, estos esfuerzos son más complicados debido a que el control y monitoreo de poblaciones es más difícil de llevar por las migraciones de los ejemplares, sin embargo, se recomienda la utilización de estas técnicas en combinación con técnicas como el “trap-neuter-release” y la tenencia responsable de animales de compañía sin permitirles el libre albedrío. El “trap-neuter-release” ha sido sugerido por algunas asociaciones como el método de elección para evitar con esto la eutanasia masiva de ejemplares, sin embargo, se ha demostrado que este programa sólo funciona para colonias pequeñas urbanizadas, así como no evita la problemática de depredación en especies nativas (Foley *et al.* 2005; Duffy & Capece 2012)

**Valor:** 1

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control en otras áreas han sido poco efectivas.* Mientras que en los ecosistemas insulares varias erradicaciones han resultado efectivas como algunos casos de islas mexicanas, la erradicación de las poblaciones ferales de la especie, así como el control poblacional de los ejemplares domésticos y callejeros ha sido sumamente complicado en ecosistemas continentales. Se han sugerido distintas técnicas para el control poblacional de esta especie como el “trap-neuter-release” el cual consiste en el trampeo de los ejemplares, su esterilización y posterior liberación para evitar la eutanasia, sin embargo, se ha demostrado en repetidas ocasiones que esta técnica no funciona para poblaciones grandes en zonas rurales o naturales y que además no previene los impactos que ocasiona la especie (Foley *et al.* 2005; Duffy & Capece 2012). En países insulares de gran extensión como Australia, existe un grave problema poblacional de la especie que ha obligado a las autoridades a recurrir a campañas de cacería y erradicación masiva de estos animales, sin embargo, el problema aún persiste; además, es necesaria la implementación de programas de educación ambiental, así como de monitoreo para evitar la reintroducción de la especie en ambientes naturales (Dickman 1996; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013; Doherty *et al.* 2017).

**Valor:** 3

## **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).*

**Valor:** 1

### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* En las diferentes islas en las que se han llevado a cabo campañas de erradicación de gato feral, los costos han sido

elevados sin importar si el programa fue efectivo o no. En la Isla Guadalupe, por ejemplo, el solo proyecto de erradicación de gato feral tuvo un costo de \$350,000 dólares, mientras que en islas más pequeñas como la isla Espíritu Santo el costo fue de \$150,000 dólares, esto sin contar en ambos casos las campañas de educación ambiental y monitoreo para evitar la reintroducción de la especie al ecosistema (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). En ecosistemas continentales, se creía que la implementación de programas como el “trap-neuter-return” o los santuarios y albergues de gatos podrían aliviar los altos costos de las campañas de monitoreo y erradicación, sin embargo con el paso del tiempo éstas campañas por sí solas han demostrado ser una solución poco práctica ya que las poblaciones siguen creciendo, no se evitan las consecuencias ambientales de los gatos sobre las especies nativas, además de que suponen un costo elevado en recursos de tiempo y dinero (Duffy & Capece 2012; Lohr *et al.* 2013).

**Valor:** 5

#### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la ENEI. Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia

de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Los métodos de control y erradicación de gatos ferales son diversos, anteriormente se llegó a utilizar veneno sin embargo esta estrategia demostró ser una afectación a las especies carroñeras nativas, actualmente el uso de veneno ha evolucionado a métodos más específicos para la especie que eviten estos efectos secundarios (Luna-Mendoza *et al.* 2011). Respecto a las otras estrategias de control y erradicación, en los últimos años se ha popularizado la técnica de “trap-neuter-release” que consiste en atrapar a los ejemplares por medio de trampeo, esterilizarlos y liberarlos, sin embargo, esta técnica ha mostrado poca efectividad, así como no elimina el impacto a la fauna nativa debido a que los gatos vuelven a ser liberados y por consiguiente éstos siguen impactando ya sea por medio de depredación o transmisión de enfermedades. Debido a esto, las medidas de elección han sido el trampeo y posterior eutanasia, o la cacería directa de los ejemplares. Existen casos documentados en los que la erradicación de gatos sin importar el método ha resultado en un afectación al ecosistema cuando existen poblaciones de conejos o roedores exóticos, debido a que los gatos ferales actúan como un depredador de estas especies controlando sus poblaciones, y

una vez que éstos son eliminados, las poblaciones de conejos y roedores crecen sin control afectando a los ecosistemas que invaden así como afectando a las actividades agropecuarias mediante la transmisión de enfermedades por roedores, por lo que es importante un control de todas las especies introducidas que se encuentren junto con los gatos (Duffy & Capece 2012; Nogales *et al.* 2013).

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 2**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.642857143 (Tabla 8)**

**NIVEL DE RIESGO: ALTO RIESGO**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 8. Análisis de riesgo para gato (*Felis catus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>	
<b>Datos de la Evaluación</b>	
1.	Nombre del taxón <i>Felis catus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias <i>Felis catus domestica</i> Erxleben, 1777
3.	Familia Felidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas Gato doméstico, México, español
5.	Nombres comunes locales Gato
6.	Fecha evaluación 07/09/2020
7.	Nombre evaluador Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluaci Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
<b>Subtotal Sección A</b>	
<b>4.785714286</b>	
<b>% incertidumbre Sección A</b>	
0	
<b>Subtotal Sección B</b>	
<b>4.5</b>	
<b>% incertidumbre Sección B</b>	
0	
<b>Subtotal Sección C</b>	
<b>2</b>	
<b>% incertidumbre Sección C</b>	
0	
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>	
<b>3.761904762</b>	
<b>NIVEL DE RIESGO</b>	
<b>ALTO RIESGO</b>	
<b>%incertidumbre total</b>	
0	

## 2.7 Conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus 1758)



Figura 19. Ejemplar de conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en estado de libertad en la comunidad de La Ciénega de González.

### CONEJO EUROPEO (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus 1758)

#### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus 1758 (Figura 19)
2. **Sinonimias:** *Lepus cuniculus* Linnaeus, 1758
3. **Familia:** Leporidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Conejo europeo, México, español; conejo, México, español.
5. **Nombres comunes locales:** Conejo
6. **Fecha evaluación:** 12/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP, 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el

ANP en su totalidad, coincide con los climas Bsk (semiárido templado) y Bsh (semiárido semicálido); el cual es uno de los climas en los que la especie en cuestión se distribuía originalmente (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Peel *et al.* 2007; CONANP 2020).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Existen registros de la introducción del conejo europeo a todos los continentes excepto Antártica, además de más de 800 islas, siendo considerado uno de los mamíferos invasores más exitosos que existen. En México, se encuentra introducido en todo el territorio nacional, sin embargo, no hay registros formales de poblaciones ferales (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Lees & Bell 2008).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado).**

### **A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta.* Son herbívoros que prefieren los pastos y las herbáceas, sin embargo, son altamente adaptables llegando a consumir incluso algunas cortezas de árboles, y algunos vegetales (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 3

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse tres o más veces al año.* Son poliéstricas presentando incluso estro postparto, llegando a la madurez reproductiva desde el primer año de edad, con la capacidad de tener hasta 7 camadas al año, reproduciéndose durante todo el año en ambientes tropicales (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene muchas crías viables por ciclo reproductivo (>4).* Las camadas son grandes, pueden tener desde 1 a 9 gazapos por parto siendo el promedio de 5 a 6, aunque en Europa se reportan camadas de hasta 13 gazapos (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Lees & Bell 2008)

**Valor:** 5

### **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

#### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* El conejo europeo en sus poblaciones domésticas y ferales tiene distribución mundial, excluyéndose solamente del continente de Antártica. Se reporta como invasora en más de 7 países, incluyendo ecosistemas insulares (ISSG 2020) En México, se encuentra distribuida en todo el territorio nacional, sin embargo, no se han registrado poblaciones ferales, aunque no se descarta que existan (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Oryctolagus cuniculus* obtuvo un total de 15.78% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el

país en 19 zonas. En el caso del conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial y ecosistemas insulares (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

## **A5 – DISPERSIÓN.**

### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios, pero presenta baja movilidad.* Esta especie, al ser una presa vulnerable, no suele moverse mucho, abarcando rangos de distancias no mayores a 20 Ha, y sin alejarse mucho de sus madrigueras (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 3

### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial.* La producción de conejo europeo para alimentación y subproductos es una actividad pecuaria que poco a poco ha encontrado más auge en el territorio mexicano, sobre todo en la zona centro-sur del país. Debido a su facilidad de crianza y poca inversión, la cunicultura se ha convertido en el sustento de muchas familias que no cuentan con los grandes espacios requeridos para otras especies productivas de mayor tamaño. El Estado de México funge como el mayor productor de conejo, tan solo en el 2007 con una producción de más de 150,000 toneladas de carne (Pacheco-González 2013; Aceves-Martínez 2019).

**Valor:** 5

## **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede

utilizar esta especie son los terrestres con manejo como las tierras agrícolas, bosques con manejo, plantaciones, huertos, áreas con disturbios y zonas urbanas o periurbanas; así como las áreas terrestres naturales y seminaturales como los bosques naturales, pastizales naturales y matorrales.

**Valor:** 5

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.571428571**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

## **SECCIÓN B – IMPACTO**

### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

#### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

*R: No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada. A pesar de que en la región se encuentran otras especies de lagomorfos como el conejo del desierto (*Sylvilagus floridanus*) o la liebre cola negra (*Lepus californicus*), no existe capacidad de hibridación entre estos y el conejo europeo (Pretescu-Mag et al. 2018).*

**Valor:** 1

#### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

*R: Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.). Los conejos pueden ser una especie voraz y abundante que ejerce impactos directos sobre la vegetación nativa a tal grado que provoque impactos indirectos hacia las especies de fauna nativa que se beneficien de ésta, siendo un ejemplo de importancia las aves en ecosistemas insulares, en donde se perdieron sitios de anidación de gran importancia (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Así mismo, compiten directamente por alimento con las especies herbívoras de las regiones que invaden (Wittenberg et al. 2001). Además, los conejos suelen construir madrigueras para resguardo y reproducción, por lo que pueden competir directamente con especies nativas desplazando a éstas y quitándoles refugio, lo que provocaría que éstas fueran más propensas a ser depredadas (Lees & Bell 2008).*

**Valor: 5**

### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* A lo largo de la historia se han registrado invasiones de esta especie las cuales conllevan a desenlaces catastróficos para los hábitats que colonizan. Sobre todo, en ecosistemas insulares, los impactos han sido tan severos que se han registrado erosión de importancia, así como una afectación casi completa a la vegetación nativa, a veces en periodos tan rápidos como un año (Wittenberg *et al.* 2001). En ecosistemas áridos, el impacto es mayor ya que las grandes densidades poblacionales de esta especie provocan un sobrepastoreo de la escasa vegetación, así como una erosión de importancia a los suelos (Bengsten & Cox 2014).

**Valor: 15**

### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* Debido a su alta capacidad de adaptación y las grandes densidades poblacionales que presenta esta especie, ha sido sencillo para las poblaciones introducidas el volverse invasoras, sobre todo en ecosistemas insulares (Wittenberg *et al.* 2001) o en grandes extensiones como el caso de Australia en donde se registra una colonización del casi 70% del territorio (Bengsen & Cox 2014). En México, se ha registrado esta especie a lo largo de todo el territorio nacional, sin poblaciones ferales confirmadas, aunque no se descarta la posible presencia de éstas (Álvarez-Romero & Medellín 2005). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Williams *et al.*

1996) las cuales ya se encuentran presentes dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

## **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* Al degradar la vegetación de un lugar, los conejos eliminan potenciales fuentes de alimento para el ganado productivo, provocando con esto menor capacidad de carga, así como una pérdida económica para el ganadero; tan solo en Australia en la década de los 90's, se estimaban pérdidas de hasta \$135 millones de dólares australianos de impactos directos de los conejos a las actividades ganaderas. Además, afectan los depósitos de agua mediante la erosión del suelo, no permitiendo a este filtrar las sales que terminan vertiéndose en los abrevaderos naturales. Otro efecto indirecto de esta especie es el aumento en el número de depredadores, los cuales, al beneficiarse de las grandes poblaciones de conejo, aumentan en número eventualmente afectando a especies productivas. Además, existen patógenos que pueden ser transmitidos por parte de los conejos a otras especies productivas e incluso al humano, poniendo en riesgo la salud y por ende aumentando los costos en control y medicina preventiva. Otro efecto directo de esta especie es la destrucción de cultivos y huertos, ocasionando grandes pérdidas para el sector agrícola debido a los costos de manejo y pérdida de producto (Williams *et al.* 1996).

**Valor:** 5

### **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Mientras que los conejos son animales de talla pequeña, es característico de éstos la gran capacidad de morder todo tipo de material que capte su atención. Debido a esto, los accidentes con infraestructura eléctrica son comunes, afectando a casas o edificios al punto de ponerlos en riesgo de incendios, o inclusive a la estructura eléctrica de los vehículos motorizados

(Kenney 2016).

**Valor: 3**

### **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

#### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Existen varios patógenos que pueden ser transmitidos hacia los animales silvestres, domésticos o incluso al humano por parte del conejo europeo, sin embargo los de mayor importancia ecológica tanto económica son el de la Enfermedad Hemorrágica del Conejo y la Mixomatosis, siendo la primera una que hasta hace poco no se evidenciaba capaz de afectar a poblaciones silvestres de liebre cola negra (*Lepus californicus*) y conejo del desierto (*Sylvilagus floridanus*) (Bengsen & Cox 2014; Monterrubio *et al.* 2020). Otros patógenos de importancia incluyen parásitos como la coccidia y el *Toxoplasma gondii* (Barrandeguy & Carossino 2017; Figueroa-Castillo *et al.* 2006); bacterias como *Lawsonia intracellularis*, entre otras (Williams *et al.* 1996;) los cuales pueden afectar no solamente a especies productivas, sino a las especies silvestres e incluso al humano.

**Valor: 5**

#### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie no tiene comportamiento agresivo, pero si posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Los conejos son una especie presa, por lo que la agresión hacia otros potenciales depredadores es prácticamente nula y solo se logra observar si éstos son privados de un área de escape. Sin embargo, éstos poseen fuertes dientes y garras que muchas veces usan en detrimento de su propia especie en peleas territoriales e incluso atacando a las crías de otras hembras o machos; por lo que es importante resaltar que en el ANP en cuestión existen otras especies de lagomorfos o pequeños mamíferos los cuales podrían ser atacados por esta especie, aunque no existe evidencia de esta situación llevándose a cabo en vida silvestre (Mykytowycz & Dudziński

1972; Hesterman *et al.* 1974).

**Valor: 6**

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Bengsen & Cox 2014). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 4**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

**SECCIÓN C – MANEJO.**

**C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* Dentro del control y erradicación de poblaciones silvestres de conejo europeo, se conocen diversas técnicas las cuales han probado arrojar resultados positivos en diversas localidades. Entre ellas, las predilectas han sido el uso de enfermedades exclusivas de lagomorfos, como son la Mixomatosis y la Enfermedad Hemorrágica del Conejo (Bengsen & Cox 2014). Anteriormente se utilizaban otras técnicas como el envenenamiento, cacería, los cercos y otros métodos biológicos sin mucho éxito; sin

embargo, al introducir técnicas como las enfermedades mencionadas anteriormente entre otras como la pulga del conejo; así como un manejo exitoso de hábitat, ayudaron a que las poblaciones fueran reducidas dramáticamente en algunos países (Williams *et al.* 1996).

**Valor:** 1

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido efectivas (se conocen experiencias de la erradicación de la especie en condiciones similares en otras regiones o países).* Se conocen distintas experiencias de erradicación de poblaciones ferales de la especie en al menos 87 islas de distintas partes del planeta (Courchamp *et al.* 1999). Sin embargo, también existen diversos registros de erradicaciones fallidas en grandes extensiones de territorio debido a métodos mal aplicados, como lo es el ejemplo de Australia, los cuales resultaron en un impacto directo a la biodiversidad nativa de los ecosistemas afectados más que a las poblaciones ferales de la especie invasora (Williams *et al.* 1996; Moseby *et al.* 2005). En algunas islas del territorio mexicano, esta especie ha sido erradicada de manera exitosa, sin embargo, no se tienen registros de poblaciones ferales ni intentos de erradicación en ecosistemas continentales del país (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 1

## **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** *La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).*

**Valor:** 1

### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Los métodos de control y erradicación de la especie han mostrado mayor efectividad en relación a su costo-eficiencia

mediante la combinación de éstos (Williams & Moore 1995), ya que en diferentes lugares del mundo en donde se percibe como invasora, los intentos por el manejo de esta especie se han visto mermados debido a los costos de implementación que resultan en una poca o nula efectividad, por lo que los costos pueden aumentar, sin embargo, esto puede asegurar un mejor resultado. Además, los costos no se limitan al control o erradicación de la especie, sino en los costos de reparación de los daños que éstos realizan sobre las áreas afectadas. En Australia, por ejemplo, solamente de costos de reparación de daños, se estimaban alrededor de \$200 dólares australianos por hectárea para su rehabilitación. En cuestión del costo extra para la implementación de técnicas para su erradicación, se estimó un aproximado de \$210 hasta \$483 dólares australianos por hectárea en diferentes áreas de este país (Bengsen & Cox 2014). Sin embargo, respecto a los costos de inversión de las técnicas de control biológico, se estima un gasto inicial de aproximadamente \$12 millones de dólares australianos, recuperando una cantidad de aproximadamente \$70 billones en los siguientes 60 años, demostrando que estos métodos pueden llegar a proporcionar grandes beneficios económicos en los países en donde éstos puedan ser implementados. Lamentablemente, debido a la biodiversidad de nuestro país, así como a las especies de Lepóridos que se encuentran en el PNCM, estas estrategias de control biológico podrían llegar a impactar negativamente por lo que es necesaria la búsqueda de métodos más tradicionales y costosos para su erradicación y control.

**Valor:** 5

#### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se

manejen de acuerdo a la ENEI (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Al ser esta especie de una importancia considerable para el desarrollo económico del sector productivo, así como una especie de bajo mantenimiento para los pequeños productores, los programas de control podrían beneficiar a éstos mediante la adquisición de ejemplares silvestres para su aprovechamiento local. Sin embargo, debido a que los métodos de control más utilizados actualmente para esta especie se basan en el control biológico mediante el esparcimiento de enfermedades virales que se ha demostrado que afectan a las especies nativas de lepóridos, la

implementación de éstas podría traer una afectación más que un beneficio, además de que las técnicas tradicionales de envenenamiento podrían afectar de igual manera, con riesgo de afectar las producciones cunícolas que se puedan desarrollar en el área (Cooke & Fenner 2002; Lorenzo *et al.* 2020). Respecto al resto de la biodiversidad nativa, se ha evidenciado que la erradicación de esta especie ha sido beneficiosa para los ecosistemas en donde se elimina (Bengsen & Cox 2014).

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 2**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.523809524 (Tabla 9)**

**NIVEL DE RIESGO: ALTO RIESGO**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 9. Análisis de riesgo para conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>		
<b>Datos de la Evaluación</b>		
1.	Nombre del taxón	<i>Oryctolagus cuniculus</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias	<i>Lepus cuniculus</i> Linnaeus, 1758
3.	Familia	Leporidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas	Conejo europeo, México, español; conejo, México, español
5.	Nombres comunes locales	Conejo
6.	Fecha evaluación	12/10/2020
7.	Nombre evaluador	Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación	Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
Subtotal Sección A		<b>4.571428571</b>
% incertidumbre Sección A		0
Subtotal Sección B		4
% incertidumbre Sección B		0
Subtotal Sección C		2
% incertidumbre Sección C		0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>		<b>3.523809524</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>		<b>ALTO RIESGO</b>
%incertidumbre total		0

## 2.8 Oveja (*Ovis aries* Linnaeus 1758)

### OVEJA (*Ovis aries* Linnaeus 1758)

#### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Ovis aries* Linnaeus, 1758
2. **Sinonimias:**
3. **Familia:** Bovidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Borrego, México, español; oveja, México, español.
5. **Nombres comunes locales:** Borrego, oveja.
6. **Fecha evaluación:** 13/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

#### PREEVALUACIÓN

1. **¿La especie está presente en el país?**

R: *Sí* – Se pasa a pregunta 2

2. **Ámbito del Análisis de Riesgo.**

R: *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

3. **¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

R: *No* – se pasa a pregunta 5

4. **¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

R: *No aplica* – se procede a pregunta 5

5. **¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

**ANÁLISIS DE RIESGO**

**SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

**A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el ANP en su totalidad, coincide con el clima Bsh; el cual es uno de los climas en los que la especie en cuestión se distribuía originalmente (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Peel *et al.* 2007).

**Valor:** 15

**A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Al ser una especie productiva de importancia, la oveja ha sido introducida en casi todos los países del mundo en poblaciones domésticas y ferales, teniendo especial importancia en ecosistemas insulares (ISSG 2020). Siendo en México una especie popular para su reproducción y consumo, ya sea para alimento o por su lana. En el territorio nacional, se encuentra distribuida en toda su extensión, siendo ya erradicada solamente de algunas islas, como es el caso de la Isla Natividad (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 15

**A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado). A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta.* Son animales herbívoros que pueden consumir una gran diversidad de materia vegetal, siendo los pastos sus predilectos. También consumen hojas, ramas, inclusive suculentas en algunos ambientes más áridos y herbáceas (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 3

**A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse dos veces al año.* La hembra es poliéstrica estacional, presentando además un estro post-parto, siendo el macho fértil durante todo el año. En zonas tropicales se ha observado una reproducción a lo largo de todo el año con hasta dos camadas anuales, sin embargo, las poblaciones ferales en todo el mundo dependen de la latitud ya que el periodo de partos suele ser en primavera (Réale & Boussés 1999; Álvarez-Romero & Medellín 2005; ISSG 2020).

**Valor:** 3

**A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene pocas crías por ciclo reproductivo ( $\leq 4$ ).* Usualmente las ovejas paren 1 cría por camada, ocasionalmente pariendo gemelos. Sin embargo, existen razas domésticas que pueden parir hasta 4 crías (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 3

**A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

**A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* Las poblaciones de ovejas ferales se encuentran registradas a través de todo el mundo y en México se

distinguen poblaciones domésticas en todo el país, sobre todo en ecosistemas insulares (Álvarez-Romero & Medellín 2005; ISSG 2020). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Ovis aries* obtuvo un total de 5.26% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso de la oveja (*Ovis aries*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial y ecosistemas insulares (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios, y presenta alta movilidad.* Los rangos de movilidad difieren por sexo del animal y estación del año, siendo los machos los que presentan mayor rango (hasta un 40% más que las hembras). Pueden abarcar grandes extensiones de territorio diariamente con rangos entre 400 m a 2000 m debido a su capacidad de movilizarse por terrenos poco transitables, con rangos territoriales de hasta 200 Ha para machos y 150 para hembras (Van Vuren & Coblenz 1989).

**Valor:** 5

#### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial.* El ganado ovino es preferido en muchos lugares del mundo por su adaptación, así como sus usos comerciales, que no se limitan a la producción cárnica, sino que también es cotizado por su lana, además de su carácter templado para su crianza, habiendo más de 200 razas desarrolladas por el ser humano (Squires 1975). Tan solo en México, la demanda anual de carne ovina es de hasta 85,000 toneladas (Martínez Gonzalez *et al.* 2011). En el PNCM, la ganadería de ovinos se practica en distintos municipios que lo integran, aunque en menor cantidad que otro tipo de ganado como el bovino (*Bos taurus*) o el caprino (*Capra hircus*) (Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

**Valor: 5**

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie son los terrestres con manejo como las tierras agrícolas, bosques con manejo, plantaciones, pastizales con manejo, y áreas con disturbios; así como las áreas terrestres naturales y seminaturales como los bosques naturales, pastizales naturales, matorral y regiones áridas como desierto.

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.428571429**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

## **SECCIÓN B – IMPACTO**

### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

#### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** *No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.*

**Valor:** 1

#### **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Las ovejas ferales pueden tener un impacto considerable en las comunidades vegetales de un área natural, compitiendo directamente con otros herbívoros de la región, como por ejemplo el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el PNCM (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Así mismo, al impactar directamente sobre la composición vegetal de un área natural, las ovejas desplazan indirectamente a especies de aves, reptiles y pequeños mamíferos que hacen uso de las plantas nativas, provocando una disminución en la diversidad e incluso en la tasa reproductiva de estas especies al desproveerlas de refugio y alimento (Van Vuren & Coblentz 1987; Van Vuren 2013).

**Valor:** 5

#### **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Uno de los impactos de mayor importancia de esta especie es la degradación de hábitat y modificación de la comunidad vegetal mediante el sobrepastoreo de especies nativas y dispersión de semillas de especies exóticas que pueden ser transportada a través de sus excrementos o en su lana (Ikagawa 2013).

**Valor:** 15

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* Debido a su alta capacidad de adaptación, las ovejas se han clasificado como invasoras en distintas partes del mundo, abarcando todos los continentes (ISSG 2020) y siendo de suma importancia en ecosistemas insulares (Álvarez-Romero & Medellín 2005). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Van Vuren & Coblenz 1987) las cuales ya se encuentran presentes como una especie de valor económico dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

#### **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

##### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* A pesar de que no existen registros de que las poblaciones ferales de ovejas provoquen impactos de importancia en cultivos, éstas pueden ser portadoras de enfermedades de importancia a especies tanto domésticas como de vida silvestre con valor económico e incluso de reporte obligatorio a nivel nacional (Esteban-Redondo & Innes 1997), como por ejemplo las enfermedades de Scrapie, Maedi-Visna, o Salmonelosis por *Salmonella abortus ovis* (Diario Oficial de la Federación 2018).

**Valor:** 3

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.* Mientras que las ovejas suelen ser menos destructivas que las cabras, hay algunos daños indirectos que éstas pueden llegar a provocar en la infraestructura de uso humano. Por ejemplo, en Escocia, se suscitaron 6 incidentes en los que hubo deslizamientos de tierra que provocaron fuertes accidentes automovilísticos, esto provocado por la erosión que las ovejas en los terrenos circundantes provocaron al suelo, ocasionando que éste fuera altamente inestable y hubiera derrumbes constantes (Monbiot 2013).

**Valor:** 1

## **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Las ovejas como todos los animales de producción, pueden ser portadores de numerosos patógenos de importancia tanto para los animales domésticos, como la fauna silvestre e incluso el humano. Estos patógenos pueden ir desde parásitos de alta importancia como el *Toxoplasma gondii* (Abu-Dalbou *et al.* 2010); bacterias, virus como el herpesvirus ovino tipo 2 o la enfermedad de pies y boca (Kitching & Hughes 2002), incluyendo algunos que pueden afectar a especies de fauna silvestre de alta importancia económica como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como es la enfermedad de Lengua Azul (Johnson *et al.* 2006); y hasta priones como el causante de la enfermedad de Scrapie (Kálmán & Egyed 2005). Muchas de estas enfermedades son consideradas en México como enfermedades de reporte obligatorio precisamente debido al alto impacto que pueden llegar a tener sobre las actividades productivas, así como en la salud de la fauna silvestre nativa y como potenciales zoonosis hacia el ser humano (Diario Oficial de la Federación 2018).

**Valor: 5**

**B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie no tiene comportamiento agresivo, pero si posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Las ovejas, a diferencia de las cabras, suelen tener un comportamiento más dócil y manejable. Los carneros machos pueden llegar a presentar conducta dominante en épocas reproductivas, sin embargo, estos desplantes generalmente suelen ser dirigidos a otros machos de la misma especie y el mismo grupo social (Ruiz-de-la-Torre & Manteca 1999). Éstos poseen cuernos formados de keratina que pueden crecer con diferentes tamaños o formas dependiendo de la raza y edad del animal (Marshall & Gillespie 1977).

**Valor: 6**

**B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es la degradación de suelo, así como la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Van Vuren 2013). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor: 3**

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 3.666666667**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

## **SECCIÓN C – MANEJO.**

### **C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* En ovejas, las técnicas que se utilizan en mayor medida son la cacería ya sea con armas solamente o con perros, y la exclusión de los rebaños mediante cercas. También se utilizan técnicas de captura cerca de cuerpos de agua o depósitos de sal en ambientes escasos en recursos para poder atrapar a los rebaños. (Ikagawa 2013; Invasive Species Specialist Group 2020). En algunos ecosistemas insulares de México, se llevó a cabo una campaña de erradicación de borrego feral mediante trampas de cebo y cacería aérea con helicóptero, así como cacería terrestre y se aplicó el método popular de borregos Judas, el cual normalmente es utilizado en cabras sin embargo pudo ser adaptado a esta especie debido a la gran similitud entre las características biológicas de ambas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 1

### **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas.* A pesar de que existen casos de éxito en la erradicación de esta especie, éstos han sido en ecosistemas insulares como Nueva Zelanda, o incluso algunas islas de México como la Isla Santa Cruz o Socorro, en donde se observaron algunos efectos positivos consecuentes a la eliminación de éstas (Meissner & Facelli 1999; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013), habiendo muchas veces la necesidad de retomar los esfuerzos debido a que las poblaciones vuelven a proliferar (Hess *et al.* 2017). No se conocen casos de éxito en ecosistemas continentales.

**Valor:** 3

### **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

#### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).

**Valor:** 1

#### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Siendo la instalación de cercas y la cacería los métodos de control predilectos para el manejo de las poblaciones ferales de la especie, los costos pueden ser muy elevados debido a las distancias que deben de abarcarse para que estos métodos sean efectivos. Por ejemplo, en Hawaii, en la isla de Mauna Loa, se gastaron alrededor de \$1.7 millones de dólares solamente para construir las cercas que impedirían que poblaciones ferales se adentraran a las partes más altas de la montaña (Ikagawa 2013). En México tan solo en la Isla Socorro, el solo monitoreo para confirmar la ausencia del borrego feral tuvo un costo de \$100,000 pesos mexicanos, sin contar costos de erradicación (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor:** 5

### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CANEI 2010). Mientras en la Ley General de Vida Silvestre en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los

ejemplares exóticos no deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortiz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Al ser esta especie de una importancia considerable para el desarrollo económico del sector ganadero productivo, así como una especie de bajo mantenimiento para los pequeños productores, los programas de control podrían beneficiar a éstos mediante la adquisición de ejemplares silvestres para su aprovechamiento local. Respecto a la biodiversidad nativa, se ha evidenciado que la erradicación de esta especie ha sido beneficiosa para los ecosistemas en donde se elimina (Klinger *et al.* 2002; Ortiz-Alcaraz *et al.* 2016). Sin embargo, la erradicación de esta especie

debe realizarse con un enfoque que permita considerar las otras especies invasoras en el ecosistema, debido a que la erradicación de borrego feral en algunas ocasiones ha implicado el aumento de algunas especies vegetales invasoras que eran controladas por éstos (Hess *et al.* 2017).

**Valor: 1**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 1.75**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.281746032 (Tabla 10)**

**NIVEL DE RIESGO: REQUIERE MAYOR ANÁLISIS**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 10 . Análisis de riesgo para ganado ovino (*Ovis aries* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>	
<b>Datos de la Evaluación</b>	
1.	Nombre del taxón <i>Ovis aries</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias
3.	Familia Bovidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas Borrego, México, español; oveja, México, español
5.	Nombres comunes locales Borrego, oveja
6.	Fecha evaluación 13/10/2020
7.	Nombre evaluador Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluaci Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
<b>Subtotal Sección A</b>	
	<b>4.428571429</b>
<b>% incertidumbre Sección A</b>	
	<b>0</b>
<b>Subtotal Sección B</b>	
	<b>3.666666667</b>
<b>% incertidumbre Sección B</b>	
	<b>0</b>
<b>Subtotal Sección C</b>	
	<b>1.75</b>
<b>% incertidumbre Sección C</b>	
	<b>0</b>
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>	
	<b>3.281746032</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>	
	<b>REQUIERE MAYOR ANÁLISIS</b>
<b>%incertidumbre total</b>	
	<b>0</b>

## 2.9 Cerdo (*Sus scrofa* Linnaeus 1758)



Figura 20. Ejemplar de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en estado de cautividad en la comunidad de La Laguna de Sánchez-El Hondable.

### CERDO (*Sus scrofa* Linnaeus 1758)

#### DATOS DE LA EVALUACIÓN

1. **Nombre del taxón:** *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Figura 20)
2. **Sinonimias:** *Sus domesticus* Erxleben, 1777
3. **Familia:** Suidae
4. **Nombres comunes conocidos, países, idiomas:** Cerdo, México, Español.
5. **Nombres comunes locales:** Cerdo, puerco, marrano, jabalí
6. **Fecha evaluación:** 11/10/2020
7. **Nombre evaluador:** Katya Ortíz
8. **Institución que realiza la evaluación:** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PREEVALUACIÓN**

**1. ¿La especie está presente en el país?**

**R:** *Sí* – Se pasa a pregunta 2

**2. Ámbito del Análisis de Riesgo.**

**R:** *Área protegida* - se pasa a pregunta 3

**3. ¿Existen previos análisis de riesgo desarrollados bajo el mismo método, relevantes a nivel nacional?**

**R:** *No* – se pasa a pregunta 5

**4. ¿El análisis de riesgo previo es válido aún?**

**R:** *No aplica* – se procede a pregunta 5

**5. ¿El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango?**

**R:** *Sí* – se procede a pregunta 6

**6. ¿La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones?**

**R:** *Sí* – se indica realizar el análisis de riesgo.

## **ANÁLISIS DE RIESGO**

### **SECCIÓN A – RIESGO DE ESTABLECIMIENTO.**

#### **A1 – AJUSTE CLIMÁTICO.**

**R:** *Es alto el grado de similitud climática entre las áreas nativas (origen) y donde se introdujo.*

El municipio de Santiago dentro de su delimitación en el PNCM presenta 4 tipos de climas de la escala de Köppen modificada por Enriqueta García (CONABIO 1998), los cuales son: (A)C(w1) – Semicálido subhúmedo (índice P/T entre 43.2 y 55); (A)C(w2) – Semicálido subhúmedo (índice P/T >55); (A)C(wo) – Semicálido subhúmedo (índice P/T < 43.2); C(w1) – Templado subhúmedo (CONANP 2020). Sin embargo, en la escala original el clima al cual pertenece el

ANP en su totalidad, coincide con los climas Aw, Cwc, Bsh, Bsk, Bwh y Cwc; los cuales son algunos de los climas en los que la especie en cuestión se distribuía originalmente (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Peel *et al.* 2007).

**Valor:** 15

## **A2 – ANTECEDENTES DE INTRODUCCIÓN EN OTRAS ÁREAS.**

**R:** *La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones tropicales.* Los cerdos, al igual que todas las especies domésticas, se han introducido a un gran número de países debido a su asociación con el hombre. Además, se le agregó un valor deportivo al introducir poblaciones silvestres en distintas partes del mundo para su uso en la cacería, lo que ha provocado que se establezca como invasora en muchas áreas continentales e insulares. En México, se han registrado poblaciones ferales en casi todos los estados, y teniendo presencia de la especie en islas (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013; Hess 2016).

**Valor:** 15

## **A3 – BIOLOGÍA (en su área de origen o en áreas donde es invasora y se ha documentado).**

### **A3.1 – DIETA.**

**R:** *La especie es generalista en su dieta y tiene hábitos predatorios.* A pesar de que el cerdo feral se percibe como omnívoro ya que su alimentación se basa principalmente en materia vegetal (hongos, raíces, tubérculos, granos, etc) con la ocasional ingesta de carne por medio de la carroña, los cerdos pueden ser depredadores de invertebrados como lombrices y otros insectos, además de consumir huevos de aves y reptiles; así mismo, existe evidencia de que esta especie debido a su agresividad y actividad gregaria, han mostrado hábitos predatorios hacia pequeños mamíferos como crías de ovejas (Choquenot *et al.* 1997; Waithman *et al.* 1999; Heise-Pavlov & Heise-Pavlov 2003; Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

### **A3.2 – FRECUENCIA DEL CICLO REPRODUCTIVO.**

**R:** *La especie puede reproducirse dos veces al año.* Debido a que esta especie ha sido utilizada ampliamente para el consumo humano, la selección que se ha llevado a cabo en los ejemplares domésticos ha permitido mejorar su capacidad reproductiva. En zonas tropicales, las hembras pueden tener hasta dos camadas por año (Álvarez-Romero & Medellín, 2005; Wehr *et al.* 2018).

**Valor:** 3

### **A3.3 – NÚMERO DE CRÍAS/GRUPO TAXONÓMICO.**

**R:** *Se conoce que la especie tiene muchas crías por ciclo reproductivo (>4).* Debido a la selección que se le ha dado a la especie para mejorar su capacidad reproductiva con fines de producción, las hembras de esta especie pueden parir hasta 12 lechones por camada, con un promedio de 4 a 8 crías (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

## **A4 – DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA.**

### **A4.1 – ABUNDANCIA/EXTENSIÓN (EN MÉXICO Y PNCM).**

**R:** *La especie está detectada en ambientes naturales y registrada como ocasional.* Las poblaciones de cerdos en áreas naturales se han registrado en casi todo el mundo, con abundancias de millones de individuos en Australia, por ejemplo, y hasta un promedio de 15 cerdos por kilómetro cuadrado en islas de Hawaii (Hone 1990; Leopold *et al.* 2016), con piaras compuestas hasta de 400 individuos (Wehr *et al.* 2018). Mediante la metodología adaptada para el presente análisis de riesgo dentro del área del PNCM, la especie será clasificada como ocasional cuando se registren uno o menos de cinco individuos en menos del 70% de las visitas, y como abundante, cuando el porcentaje sea mayor al 70%. En el caso de los monitoreos por medio del transecto principal especificado en la metodología del presente estudio, la especie *Sus scrofa* obtuvo un total de 15.78% de registros en las visitas.

**Valor:** 3

#### **A4.2 – DISTRIBUCIÓN EN EL PAÍS (ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: EVALUAR SÓLO PARA ESPECIES YA INTRODUCIDAS AL PAÍS)**

**R:** *La especie está reportada en más de una zona biogeográfica del país.* De acuerdo a la adaptación de la metodología del presente análisis de riesgo, la clasificación que se utilizó para las zonas biogeográficas de México fue la propuesta por la CONABIO en 1997, la cual divide el país en 19 zonas. En el caso del cerdo (*Sus scrofa*), su distribución ha sido reportada a lo largo de toda la extensión territorial (Álvarez-Romero & Medellín 2005).

**Valor:** 5

#### **A5 – DISPERSIÓN.**

##### **A5.1 – CAPACIDAD INTRÍNSECA DE DISPERSIÓN NATURAL.**

**R:** *La especie es capaz de dispersarse por sus propios medios, y presenta alta movilidad.* A pesar de que las crías de una familia suelen quedarse en su piara original, se sabe que estas agrupaciones tienen extensiones territoriales de hasta 11.6 km<sup>2</sup> dependiendo de la disponibilidad de alimento (Dexter 1999), sin mostrar tendencia a defender sus territorios por lo que muchas veces sus rangos habitacionales se cruzan. En tanto a los miembros de las familias que migran, se conoce que las extensiones no son muy variables al rango ocupacional de las piaras donde originalmente nacieron, muchas veces mudando a piaras “vecinas” dentro de una misma extensión territorial (Wehr *et al.* 2018).

**Valor:** 5

##### **A5.2 – DISPERSIÓN ASISTIDA POR EL HUMANO.**

**R:** *La especie es dispersada intencionalmente por las personas en los sitios por tener valor comercial.* El cerdo es una especie que, debido a su alta capacidad reproductiva y costos de producción, se popularizó en los últimos años para su consumo. Además, al tener también un uso cinegético, existen algunas UMAS dentro del territorio nacional de tipo extensivo donde se practica la cacería de esta especie (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Dentro del PNCM, se practica la ganadería de traspatio tanto para consumo personal como para venta de canal

(Ortíz-Hernández *et al.* 2013). Dentro del municipio de Santiago, se observó que la producción de porcinos no es tan practicada como la de otras especies, sin embargo, se pudieron observar algunos individuos que eran utilizados para consumo personal.

**Valor: 5**

#### **A6- USO DE HÁBITAT (EN ÁREA DE ORIGEN).**

**R:** *La especie es generalista en el uso de hábitat (utiliza >2 tipos de hábitat), incluyendo hábitats naturales, naturales intervenidos, áreas de cultivo, o áreas urbanas de manera indistinta.* Según la clasificación de hábitats del ISSG de la IUCN (2020), los hábitats que puede utilizar esta especie son los terrestres con manejo como las tierras agrícolas, bosques con manejo, plantaciones, pastizales con manejo, y áreas con disturbios; así como las áreas terrestres naturales y seminaturales como los bosques naturales, pastizales naturales, cañadas de ríos, humedales, matorral y regiones áridas. Así mismo, pueden también utilizar áreas litorales como áreas costeras y marismas.

**Valor: 5**

**SUBTOTAL SECCIÓN A: 4.714285714**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN A: 0**

#### **SECCIÓN B – IMPACTO**

##### **B01 – IMPACTOS AMBIENTALES.**

##### **B1.1 – IMPACTOS SOBRE ESPECIES – CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN.**

**R:** No hay especies nativas del mismo género o relacionadas genéticamente que puedan hibridar con la especie exótica/trasplantada.

**Valor: 1**

## **B1.2 IMPACTOS SOBRE ESPECIES: COMPETENCIA POR RECURSOS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda competir por recursos con especies nativas (alimento, refugio, etc.).* Los cerdos se encuentran como una de las especies invasoras más dañinas a nivel mundial, sobre todo en los ecosistemas insulares, siendo considerados causantes de incluso algunas extinciones de especies endémicas de flora y fauna (Borroto-Páez 2009), siendo sus impactos sumamente variados y de gran magnitud sobre las especies nativas de flora y fauna. Esta especie al tener una naturaleza omnívora, compite por alimento con otras especies, ya que consume materia vegetal, así como depreda huevos de otras especies de aves y reptiles. Además, al modificar y degradar el suelo con su paso y sus hábitos de alimentación al buscar raíces, puede desplazar comunidades de artrópodos, reptiles, anfibios y otros pequeños mamíferos que utilizan estas áreas como refugio y son importantes para el equilibrio del hábitat. Además, al destruir y modificar la estructura de vegetación de un lugar, las comunidades de aves también se ven afectadas directamente por lo que se desplazan y su éxito reproductivo puede verse afectado. En el PNCM, además, existe la presencia de la especie de la misma familia de los suidos, pecarí de collar (*Pecari tajacu*), la cual es uno de los competidores más directos con esta especie introducida, ya que la agresión, así como la competencia por refugio y alimento obliga a estas poblaciones nativas a ser desplazadas ya que los cerdos son mayores en tamaño (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Wehr *et al.* 2018).

**Valor:** 5

## **B1.3 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS-ECOSISTEMAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas donde se encuentra (ej. Construcción de cuevas, diques, etc.).* Uno de los principales impactos que tienen las poblaciones de cerdos tanto domésticos como ferales en el ambiente es la degradación de hábitat, así como la alteración de las comunidades vegetales que invade, generando impactos a largo plazo e incluso modificando de manera permanente la composición vegetal (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Wehr *et al.* 2018). Una característica principal de esta especie, es la “excavación” para buscar raíces, por lo que las pjaras compuestas

de numerosos individuos pueden tener un efecto importante en los suelos de las zonas en las que busca alimento (Heise-Pavlov & Heise-Pavlov 2003).

**Valor:** 15

#### **B1.4 IMPACTOS SOBRE HÁBITATS DE VALOR PARA LA CONSERVACIÓN (ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ÁREAS PROTEGIDAS E INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN).**

**R:** *Existe alta posibilidad de que la especie colonice hábitats o ecosistemas de valor para la conservación.* El cerdo en sus poblaciones tanto ferales como domésticas, ha sido una de las especies invasoras de mayor impacto alrededor del mundo, sobre todo en ecosistemas insulares, así como áreas naturales continentales (Wehr *et al.* 2018). El PNCM es un ANP que tiene un valor alto para la conservación de los ecosistemas, albergando en éste numerosas especies de vida silvestre y un alto número de endemismos tanto animales como vegetales (Koleff-Osorio *et al.* 2013), los cuales podrían encontrarse en riesgo debido al importante impacto en los ecosistemas que representan las poblaciones silvestres y domésticas sin control de esta especie (Heise-Pavlov & Heise-Pavlov 2003; Wehr *et al.* 2018) las cuales ya se encuentran presentes como una especie de valor económico dentro del área de estudio.

**Valor:** 5

#### **B2. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

##### **B2.1 IMPACTOS A ACTIVIDADES ECONÓMICAS (DAÑOS A CULTIVOS, IMPACTOS EN ZOOCRIADEROS, ETC).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo sobre actividades económicas.* Los cerdos en sus poblaciones domésticas y ferales pueden tener graves consecuencias sobre las actividades agrícolas y ganaderas. Éstos pueden destruir plantaciones y causar graves daños a jardines y hortalizas. Tan solo en el 2007, los gastos por daños a sembradíos en Estados Unidos por afectaciones de cerdos ferales ascendieron a \$1.5 billones de dólares (Pimentel *et al.*). Además, son reservorios de un gran número de patógenos de origen

parasitario, bacteriano y viral los cuales pueden afectar gravemente la salud humana y de los animales de producción, generando costos elevados tanto por la pérdida como por tratamiento de los animales y personas afectadas, estimándose que en el 2016 tan solo en Estados Unidos los costos ascendían a \$40 millones; además, los cerdos son capaces de depredar crías de algunas especies de importancia económica, como ovejas y cabras. Otra afectación de los cerdos ferales en actividades económicas es el gran impacto que tienen sobre las poblaciones nativas de las áreas naturales, causando grandes problemas para las unidades de manejo que ofrezcan servicios de cacería cinegética. (Wehr *et al.* 2018; McKee *et al.* 2020)

**Valor:** 5

## **B2.2 IMPACTOS A INFRAESTRUCTURA (ACUMULACIÓN DE EXCRETAS EN EDIFICIOS O MONUMENTOS, DAÑOS A INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, ETC.).**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie afecte negativamente algún tipo de infraestructura.*

Los cerdos pueden afectar distinto tipo de infraestructura y causar daños elevados en costos, sobre todo por su hábito de “enraizar” el cual consiste en cavar con la trompa de su hocico para buscar raíces. Mediante esta acción esta especie puede llegar a dañar sistemas de irrigación de sembradíos, además de que por la alta cantidad de individuos que se encuentran en sus piaras, pueden llegar a causar daños en estructuras como pequeños estanques, bardas y jardines. Además, se han registrado daños en campos de golf con altos costos de restauración (Frederick 1998)

**Valor:** 5

## **B3. IMPACTOS A LA SALUD.**

### **B3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES A HUMANOS, ESPECIES NATIVAS O ESPECIES PRODUCTIVAS.**

**R:** *Existe alta probabilidad de que la especie pueda ser vector (transmitir) de enfermedades, plagas, parásitos, etc.* Los cerdos son una de las especies de importancia sanitaria más importantes dentro de las especies para producción como invasoras, debido a que son reservorios de distintos patógenos que pueden afectar a especies productivas, silvestres e incluso a los

humanos, conociéndose en tan solo Estados Unidos como reservorios de 30 patógenos que pueden afectar a otros animales y humanos (Pimentel *et al.* 2000). Además, son reservorios de patógenos que pueden ser transmitidos mediante vectores, como el protozoario *Trypanosoma cruzii*, causante de la enfermedad de Chagas, enfermedad presente en el PNCM que puede afectar tanto a humanos como a otras especies animales (Comeaux *et al.* 2016). Dentro de las enfermedades que pueden afectar a las especies de producción y silvestres, existen algunas de importancia internacional como la Fiebre Porcina Africana, Fiebre porcina clásica, Aujeszky o pseudorrabia, enfermedad de boca, pies y manos, y leptospirosis y tuberculosis bovina, las cuales también son zoonosis de importancia mundial (Hone 2002; Heise-Pavlov & Heise-Pavlov 2003; Wehr *et al.* 2018). La enfermedad de Aujeszky, además, ha sido reportada con alta mortalidad en osos pardos (*Ursus arctos*) (Zanin *et al.* 1997), especie que no se encuentra en el área de estudio sin embargo pertenece al género de una especie de importancia en la zona la cual es el oso negro americano (*Ursus americanus eremicus*). Otra especie nativa del PNCM, el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) ha demostrado ser susceptible al virus reproductivo y respiratorio porcino (Molina-Barrios *et al.* 2018).

**Valor:** 5

### **B3.2 AGRESIVIDAD/TOXICIDAD A OTRAS ESPECIES O HUMANOS.**

**R:** *La especie tiene comportamiento agresivo y posee estructuras u órganos capaces de infligir daño.* Los cerdos son animales temperamentales con colmillos grandes y una mordida poderosa que suelen presentar una conducta agresiva hacia los humanos, siendo estos ataques reportados desde tiempos antiguos, habiendo incluso pinturas rupestres con evidencia de ello. Se han registrado numerosos ataques en vida silvestre o cautividad en distintas partes del mundo, sobre todo en zonas rurales o periurbanas, muchos de éstos sin una provocación de por medio, sobre todo de machos solitarios que atacaron a paseantes, con la mayoría resultando en heridas graves e incluso algunos resultando en fallecimientos humanos; y en otros, resultando con infecciones de gravedad y toxemia. Así mismo, durante estos incidentes también se han reportado ataques a animales que acompañaban a los humanos involucrados (Mayer 2013).

**Valor:** 10

#### **B4. IMPACTOS SOCIALES O CULTURALES (CAMBIOS EN PATRONES ALIMENTICIOS, CAMBIOS EN PATRONES CULTURALES, NORMAS, CREENCIAS, ETC).**

**R:** *Existe moderada probabilidad de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales de las comunidades humanas donde está presente la especie.* Uno de los mayores impactos de esta especie es la degradación de suelo, así como la degradación de hábitat, ocasionando la pérdida de especies de importancia tanto vegetales como animales (Wehr *et al.* 2018). En el PNCM, el uso de plantas medicinales se mantiene como una tradición que ha perdurado a través de los años, siendo practicada por las comunidades que aún residen en su interior (Estrada-Castillón *et al.* 2013). El efecto de las poblaciones ferales o sin control de esta especie, podría ocasionar un impacto en la disponibilidad de las especies utilizadas de manera tradicional por estas comunidades (CONANP 2020).

**Valor:** 3

**SUBTOTAL SECCIÓN B: 4.5**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN B: 0**

#### **SECCIÓN C – MANEJO.**

##### **C1. MEDIDAS DE CONTROL PARA EL ORGANISMO O PARA ORGANISMOS SIMILARES.**

**R:** *Existen varias medidas de control aplicables.* A lo largo de los años se han desarrollado distintas estrategias de manejo para el control y erradicación de esta especie en sus poblaciones ferales. Estas estrategias pueden ser tanto letales como no letales. Entre las estrategias de control letal se encuentran la cacería por medio de trampas, rifles tanto por medios terrestres o por medio de helicóptero y perros entrenados; y envenenamiento, por medio de sustancias como la warfarina. También se utilizan técnicas como los “cerdos Judas”, los cuales son cerdos esterilizados equipados con transmisores que ayudan a ubicar a las piaras en un área natural, para posteriormente proceder a la erradicación de las familias. Otros métodos no letales incluyen la

instalación de vallas electrificadas en grandes extensiones de terreno para evitar la entrada de estos organismos a áreas donde no son deseables y aislar las piaras para su posterior erradicación; así como cebos para alejar a las piaras de los cultivos (Campbell & Long 2009; Hone *et al.* 2018; Wehr *et al.* 2018).

**Valor: 1**

## **C2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL (SOBRE ORGANISMO U ORGANISMOS SIMILARES).**

**R:** *Las medidas de control tomadas en otras áreas han sido poco efectivas.* El control de esta especie ha tenido distintos resultados en diferentes partes del mundo, muchas veces viéndose limitado por las legislaciones locales y por la participación local. Ya que la población de cerdos aumenta a una velocidad considerable, muchas veces los esfuerzos de cacería desisten rápidamente debido a que la inversión de tiempos y costos no arroja resultados positivos. Los esfuerzos de cacería aérea igualmente no dan resultados en áreas con vegetación densa, por lo que no siempre son efectivos. En ciertas áreas como las islas del Pacífico, el uso de venenos ha demostrado tener una alta efectividad, sin embargo, estos métodos deben ser minuciosamente revisados y posteriormente certificados y aprobados por los gobiernos locales debido al riesgo de intoxicación accidental para la fauna nativa. Así mismo, el uso de cercas electrificadas y cebos para alejar a los cerdos de las áreas naturales han sido poco efectivos, debido a que los cerdos destruyen las cercas y no muestran interés por mucho tiempo a los cebos utilizados (Hone 2002). Existen algunos países en los que esta especie se ha podido controlar de manera exitosa, como es el caso de Argentina, sin embargo, estos casos han sido aislados debido a las dificultades que presenta esta especie en su manejo (Campbell & Long 2009; Wehr *et al.* 2018). En México, se han registrado casos de éxito en erradicación de poblaciones ferales en algunas áreas protegidas insulares, sin embargo, no se tiene registro de casos exitosos en ecosistemas continentales del país (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013).

**Valor: 3**

### **C3. FACTIBILIDAD DE CONTROL/MANEJO: COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

#### **C3.1 HÁBITOS DE LA ESPECIE.**

**R:** La especie habita sólo ambientes terrestres (ISSG 2020).

**Valor:** 1

#### **C3.2 COSTOS E IMPLEMENTACIÓN (COSTOS ECONÓMICOS).**

**R:** *Los costos e implementación de las medidas de control son elevados.* Debido a que los cerdos ferales se distribuyen por distintos tipos de hábitat, las medidas de control establecidas no siempre son efectivas en costos. Además, la mayoría de las estrategias de control y erradicación requieren de equipo especializado, por lo que los costos suelen ser elevados, sin contar los costos por daños que ocasionan (Campbell & Long 2009). Tan solo en el 2015 en los condados rurales de Tennessee, Estados Unidos, se calculó un aproximado de \$26.22 millones de dólares en daños ocasionados por estos, con un aproximado de \$2.09 millones de dólares invertidos en su erradicación (Poudyal *et al* 2017). Tan solo en el Monumento Nacional Pinnacles en Estados Unidos, la erradicación de 200 cerdos ferales tuvo un costo de \$623,601 dólares (McCann & Garcelon 2008).

**Valor:** 5

### **C4. LEGISLACIÓN: CAPACIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.**

**R:** *El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control.* Desde la Constitución Política Mexicana, se especifica en su artículo 4° constitucional el derecho de toda persona a la alimentación, protección de la salud, un medio ambiente sano, agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico; derechos que podrían verse vulnerados por las especies exóticas. En su artículo 25 constitucional, se especifica que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, lo que daría las obligaciones legales para que los proyectos que impliquen la introducción de especies exóticas productivas se manejen de acuerdo a la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CANEI 2010). Mientras en la LGVS en su capítulo V, artículo 27bis, especifica que los ejemplares exóticos no

deberán ser liberados a los ecosistemas, también se enfatiza en que la SEMARNAT se encargará de establecer los protocolos de erradicación o control de las especies invasoras así como su prevención, en su reglamento se especifica en su capítulo quinto, artículo 90 que quedará prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas; así mismo, la LGEEPA, establece en sus artículos 46 y 49 que quedará prohibida la introducción de especies exóticas invasoras a las ANP, así mismo en su artículo 80 menciona que en materia de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable, se considerará la protección y conservación de la flora y fauna contra los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras. Finalmente, dentro del reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en su título sexto, capítulo primero que establece los usos de aprovechamiento permitidos y prohibiciones, establece en su artículo 87 que quedará prohibida la introducción de ejemplares o poblaciones silvestres exóticas. Además de estos instrumentos, existen otros que en menor medida se encuentran relacionadas con la regulación de las especies exóticas en el país, como son la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Ortíz-Monasterio 2013).

**Valor:** 3

#### **C5. IMPACTO DE CONTROL SOBRE BIODIVERSIDAD NATIVA/PRODUCCIÓN.**

**R:** *Existe baja o ninguna probabilidad de que las medidas de control documentadas impacten negativamente sobre especies o hábitats nativos, o sobre algún sector productivo.* Mientras que esta especie en sus poblaciones ferales no tiene ningún uso productivo o de consumo debido al alto riesgo de enfermedades transmisibles al humano, en algunos lugares como Texas se ha aprovechado esta especie para su aprovechamiento cinegético, ayudando con esto a los dueños de ranchos a recibir un ingreso monetario por la cacería de individuos (Adams *et al.* 2005). En tanto a la capacidad de afectar especies nativas, esto podría suceder si se utilizan sustancias inadecuadas para su erradicación, sin embargo, el manejo de éstas tiene que ser previamente acreditado y aprobado para su uso por el gobierno local después de un análisis de las

afectaciones secundarias que podrían desencadenarse mediante el uso de esta estrategia (Wehr *et al.* 2018).

**Valor: 1**

**SUBTOTAL SECCIÓN C: 1.75**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE SECCIÓN C: 0**

**TOTAL ANÁLISIS DE RIESGO: 3.654761905 (Tabla 11)**

**NIVEL DE RIESGO: ALTO RIESGO**

**PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE TOTAL: 0**

Tabla 11. Análisis de riesgo para cerdo (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA VERTEBRADOS</b>		
<b>Datos de la Evaluación</b>		
1.	Nombre del taxón	<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758
2.	Sinonimias	<i>Sus domesticus</i> Erxleben, 1777
3.	Familia	Suidae
4.	Nombres comunes conocidos, idiomas	Cerdo, México, Español
5.	Nombres comunes locales	Cerdo, puerco, marrano, jabalí
6.	Fecha evaluación	11/10/2020
7.	Nombre evaluador	Katya Lizeth Ortiz Morales
8.	Institución que realiza la evaluación	Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de León
Subtotal Sección A		<b>4.714285714</b>
% incertidumbre Sección A		0
Subtotal Sección B		<b>4.5</b>
% incertidumbre Sección B		0
Subtotal Sección C		<b>1.75</b>
% incertidumbre Sección C		0
<b>TOTAL ANALISIS DE RIESGO</b>		<b>3.654761905</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>		<b>ALTO RIESGO</b>
%incertidumbre total		0

### 2.10. Análisis general

Las especies que presentaron la categoría de “ALTO RIESGO” fueron el gato doméstico (*Felis catus*) con el mayor nivel de riesgo con un total de 3.761904762 puntos, seguido del perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) con 3.757936508 puntos, seguidos por el cerdo (*Sus scrofa*) con 3.654761905, el ganado bovino con 3.531746032 y finalmente el conejo europeo

(*Oryctolagus cuniculus*) con 3.523809524 puntos. Las demás especies obtuvieron la categoría de “REQUIERE MAYOR ANÁLISIS” la cual indica una categoría de riesgo entre moderado y alto, resultando el caballo (*Equus caballus*) con 3.456349206 puntos, la cabra (*Capra hircus*) con 3.428571429 puntos, el ganado ovino (*Ovis aries*) con 3.281746032 y finalmente el burro (*Equus asinus*) con 3.194444444 puntos siendo éste el menor puntaje. Ninguna especie se categorizó en una escala moderada o baja, así como no se realizó análisis de riesgo para el híbrido (*Equus caballus x Equus asinus*) (Tabla 12).

Tabla 12. Niveles de riesgo de las especies de mamíferos exóticos registradas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PUNTUACIÓN	NIVEL DE RIESGO
<i>Felis catus</i>	Gato doméstico	3.761904762	ALTO RIESGO
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro doméstico	3.757936508	ALTO RIESGO
<i>Sus scrofa</i>	Cerdo	3.654761905	ALTO RIESGO
<i>Bos Taurus</i>	Ganado bovino	3.531746032	ALTO RIESGO
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo	3.523809524	ALTO RIESGO
<i>Equus caballus</i>	Caballo	3.456349206	REQUIERE MAYOR ANÁLISIS
<i>Capra hircus</i>	Cabra doméstica	3.428571429	REQUIERE MAYOR ANÁLISIS
<i>Ovis aries</i>	Ganado ovino	3.281746032	REQUIERE MAYOR ANÁLISIS
<i>Equus asinus</i>	Burro africano	3.194444444	REQUIERE MAYOR ANÁLISIS

## DISCUSIÓN

Mientras que las especies observadas en el área de estudio se limitaron a las especies domésticas utilizadas para producción, trabajo o compañía, existen otras especies de mamíferos exóticos presentes a lo largo del PNCM. Esto debido a las Unidades para el Manejo y Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) que se encuentran establecidas en su interior. Muchas de éstas UMAs con giro cinegético, integran en sus colecciones especies no nativas, como el gamo europeo (*Dama dama*), llama (*Lama glama*), antílope indio o blackbuck (*Antilope cervicapra*), chital (*Axis axis*) y ciervo rojo (*Cervus elaphus*) (Parques y Vida Silvestre de Nuevo León, 2020). Las cuales se encuentran en condiciones de cautiverio, sin embargo, podrían existir casos en los que ejemplares logren atravesar las barreras físicas permitiendo con esto un potencial riesgo de establecimiento si éstos llegaran a asentarse, destacando que no existe un análisis de riesgo realizado para las mismas.

Dentro de las especies que obtuvieron los valores más altos con “ALTO RIESGO” en el análisis, destaca con el mayor puntaje el gato doméstico (*Felis catus*). La cual, si bien no fue la especie de mayor incidencia, pudo ser observada en su totalidad sin ningún tipo de restricción física para su libre dispersión. Podemos observar a través de la literatura recopilada en distintos puntos del mundo que las poblaciones tanto ferales como sin control de esta especie representan un riesgo real para la biodiversidad de las áreas que colonizan, incluso en los ambientes transformados por la acción humana (IMTA *et al.* 2007). Enfatizando que incluso se encuentra en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.* 2004). Su impacto ha sido a tal punto que en países como Australia se llevan a cabo campañas de erradicación debido a la alta cantidad de extinciones que han provocado con su fauna nativa (Dickman 1996). Mientras que, en México, se han llevado a cabo erradicaciones exitosas en los ecosistemas insulares debido a la misma causa y es considerada como la especie que más impactos negativos ha ejercido sobre la fauna nativa nacional (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). En el análisis de impacto e invasividad realizado por la CONABIO en el 2005, ésta especie se encuentra con un nivel de impacto

potencial de 2.0, significando que puede ejercer un impacto substancial en los ecosistemas que invade (Álvarez-Romero & Medellín, 2005).

Mientras que el perro doméstico fue la segunda especie con puntaje más alto en la categoría de “RIESGO ALTO” además de haber sido la especie con observaciones en todas las estaciones del presente estudio. El perro doméstico no se encuentra en la lista de las especies invasoras más dañinas de la IUCN (Lowe *et al.* 2004); sin embargo, las poblaciones ferales y domésticas sin control de esta especie han demostrado ocasionar daños de importancia a nivel mundial, sobre todo en los ecosistemas insulares por depredación de especies nativas (IMTA *et al.* 2007), sin contar con que las enfermedades que pueden transmitir a la vida silvestre pueden tener un alto impacto en éstas, registrándose incluso una posible extinción a causa de esto con el hurón de patas negras (*Mustela nigripes*) (Álvarez-Romero *et al.* 2008). En el análisis realizado por CONABIO, se registró un nivel de impacto potencial máximo de 2.25, indicando el alto impacto que puede ejercer sobre las áreas naturales (Álvarez-Romero & Medellín 2005), y siendo éste un nivel incluso mayor al del gato doméstico (*Felis catus*).

Respecto a las especies utilizadas para ganado o producción, tres de ellas (*Capra hircus*, *Oryctolagus cuniculus* y *Sus scrofa*) se encuentran en la lista de las especies exóticas más dañinas del mundo (Lowe *et al.* 2004). Mientras que en todas han demostrado el alto grado de impacto que pueden llegar a ejercer en las áreas naturales en sus poblaciones ferales o en vida libre (Baptiste *et al.* 2010). De éstas, el cerdo (*Sus scrofa*) resultó con el puntaje más elevado en la categoría de riesgo “MUY ALTO”, evidenciando el enorme impacto que puede llegar a ejercer ya sea en sus poblaciones silvestres o domésticas. El cerdo tiene un alto riesgo de transmisión de enfermedades tanto a la vida silvestre como a las especies de producción e incluso a los humanos, ya sea como reservorios o mediante transmisión por vectores (Álvarez-Romero & Medellín 2005; Comeaux *et al.* 2016). Además, el daño que ejercen sobre los suelos así como en los cultivos agrícolas provoca pérdidas económicas de gran importancia, registrándose tan sólo en Estados Unidos pérdidas millonarias al año debido a los daños y esfuerzos de control y

erradicación de la especie (Pimentel *et al.* 2011). Dentro del área de estudio fue posible solamente observar algunos ejemplares domésticos en cautiverio. Sin embargo, se han registrado poblaciones ferales en distintos puntos de Nuevo León, por lo que no se descarta que pudieran existir poblaciones ferales en el ANP (Ortega *et al.* 2020). En el análisis realizado por Álvarez-Romero y Medellín (2005) para la CONABIO, esta especie tuvo un impacto potencial máximo de 2.0, representando un impacto sustancial sobre las áreas naturales que coloniza.

Otra especie de importancia que resultó con un nivel de “ALTO RIESGO” se trata del ganado bovino (*Bos taurus*). Esta especie es de alto valor para los productores dentro del PNCM, sobre todo en el municipio de Santiago ya que es el que cuenta con la mayor cantidad de UPG dentro del ANP (Ortiz-Hernandez *et al.* 2013). Los ejemplares de esta especie, que fueron avistados, se encontraban en su mayoría en condiciones de cautiverio. Sin embargo, también pudieron ser observados en brechas que atraviesan áreas de difícil acceso, así como a mitad de la carretera entre las distintas estaciones, lo que representaba un riesgo latente para los vehículos que circulan por la zona. En el análisis realizado por Álvarez-Romero y Medellín (2005), se reconoce un impacto de 1.5, el cual representa un posible impacto medio en los ecosistemas. Esto resulta de importancia debido a que en el análisis de riesgo con la metodología de Baptiste *et al.* (2010) se consideran aspectos ecológicos de la especie dentro del área de estudio específica, lo que podría ser la razón por la cual se considera que el ganado bovino representa un riesgo de mayor importancia dentro del PNCM. Estos impactos pueden variar desde el ámbito ecológico, como lo es la degradación de suelos y vegetación, hasta el impacto sanitario y socioeconómico, que podría representar la transmisión de enfermedades de alta importancia, como la tuberculosis bovina, para la fauna nativa, así como para los animales domésticos y las poblaciones humanas que residen en el ANP (Rodríguez-Vivas *et al.* 2017).

La última de las especies que resultó con un nivel de “RIESGO ALTO” fue el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), destacando que a pesar de que en México su producción aún no es tan popular, se encuentra en producciones o como animal de compañía en casi todos los estados de la

República, y hasta el momento no existe un registro formal de poblaciones ferales (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Sin embargo, en el área de estudio se pudo comprobar la presencia de individuos sin ninguna clase de limitación que impidiera su desplazamiento libre en el área natural. A pesar de que ésta especie se observó solamente dentro de las comunidades humanas del área de estudio, existen otros registros en países y ecosistemas insulares en donde las poblaciones asilvestradas han causado graves daños a los ecosistemas que colonizan o invaden. Siendo también considerada dentro de las 100 especies más dañinas del mundo (Lowe *et al.* 2004). Y en el análisis realizado por Álvarez-Romero y Medellín (2005) para CONABIO, esta especie resultó con un nivel de impacto potencial de 2.5, significando un posible impacto substancial sobre los ecosistemas.

De los impactos producidos por los conejos destacan la destrucción de hábitat por medio de la afectación a la vegetación local, así como el desplazamiento de otras especies de manera directa o indirecta por la proliferación de otros depredadores, muchas veces incluso de especies exóticas como el gato doméstico (Courchamp *et al.* 1999). Además, las enfermedades que normalmente se han utilizado para mermar las poblaciones de conejo europeo en otros países, en México han demostrado tener consecuencias catastróficas, ya que en el año 2020 se identificó una epidemia de Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo (RHDV por sus siglas en inglés) la cual ha mermado de manera importante las poblaciones de conejos silvestres (géneros *Sylvilagus*, *Romerolagus*) así como de liebres (género *Lepus*) nativas del continente americano. Lo anterior tuvo un impacto tal que afectó a nivel económico mediante la necesidad de detener la actividad cinegética, recurso del cual se beneficiaban algunas poblaciones rurales mediante el manejo de UMAs. Así mismo, esta enfermedad ha mermado la actividad económica de la misma especie doméstica, siendo esto un dato de especial importancia ya que la cría y venta de conejo en México se remonta a pequeños productores los cuales pueden sufrir rápidamente las consecuencias de una enfermedad en su producción.

De las especies restantes, cabe destacar que todas obtuvieron un nivel de riesgo de “REQUIERE

MAYOR ANÁLISIS”, el cual sugiere que es una especie que se encuentra entre el riesgo medio y alto, considerando que tiene un impacto de importancia potencial en las áreas en donde pueda colonizar o invadir. De las especies analizadas, la que resultó con el mayor nivel dentro de esta categoría fue el caballo doméstico (*Equus caballus*), el cual se pudo observar en su mayoría en condiciones de cautividad dentro del área de estudio. Sin embargo, es también una especie sumamente popular debido a la función de trabajo y transporte que desempeña, así como es un factor de atracción turística de importancia, ya que es comúnmente utilizado para paseos dentro de las atracciones principales del ANP (Esparza-Hernández 2014). Alrededor del mundo se han registrado los grandes impactos que puede ejercer esta especie sobre los ecosistemas que coloniza, existiendo incluso trabajos realizados sobre una población feral cercana al PNCM dentro del estado vecino de Coahuila (Ochoa-Espinoza 2018). Además, esta especie tiene un impacto sanitario de importancia ya que puede ser portadora de enfermedades zoonóticas de reporte inmediato como la Fiebre del Oeste del Nilo y otras transmitidas por vectores. Lo cual, dado el ecosistema del área de estudio, podría ser terreno fértil para los invertebrados que inoculan la enfermedad (Humblet *et al.* 2016). Finalmente, esta especie tiene muchos aspectos beneficiosos para la economía local debido a la versatilidad de uso para el ser humano. Sin embargo, todos estos posibles impactos deberían ser investigados desde un enfoque económico con el que se pudiera realizar una comparativa entre el verdadero beneficio socioeconómico contra la pérdida en servicios ambientales o servicios de salud, para poder considerar un correcto control que impida que las poblaciones locales sean afectadas en sus tradiciones y costumbres. Cabe mencionar que en el análisis de CONABIO esta especie resultó con un nivel de impacto potencial de 1.5, representando un riesgo medio sobre los ecosistemas que invade (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

La cabra doméstica (*Capra hircus*) fue una especie de la cual se esperaba un nivel de riesgo alto, sin embargo, dentro del ANP su nivel de riesgo fue “REQUIERE MAYOR ANÁLISIS”. La expectativa con respecto a esta especie se debe a que ésta se encuentra catalogada como una de las especies invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.* 2004) y en el análisis realizado por

CONABIO obtuvo un nivel de riesgo de impacto potencial de 2.25, representando un impacto substancial en las áreas naturales que coloniza (Álvarez-Romero & Medellín 2005). Además, la producción de cabras dentro del PNCM en el municipio de Santiago es popular debido a los bajos costos de mantenimiento de la especie (Ortíz-Hernández *et al.* 2013). Además, destacando que se observó que los productores o pastores manejan los rebaños en condiciones de libertad, permitiendo a éstos deambular sin ningún tipo de restricción física y alimentarse de la vegetación del lugar. Esta especie tiene especial importancia debido al alto impacto que puede ejercer sobre los ecosistemas precisamente por su alta adaptación a las fuentes de alimento disponible, además de que es una especie sumamente versátil y ágil para trasladarse por terrenos poco accesibles para otras especies o incluso el humano, por lo que puede tener un impacto potencial en áreas con poca afluencia o disturbio (Campbell & Donlan 2005). Además, puede ser transmisora de patógenos de importancia para la fauna nativa o incluso el ser humano, existiendo diversas enfermedades que se encuentran catalogadas como de reporte obligatorio debido al alto impacto sanitario que pueden ejercer (SAGARPA 2018).

Así mismo, el ganado ovino (*Ovis aries*) también resultó con un nivel de riesgo de “REQUIERE MAYOR ANÁLISIS”, ya que mientras el impacto es menor que su contraparte caprina, existen diversos estudios que confirman el impacto potencial de esta especie dentro de las áreas naturales cuando se encuentran poblaciones ferales o sin control, sobre todo en la vegetación nativa de los ecosistemas que invade (Meissner & Facelli 1999). Además, al igual que las cabras, esta especie puede ser transmisor de patógenos de importancia que podrían afectar gravemente a las poblaciones de fauna silvestre, así como implicar un riesgo latente para la salud humana con sus consecuentes impactos socioeconómicos en las comunidades rurales aisladas que se encuentran dentro del ANP (Abu-Dalbou *et al.* 2010). Las poblaciones ovinas que fueron observadas en el área de estudio consistieron en unos pocos ejemplares que se encontraban en condiciones de cautiverio, ya que esta especie no es tan popular como la cabra doméstica dentro de la región. Sin embargo, es importante considerar el riesgo latente que podría representar para evitar con esto que los ejemplares sean mantenidos en condiciones de libertad sin supervisión. En el análisis realizado por Álvarez-Romero y Medellín para CONABIO (2005), esta

especie resultó con un nivel de riesgo e impacto potencial de 1, representando un riesgo de impacto leve para los ecosistemas. Por último, la especie que resultó con el menor puntaje fue el asno africano (*Equus asinus*), y a pesar de que su puntuación no resultó tan alta como otras especies registradas, éste recibió un nivel de riesgo de “REQUIERE MAYOR ANÁLISIS”. Por lo que se considera una especie que también podría llegar a ejercer un impacto considerable en el ANP de no llevarse a cabo una correcta tenencia y control de los individuos. En el análisis realizado por Álvarez-Romero y Medellín para la CONABIO (2005), esta especie obtuvo un nivel de impacto potencial máximo de 1.5, representando un nivel de impacto medio sobre los ecosistemas. Los impactos de esta especie se asemeja sobremanera a los del caballo (*Equus caballus*), ejerciendo un impacto negativo directo sobre los hábitats que invade mediante sus hábitos alimenticios y su paso por medio de sus cascos, así como se ha registrado una degradación del suelo y de fuentes de agua (Bough 2006). Además, es un competidor directo de las especies nativas de las áreas naturales en las que es introducido, siendo una plaga de gran importancia en algunas islas del mundo y de México, realizando campañas para su erradicación o control (Carrion *et al.* 2007; Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Sin embargo, las campañas realizadas en ecosistemas continentales han tenido poco éxito por diferentes factores, destacando el creciente movimiento de asociaciones que abogan por los derechos de los animales, logrando interferir con estas campañas incluso a nivel legal como lo es el ejemplo del Wild Free-Roaming Horse and Burro Act, el cual protege a las poblaciones ferales introducidas de los Estados Unidos, impidiendo con esto que se lleve a cabo un correcto manejo de estas especies no nativas (Ostermann-Kelm *et al.* 2009).

## CONCLUSIONES

El presente trabajo demuestra la necesidad de realizar un análisis de riesgo para las diferentes especies, no solo de mamíferos, que puedan llegar a encontrarse introducidas en el PNCM, así como para aquellas que se pretendan introducir con fines productivos o cinegéticos. Cabe destacar que, comparando los niveles de riesgo obtenidos en el presente estudio con la evaluación a nivel nacional realizada por Álvarez-Romero y Medellín en el 2005 para CONABIO, podemos observar marcadas diferencias entre los niveles que obtuvieron algunas especies.

Partiendo de esto, mientras que algunas especies en el análisis para el territorio nacional resultaron con un nivel de riesgo medio o hasta bajo, podemos observar que utilizando la metodología de Baptiste *et al.* (2010), todas las especies representan un nivel de riesgo de medio/alto (mediante la categoría de “Requiere mayor análisis”) a muy alto para el PNCM. Evidenciando con esto la necesidad de una estrategia de control o incluso remediación de aquellas que puedan representar una amenaza inmediata o que ya se encuentren generando un impacto substancial dentro del área de estudio, así como a toda la extensión del ANP.

Cabe destacar que a pesar de que las especies de mamíferos exóticos se han considerado para el PNCM mediante el censo realizado en el 2013 por Ortíz-Hernandez *et al.*, solamente se registraron aquellas dentro de las UPG, considerando con esto solo a los mamíferos que poseen una función de producción, sin incluir así a las especies que pueden haber sido introducidas para una función de guardia o compañía como los perros o gatos, las cuales fueron las especies con mayor puntaje en el análisis de riesgo. Asimismo, el perro demostró ser la especie con mayor cantidad de registros dentro del área de estudio estando presente en todas las estaciones de monitoreo y a lo largo de todo el transecto principal, observándose en su mayoría sin ningún tipo de restricción física que pudiera impedir su dispersión a lo largo de todo el ANP.

Asimismo, se encontró el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), el cual si bien se reconoce que es una especie productiva que existe en el país, en el ANP y específicamente en el área de estudio no se había registrado de manera formal. Encontrándose estos individuos de manera libre sin ningún tipo de restricción física.

Dentro del PNCM, no existe publicado oficialmente aún un Plan de Manejo el cual contenga una estrategia puntual e integral de monitoreo y control o erradicación de estas especies, además de que las estrategias que se han publicado y los esfuerzos que se han realizado para el control de las especies invasoras hasta el momento se centran en las especies vegetales que se encuentran en el ANP. A partir del 2020, se inició el trabajo de creación de dicho plan de manejo por medio de la CONANP, en el cual existe una sección dedicada a esta problemática en particular, sin embargo el plan de manejo aún se encuentra en su fase de consulta pública, por lo que se espera que el presente trabajo pueda proporcionar los datos necesarios para que este grupo sea considerado como un foco importante para la generación de estrategias acordes a su nivel de riesgo para el correcto manejo, control y erradicación, de ser necesarios.

## **PERSPECTIVAS**

La problemática de las especies exóticas invasoras ha ido en crecimiento en los últimos años y cada vez recibe más atención por parte de los organismos e instituciones encargados de conservar y proteger la biodiversidad, así como de los investigadores que registran sus impactos y generan estrategias para su control y erradicación. En el presente trabajo se consideró solamente el grupo de los mamíferos, sin embargo, la problemática de las especies invasoras tanto en el área de estudio como en todo el país es cada vez más creciente, por lo que es recomendado investigar y registrar todas las especies invasoras que puedan residir en el área así como la medición y registro del impacto directo que ejercen dentro del ANP mencionada; existiendo un campo de estudio aún fértil debido a la gran variedad de impactos negativos que estas especies pueden llegar a ejercer en los ecosistemas. Asimismo, el enfoque de “Una Salud”, el cual mantiene una visión interdisciplinaria que sostiene que la salud humana, así como la salud animal, se encuentran íntimamente ligadas a la salud del ecosistema (Organización Mundial de Sanidad Animal 2021), es de vital importancia al hablar de especies invasoras, debido a que éstas suponen un alto riesgo de zoonosis que eventualmente pueden generar epidemias o incluso pandemias de importancia.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABC News.** 28 de septiembre 2017. Donkey Owners Ordered to Pony Up After Animal Chomps Carrot-Coloured McLaren Sports Car. Portal digital de ABC News. Recuperado de: <https://www.abc.net.au/news/2017-09-29/german-court-tells-donkey-owners-to-pony-up-for-damaged-mclaren/9000254>

**Abu-Dalbou, M., Ababneh, M. M., Giadinis, N. D., & Lafi, S. Q.** 2010. Ovine and caprine toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*). *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*. 2(2), 61-76

**Aceves-Martínez, R.** 2019. Análisis económico de la producción cunícola en la región de los Volcanes del Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca de Juárez, México.

**Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos.** Diario Oficial de la Federación. 29 de noviembre del 2018. Ciudad de México, México.

**Adams, C. E., Higginbotham, B. J., Rollins, D., Taylor, R. B., Skiles, R., Mapston, M., & Turman, S.** 2005. Regional perspectives and opportunities for feral hog management in Texas. *Wildlife Society Bulletin*, 33(4), 1312-1320.

**Aguirre Muñoz, A., Alfaro, M., Gutiérrez, E., & Morales, S.** 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio/Sarukhán, J.(Coord. gen.) p. 277-318.*

**Aguirre-Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, L. De la Rosa Conroy, M. Latofski Robles y Manríquez Ayub, A.** 2013. Diagnóstico de especies exóticas invasoras en las Reservas de la Biosfera y Áreas Naturales Protegidas (ANP) insulares seleccionadas, a fin de establecer actividades para el manejo de las mismas. Tercer informe de actividades presentado a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad dentro de la fase preparatoria del proyecto GEF “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California, México. 128 pp.

**Alanís-Flores, G. y Velazco-Macías, C.** 2013. Tipos de Vegetación, en: Cantú-Ayala et al. (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 117-126.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Bos taurus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Canis lupus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Capra hircus* (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Equus asinus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Equus caballus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Felis silvestris*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Oryctolagus cuniculus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Ovis aries* (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A.** 2005. *Sus scrofa* (salvaje). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

**Álvarez-Romero, J. G., Medellín, R. A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. y Sánchez, O.** 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.

**Aragón-Palacios J.** 2013. Amenazas Demográficas Potenciales, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 253-260.

- Arévalo J.** 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. *Asociación Conservacionista Monteverde*. P.18.
- Austin, N. P., & Rogers, L. J.** 2012. Limb preferences and lateralization of aggression, reactivity and vigilance in feral horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour*, 83(1), 239-247.
- Australian Government Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities.** 2011. Feral Horse (*Equus caballus*) and Feral Donkey (*Equus asinus*). Invasive Species Fact Sheet. Recuperado de: <https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive-species/publications/factsheet-feral-horse-equus-caballus-and-feral-donkey-equus-asinus>.
- Azúa, R. V., & Galicia, B. R.** 2013. El perro y la civilización mesoamericana: análisis y contraste entre pensamiento antropológico tradicional y conocimiento científico actual. *Antropológicas Boletín*, 1(16), 1-17.
- Baptiste, M. P., Castaño, N., Cárdenas López, D., Gutiérrez, F. D. P., Gil, D., & Lasso, C. A.** 2020. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia.
- Badii, M. H., & Landeros, J.** 2007. Invasión de especies o el tercer jinete de apocalipsis ambiental, una amenaza a la sustentabilidad (Invasive species or the third horseman of environmental apocalypses, a threat to sustainability). *International Journal of Good Conscience*. 2(1) : 39-53.
- Barrandeguy, M. E., & Carossino, M.** 2019. Enfermedades virales y bacterianas del equino. *Anales de la ANAV*, 70.
- Bautista F.** 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2da edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, México. P.770.
- Beever, E.A. y Brussard, P.F.** 2000. Examining ecological consequences of feral horse grazing using exclosures. *Western North American Naturalist*.

- Beever, E. A., & Herrick, J. E.** 2006. Effects of feral horses in Great Basin landscapes on soils and ants: direct and indirect mechanisms. *Journal of Arid Environments*, 66(1), 96-112.
- Bellard C, Genovesi P, Jeschke JM.** 2016. Global patterns in threats to vertebrates by biological invasions. *Proc. R. Soc. B* 283: 20152454.
- Bello-Sánchez, M.** 2013. Marco Jurídico del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), *Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey*, México. UANL-CONANP. México. Pp. 357-370.
- Bengsen, A., & Cox, T. E.** 2014. The role of rabbit and other invasive herbivore control in reducing Australia's greenhouse gas emissions. *PestSmart Toolkit publication, Invasive Animals Cooperative Research Centre, Canberra, ACT, Australia.*
- Bergman, D., Breck, S. W., & Bender, S.** 2009. Dogs gone wild: feral dog damage in the United States. *USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications*. 862
- Berthier, M., Bonneau, D., Marechaud, M., Oriot, D., Deshayes, M., Levillain, P., & Magnin, G.** 1991. Materno-fetal infection by *Chlamydia psittaci* transmitted by the goat: a new zoonosis?. *Bulletin de la Societe de pathologie exotique (1990)*, 84(5 Pt 5), 590-596.
- Born G., Parpal J., Koleff P.** 2017. La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras: avances en su puesta en práctica, en: Principales retos que enfrenta México ante las especies exóticas invasoras. 1ª edición. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP). México, DF. Pp. 35 - 56.
- Borroto-Páez, R.** 2009. Invasive mammals in Cuba: an overview. *Biological Invasions*, 11(10), 2279.
- Borroto-Páez, R., & Mancina, C. A.** 2017. Biodiversity and conservation of Cuban mammals: past, present, and invasive species. *Journal of Mammalogy*, 98(4), 964-985.
- Borroto-Páez, R., & Reyes Perez, D.** 2018. Predation impacts by a single feral cat in a Cuban rural farm. *Poeyana*, 56, 53-55

- Bough, J.** 2006. From value to vermin: A history of the donkey in Australia. *Australian zoologist*, 33(3), 388-397.
- Brickner, I.** 2002. The impact of domestic dogs (*Canis familiaris*) on wildlife welfare and conservation: a literature review. *With a situation summary from Israel. University of Harare, Zimbabwe*, 1-28.
- Brito, I. M., García, Y. L., & Fernández, L. B.** 2019. La reproducción de la gata doméstica. *Anuario Ciencia en la UNAH*, 17(1).
- Cameron, E. Z., Setsaas, T. H., & Linklater, W. L.** 2009. Social bonds between unrelated females increase reproductive success in feral horses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(33), 13850-13853.
- Campbell, K., & Donlan, C. J.** 2005. Feral goat eradications on islands. *Conservation biology*, 19(5), 1362-1374.
- Campbell, T. A., & Long, D. B.** 2009. Feral swine damage and damage management in forested ecosystems. *Forest Ecology and management*, 257(12), 2319-2326.
- Cantú-Ayala, C., García-Jiménez, J., Murguía-Romero, M., Leal-Lozano, L., Chapa Vargas, L., González-Uribe, D., Aragón-Palacios, J., Nájera-Sánchez, R., González-Saldivar, F., Marmolejo-Moncivais, J., Uvalle-Sauceda, J. y Hinojosa-Torres, P.** 2013. Percepción Social sobre los Servicios Ambientales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 261-273.
- Cantú-Ayala C., Marmolejo-Moncivais, J., González-Saldivar, F., Uvalle-Sauceda, J., González-Uribe, D.** 2013. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey en el Contexto de la Conservación, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 15-26.

**Capital Digital.** 01 de noviembre del 2016. Denuncian masacre de gatos en el Panteón Francés por rituales satánicos. Lugar de publicación: Portal digital de periódico Capital México. Recuperado de: <https://www.capitalmexico.com.mx/metropolitano/denuncian-masacre-de-gatos-en-el-panteon-frances-por-rituales-satanicos/>

**Carrera-Treviño, R., Cavazos, J. J., Briones-Salas, M., & Lira-Torres, I.** 2016. Registro actual del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 270-275.

**Carrion, V., Donlan, C. J., Campbell, K., Lavoie, C., & Cruz, F.** 2007. Feral donkey (*Equus asinus*) eradications in the Galapagos. *Biodiversity and Conservation*, 16(2), 437-445.

**Chapman, B. L.** 1991. Feline aggression: classification, diagnosis, and treatment. *Veterinary clinics of North America: Small animal practice*, 21(2), 315-327.

**Choquenot, D., Lukins, B., & Curran, G.** 1997. Assessing lamb predation by feral pigs in Australia's semi-arid rangelands. *Journal of Applied Ecology*, 1445-1454.

**Chynoweth, M. W., Lepczyk, C. A., Litton, C. M., Hess, S. C., Kellner, J. R., & Cordell, S.** 2015. Home range use and movement patterns of non-native feral goats in a tropical island montane dry landscape. *PloS one*, 10(3), e0119231.

**Chynoweth, M. W., Litton, C. M., Lepczyk, C. A., Hess, S. C., & Cordell, S.** 2013. Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 9. *Capra hircus*, the Feral Goat (Mammalia: Bovidae) 1. *Pacific Science*, 67(2), 141-156.

**Comeaux, J. M., Curtis-Robles, R., Lewis, B. C., Cummings, K. J., Mesenbrink, B. T., Leland, B. R., Bodenchuk, M. J. & Hamer, S. A.** 2016. Survey of feral swine (*Sus scrofa*) infection with the agent of Chagas disease (*Trypanosoma cruzii*) in Texas, 2013–14. *Journal of wildlife diseases*, 52(3), 627-630.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.** 2014. Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cumbres de Monterrey- Sierra de Arteaga- Zapalinamé. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. p. 60.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).** 2020. Borrador de programa de manejo de Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** 1997. 'Provincias biogeográficas de México'. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** 1998. Carta de Climatología, escala 1:1,000,000. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> consulta del 2 de marzo de 2020.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras.** 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Cooke, B. D., & Fenner, F.** 2002. Rabbit haemorrhagic disease and the biological control of wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, in Australia and New Zealand. *Wildlife Research*, 29(6), 689-706
- Courchamp, F., Langlais, M., & Sugihara, G.** 1999. Control of rabbits to protect island birds from cat predation. *Biological Conservation*, 89(2), 219-225.
- Crane, K. K., Smith, M. A., & Reynolds, D.** 1997. Habitat selection patterns of feral horses in south central Wyoming. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 50(4), 374-380.

- Cruz, F., Carrion, V., Campbell, K. J., Lavoie, C., & Donlan, C. J.** 2009. Bio-economics of large-scale eradication of feral goats from Santiago Island, Galapagos. *The Journal of Wildlife Management*, 73(2), 191-200.
- Cruz-Reyes, A.** 2009. Fauna feral, fauna nociva y zoonosis. *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Angel. Sección: restauración, conservación y manejo*, 453-461.
- Danner, R. M., Farmer, C., Hess, S. C., Stephens, R. M., & Banko, P. C.** 2010. Survival of Feral Cats, *Felis catus* (Carnivora: Felidae), on Mauna Kea, Hawai'i, Based on Tooth Cementum Lines1. *Pacific Science*, 64(3), 381-389.
- Davies, K. W., Collins, G., & Boyd, C.S.** 2014. Effects of feral free-roaming horses on semi-arid ecosystems: an example from the sagebrush steppe. *Ecosphere*, 5(10), 1-14.
- Dexter, N.** 1999. The influence of pasture distribution, temperature and sex on home-range size of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 26(6), 755-762.
- Dias, D. M., Massara, R. L., & Bocchiglieri, A.** 2019. Use of habitats by donkeys and cattle within a protected area of the Caatinga dry forest biome in northeastern Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(2), 64-70.
- Dickman, C. R.** 1996. *Overview of the impacts of feral cats on Australian native fauna* (pp. 1-92). Canberra: Australian Nature Conservation Agency.
- Didotti, P.** 2015, Abril 11. Baby Goat Chewing the Electric Cable [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=onlM6MhWyok>
- Dobbie, W. R., Braysher, M., & McK, D.** 1993. Managing vertebrate pests: feral horses. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Doherty, T. S., Dickman, C. R., Glen, A. S., Newsome, T. M., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G., & Wirsing, A. J.** 2017. The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological conservation*, 210, 56-59.

- Doherty, T. S., Dickman, C. R., Johnson, C. N., Legge, S. M., Ritchie, E. G., & Woinarski, J. C.** 2017. Impacts and management of feral cats *Felis catus* in Australia. *Mammal Review*, 47(2), 83-97.
- Dos Santos, C. L., Le Pendu, Y., Giné, G. A., Dickman, C. R., Newsome, T. M., & Cassano, C. R.** 2018. Human behaviors determine the direct and indirect impacts of free-ranging dogs on wildlife. *Journal of Mammalogy*, 99(5), 1261-1269.
- Driscoll, D. A., Worboys, G. L., Allan, H., Banks, S. C., Beeton, N. J., Cherubin, R. C., & Hope, G.** 2019. Impacts of feral horses in the Australian Alps and evidence-based solutions. *Ecological Management & Restoration*, 20(1), 63-72.
- Droussi, H., El Amrani, D., Dlimi, M., Elatiqi, K., Boukind, S., Exadaktylos, A. K., & Ettalbi, S.** 2014. Domestic donkey (*Equus africanus asinus*) bites: An unusual aetiology of severe scalp injuries in Morocco. *African Journal of Emergency Medicine*, 4(4), e5-e8.
- Drummond, H., & Rodríguez, M. C.** 1998. Reporte Final del Proyecto" Erradicación de los mamíferos introducidos en la Isla Isabel, una estrategia para evitar la extinción local de las aves marinas y de los reptiles. *Centro de Ecología, UNAM. México, DF.*
- Duarte, J., García, F. J., & Fa, J. E.** 2016. Depredatory impact of free-roaming domestic dogs on Mediterranean deer in southern Spain: implications for human-wolf conflict. *Folia Zoologica*, 65(2), 135-141.
- Duffy, D. C., & Capece, P.** 2012. Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 7. The domestic cat (*Felis catus*) 1. *Pacific Science*, 66(2), 173-212.
- Durán, J.** 20 de marzo del 2017. Cómo evité que mi gato estropeará las jardineras. Lugar de publicación: Página web José el Jardinero. Recuperado de: <https://www.joseeljardinero.com/gato-estropeará-las-jardineras/>

- Dürr, S., & Ward, M. P.** 2014. Roaming behaviour and home range estimation of domestic dogs in Aboriginal and Torres Strait Islander communities in northern Australia using four different methods. *Preventive veterinary medicine*, 117(2), 340-357.
- Dwyer, R. M.** 2015. Equine zoonoses: consequences of horse-human interactions. In *Zoonoses-Infections Affecting Humans and Animals* (pp. 643-657). Springer, Dordrecht.
- Eckermann-Ross, C.** 2014. Small nondomestic felids in veterinary practice. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 23(4), 327-336.
- Esparza-Hernández, L.G.** 2014. Estudio del manejo y conservación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), según decreto del 2000 bajo un enfoque de desarrollo sustentable basado en la participación ciudadana. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Esteban-Redondo, I., & Innes, E. A.** 1997. Toxoplasma gondii infection in sheep and cattle. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 20(2), 191-196.
- Estrada-Castillón, E., Villarreal-Quintanilla, J. y Salinas-Rodríguez, M.** 2013. Angiospermas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 141-159.
- Estrada-Castillón, E., Villarreal-Quintanilla, J. y Salinas-Rodríguez, M.** 2013. Usos Tradicionales de los Recursos Naturales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 297-323.
- FAO, ISRIC & SICS.** Grupo de Trabajo WRB. 1999. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 84. FAO, Roma. Pp. 90.
- Favela-Lara, S.** 2013. Gimnospermas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 133-139.
- Fei, S., Phillips, J. & Shouse, M.** 2014. Biogeomorphic impacts of invasive species. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 45:69-87.

- Fernández, M. A., Alvarez, L., & Zarco, L.** 2007. Regrouping in lactating goats increases aggression and decreases milk production. *Small Ruminant Research*, 70(2-3), 228-232.
- Fix, A. S., Riordan, D. P., Hill, H. T., Gill, M. A., & Evans, M. B.** 1989. Feline panleukopenia virus and subsequent canine distemper virus infection in two snow leopards (*Panthera uncia*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 273-281.
- Flores, R.** 2017. Crecen ataques de perros ferales. *Zócalo*. Recuperado de [https://www.zocalo.com.mx/new\\_site/articulo/crecen-ataques-de-perros-ferales](https://www.zocalo.com.mx/new_site/articulo/crecen-ataques-de-perros-ferales)
- Foley, P., Foley, J. E., Levy, J. K., & Paik, T.** 2005. Analysis of the impact of trap-neuter-return programs on populations of feral cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(11), 1775-1781.
- Fougere, B.** 2000. Cats and wildlife in the urban environment-a review. In *9th Urban Animal Management Conference*. Australian Veterinary Association, Hobart, Tasmania.
- Frederick, J.** 1998. "Overview Of Wild Pig Damage In California". Proceedings of the Eighteenth Vertebrate Pest Conference (1998). 45.
- Fueyo, L.** 2013. Las Áreas Naturales Protegidas en México y el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 37-40.
- Gallo-Reynoso, J. P., & García-Aguilar, M. C.** 2008. Análisis preliminar de la presencia de perros ferales en la isla de Cedros y su efecto sobre las colonias de pinnípedos. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 12(1), 130-140
- Gañán, N., González, R., Sestelo, A., Garde, J. J., Sánchez, I., Aguilar, J. M., & Roldan, E. R. S.** 2009. Male reproductive traits, semen cryopreservation, and heterologous in vitro fertilization in the bobcat (*Lynx rufus*). *Theriogenology*, 72(3), 341-352.

**García-Salas, J., Contreras-Balderas, A., Ortega-Pimienta, J., Castillo-Hernández, J., López-Villarreal, A., Ballesteros-Medrano, O., González-Páez, H., Banda-Villanueva, I., García-Hernández, J., Torres-Ayala, J., Contreras-Lozano, J., Correa-Nieto, J., Chávez-Cisneros, J., Narváez-Torres, S., Salinas-Camarena, M. y Borré-González, D.** 2013. Aves, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 221-235.

**García-Trevijano, P.** 12 de febrero de 2020. Los vecinos del barrio de La Paloma están desesperados por los continuos destrozos| El Ayuntamiento prepara una batida para apresar a los perros y llevarlos a un refugio. Recuperado de: <https://www.ideal.es/granada/costa/manada-perros-destrozan-coche-granada-20200212172322-nt.html>

**Gautret, P., Adehossi, E., Soula, G., Soavi, M. J., Delmont, J., Rotivel, Y., & Parola, P.** 2010. Rabies exposure in international travelers: do we miss the target?. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(3), e243-e246.

**Golubov J., Mandujano M., Guerrero S., Mendoza R., Koleff P., González A., Barrios Y., Born G.** 2014. Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coord.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 123-133.

**Gompper, M. E.** (Ed.). 2013. *Free-ranging dogs and wildlife conservation*. Oxford University Press.

**González C.** 2012. Abundancia relativa de mamíferos terrestres grandes y medianos en el área reforestada Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- González A., Morales N., Barrios Y., De Jesús S.** 2017. Rutas de Introducción e Impactos, en: Principales Retos que enfrenta México ante las Especies Exóticas Invasoras. 1ª edición. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP). México, DF. Pp. 79 – 89.
- González F., Uvalle J., Avendaño J, Niño A.** 2013. Mamíferos, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 237-251.
- González H., Cortés P., Íñiguez L., Ortega A.** 2014. Las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y ciencia*, 22(60).
- Goodloe, R. B., Warren, R. J., Osborn, D. A., & Hall, C.** 2000. Population characteristics of feral horses on Cumberland Island, Georgia and their management implications. *The Journal of wildlife management*, 114-121.
- Goodrich, E. L., McLean, A., & Guarino, C.** 2020. A Pilot Serosurvey for Selected Pathogens in Feral Donkeys (*Equus asinus*). *Animals*, 10(10), 1796.
- Gordon, I. J.** 1988. Facilitation of red deer grazing by cattle and its impact on red deer performance. *Journal of Applied Ecology*, 1-9.
- Gudiño, A.** 2 de febrero del 2019. Perros atacan y matan a mujer en Tecámac, Edomex. *Milenio*. Recuperado de <https://www.milenio.com/policia/jauria-perros-causo-muerte-mujer-tecamac>
- Gunther, I., Raz, T., Berke, O., & Klement, E.** 2015. Nuisances and welfare of free-roaming cats in urban settings and their association with cat reproduction. *Preventive veterinary medicine*, 119(3-4), 203-210.
- Guzmán-Hernández, R. L., Contreras-Rodríguez, A., Ávila-Calderón, E. D., & Morales-García, M. R.** 2016. Brucelosis: zoonosis de importancia en México. *Revista chilena de infectología*, 33(6), 656-662.
- Guzmán J.** 2017. Fototrampeo de mamíferos de la zona sujeta a conservación ecológica Finca Santa Ana, Chiapas. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México.

- Hampson, B. A., de Laat, M. A., Mills, P. C., & Pollitt, C. C.** 2010. Distances travelled by feral horses in ‘outback Australia. *Equine Veterinary Journal*, 42, 582-586.
- Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., & Visser, E. K.** 2008. A review of the human–horse relationship. *Applied animal behaviour science*, 109(1), 1-24.
- Hawort J.** 12 de Octubre de 2019. Goat Breaks Down Door of Family Home, Takes Nap in Bathroom. Portal digital de abcNEWS. Recuperado de: <https://abcnews.go.com/US/goat-breaks-door-family-home-takes-nap-bathroom/story?id=66227599>.
- Heise-Pavlov, P. M. & Heise-Pavlov, S. R.** 2003: Feral pigs in tropical lowland rainforest of northeastern Australia: ecology, zoonoses and management.- *Wildl. Biol.* 9 (Suppl. 1): 21-27.
- Hernandez, L., Barral, H., Halffter, G., & Colon, S. S.** 1999. *A note on the behavior of feral cattle in the Chihuahuan Desert of Mexico.* *Applied Animal Behaviour Science*, 63(4), 259–267.
- Hess, S. C.** 2016. A tour de force by Hawaii’s invasive mammals: Establishment, takeover, and ecosystem restoration through eradication. *Mammal Study*, 41(2), 47-60.
- Hess, S. C., Van Vuren, D. H., & Witmer, G. W.** 2017. 14 Feral Goats and Sheep. *Ecology and Management of Terrestrial Vertebrate Invasive Species in the United States.*
- Hesterman, E. R., Edwards, C. B. H., Dudzinski, M. L., & Mykytowycz, R.** 1974. An experimental study of aggression in captive European rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.). *Behaviour*, 52(1-2), 104-123.
- Holderness-Roddam, B.** 2011. The effects of domestic dogs (*Canis familiaris*) as a disturbance agent on the natural environment. (Doctoral dissertation, University of Tasmania).

- Hollings, T., Jones, M., Mooney, N., & McCallum, H.** 2013. Wildlife disease ecology in changing landscapes: mesopredator release and toxoplasmosis. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2, 110-118.
- Hone, J.** 1990. How many feral pigs in Australia. *Wildlife Research*, 17(6), 571-572.
- Hone, J.** 2002. Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. *Biological Conservation*, 105(2), 231-242.
- Hone, J., Drake, V. A., & Krebs, C. J.** 2018. Evaluating wildlife management by using principles of applied ecology: case studies and implications. *Wildlife Research*, 45(5), 436-445.
- Hughes, J., & Macdonald, D. W.** 2013. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation*, 157, 341-351.
- Humblet, M. F., Vandeputte, S., Fecher-Bourgeois, F., Léonard, P., Gosset, C., Balenghien, T. & Saegerman, C.** 2016. Estimating the economic impact of a possible equine and human epidemic of West Nile virus infection in Belgium. *Eurosurveillance*, 21(31), 30309.
- Ikagawa, M.** 2013. Invasive ungulate policy and conservation in Hawaii. *Pacific Conservation Biology*, 19(4), 270-283.
- IMTA, Conabio, GECI, Aridamérica, The Nature Conservancy.** 2007. Especies Invasoras de Alto Impacto a la Biodiversidad. Prioridades en México. Jiutepec, Morelos.
- Instone, L., & Sweeney, J.** 2014. Dog Waste, Wasted Dogs: The Contribution of Human–Dog Relations to the Political Ecology of Australian Urban Space. *Geographical Research*, 52(4), 355-364.
- Integrated Taxonomic Information System.** Diciembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Bos taurus* Linnaeus, 1758. Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=183838#nu](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=183838#nu)

**Integrated Taxonomic Information System.** Septiembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Canis lupus familiaris Linnaeus, 1758.* Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=726821#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=726821#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Noviembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Capra hircus Linnaeus, 1758.* Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=180715#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180715#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Diciembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Equus asinus Linnaeus, 1758.* Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=180690#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180690#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Noviembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Equus caballus Linnaeus, 1758.* Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=180691#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180691#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Septiembre de 2020. *ITIS Standard Report Page: Felis catus Linnaeus, 1758.* Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=183798#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=183798#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Diciembre de 2020. *ITIS Standard Report Page:* *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758. Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=180129#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180129#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Noviembre de 2020. *ITIS Standard Report Page:* *Ovis aries* Linnaeus, 1758. Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=552475#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=552475#null)

**Integrated Taxonomic Information System.** Noviembre de 2020. *ITIS Standard Report Page:* *Sus scrofa* Linnaeus, 1758. Lugar de publicación: Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=180722#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180722#null)

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Bos Taurus* (Cattle). 12 Diciembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/91651>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Canis lupus familiaris* (dogs). 03 Agosto 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI) Sitio web: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/90295#toenvironments>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Capra hircus* (goats). 03 Noviembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/90416>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Equus asinus* (donkeys). 07 Diciembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/84021>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Equus caballus* (horse). 28 Septiembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/119345>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Felis catus* (cats). 08 Septiembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI) Sitio web: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/82598#tohabitat>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Oryctolagus cuniculus* (rabbits). 07 Diciembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/72046>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Ovis aries* (sheep). 30 Noviembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/71349>

**Invasive Species Specialist Group (ISSG).** 2020. *Sus scrofa* (feral pig). 21 Noviembre 2020, de Centre of Agriculture and Biosciences International (CABI). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/119688>

**Iverson, J. B.** 1978. The impact of feral cats and dogs on populations of the West Indian rock iguana, *Cyclura carinata*. *Biological Conservation*, 14(1), 63-73.

**Jiménez-Blanco, F. J.** 2015 Influencia en los niveles de serotonina, dopamina y testosterona, en el comportamiento agresivo-combativo en el toro de lidia ("*Bos taurus L.*"). Diss. Universidad Complutense de Madrid.

- Johnson, D. J., Ostlund, E. N., Stallknecht, D. E., Goekjian, V. H., Jenkins-Moore, M., & Harris, S. C.** 2006. First report of bluetongue virus serotype 1 isolated from a white-tailed deer in the United States. *Journal of veterinary diagnostic investigation*, 18(4), 398-401.
- Kálmán, D., & Egyed, L.** 2005. PCR detection of bovine herpesviruses from nonbovine ruminants in Hungary. *Journal of wildlife diseases*, 41(3), 482-488.
- Kenney, A.** 02 de noviembre del 2016. Denver Airport Rabbits Have to Eat Something, and Cars in the Economy Lot are Something. Portal electrónico de *Denverite*. Recuperado de: <https://denverite.com/2016/11/02/denver-airport-rabbits-eat-cars/>
- Khosravi R., Rezaei H.R., Kaboli M.** 2013. Detecting hybridization between Iranian wild wolf (*Canis lupus pallipes*) and free-ranging domestic dog (*Canis familiaris*) by analysis of microsatellite markers. *Zoological science* 30(1):27-35.
- Kimura, D., & Ihobe, H.** 1985. Feral cattle (*Bos taurus*) on Kuchinoshima Island, southwestern Japan: Their stable ranging and unstable grouping. *Journal of Ethology*, 3(1), 39-47.
- King, D.** 1992. Home ranges of feral goats in a pastoral area in Western Australia. *Wildlife Research*, 19(6), 643-649.
- Kitching, R. P., & Hughes, G. J.** 2002. Clinical variation in foot and mouth disease: sheep and goats. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 21(3), 505-512.
- Klinger, R., Schuyler, P., & Sterner, J. D.** 2002. The response of herbaceous vegetation and endemic plant species to the removal of feral sheep from Santa Cruz Island, California. In *Turning the tide: The eradication of invasive species: Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives* (No. 27, p. 141).
- Koleff-Osorio, P., Ruiz-González, S., Hurquiza-Haas, T. y Tobón, W.** 2013. Capital Natural, Áreas Protegidas y Prioridades de Conservación en el Noreste de México, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), *Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México*. UANL-CONANP. México. Pp. 27-35.

- Kreplins, T. L., Kennedy, M. S., Adams, P. J., Bateman, P. W., Dundas, S. D., & Fleming, P. A.** 2018. Fate of dried meat baits aimed at wild dog (*Canis familiaris*) control. *Wildlife Research*, 45(6), 528-538.
- Krinsky, W. L.** 1976. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae). *Journal of medical Entomology*, 13(3), 225-275.
- Langham, N. P. E., & Porter, R. E. R.** 1991. Feral cats (*Felis catus* L.) on New Zealand farmland. I. Home range. *Wildlife Research*, 18(6), 741-760.
- Langley, R., & Morris, T.** 2009. That horse bit me: zoonotic infections of equines to consider after exposure through the bite or the oral/nasal secretions. *Journal of agromedicine*, 14(3), 370-381.
- Lazo, A.** 1995. Ranging behaviour of feral cattle (*Bos taurus*) in Doñana National Park, S.W. Spain. *Journal of Zoology*, 236(3), 359-369.
- Lees, A. C., & Bell, D. J.** 2008. A conservation paradox for the 21st century: the European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus*, an invasive alien and an endangered native species. *Mammal Review*, 38(4), 304-320.
- Leopold, C. R., Hess, S. C., Kendall, S. J., & Judge, S. W.** 2016. Abundance, distribution, and removals of feral pigs at Big Island National Wildlife Refuge Complex. 2010-2015.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.** Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 05 de Junio del 2018.
- Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación.** Ciudad de México, México. 19 de enero del 2018.

**Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M.** 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp.

**Lozano-Vilano, M., García-Ramírez, M. y Espinoza-Narváez, M.** 2013. Peces, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 195-206.

**Luna-Mendoza, L., Barredo-Barberena, J. M., Hernández-Montoya, J. C., Aguirre-Muñoz, A., Méndez-Sánchez, F. A., Ortiz-Alcaraz, A., & Félix-Lizárraga, M.** 2011. Planning for the eradication of feral cats on Guadalupe Island, México: home range, diet, and bait acceptance. *Island Invasives: Eradication and Management*. (Eds CR Veitch, MN Clout, and DR Towns.) pp, 192-197.

**Maffei L., Cuéllar E., Noss A.** 2002. Using camera-traps to assess mammals in the Chaco-Chiquitano ecotone. *Revista Boliviana Ecológica*, 11, 55-65.

**Massei, G., Koon, K. K., Law, S. I., Gomm, M., Mora, D. S., Callaby, R., & Eckery, D. C.** 2018. Fertility control for managing free-roaming feral cattle in Hong Kong. *Vaccine*, 36(48), 7393-7398.

**March-Mifsut, I., & Martínez-Jiménez, M.** 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

**Marks, B. K., & Duncan, R. S.** 2009. Use of forest edges by free-ranging cats and dogs in an urban forest fragment. *Southeastern Naturalist*, 8(3), 427-436.

**Marshall, R. C., & Gillespie, J. M.** 1977. The keratin proteins of wool, horn and hoof from sheep. *Australian Journal of Biological Sciences*, 30(5), 389-400.

- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M.** 2012. Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Martinez-Gonzalez, S., Macias-Coronel, H., Moreno-Flores, L. A., Zepeda-Garcia, J., Espinoza-Moreno, M. E., Figueroa-Morales, R., & Ruiz-Félix, M.** 2011. Análisis económico en la producción de ovinos en Nayarit, México.
- Mayer, John J.** 2013. Wild Pig Attacks on Humans. Wildlife Damage Management Conferences -- Proceedings. 151.
- McCann, B. E., & Garcelon, D. K.** 2008. Eradication of feral pigs from Pinnacles National Monument. *The Journal of Wildlife Management*, 72(6), 1287-1295.
- Medina-Torres, S. M., García-Moya, E., Márquez-Olivas, M., Vaquera-Huerta, H., Romero-Manzanares, A., & Martínez-Menes, M.** 2008. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta zoológica mexicana*, 24(3), 191-212.
- Meek, P. D.** 1999. The movement, roaming behaviour and home range of free-roaming domestic dogs, *Canis lupus familiaris*, in coastal New South Wales. *Wildlife Research*, 26(6), 847-855.
- Meissner, R. A., & Facelli, J. M.** 1999. Effects of sheep exclusion on the soil seed bank and annual vegetation in chenopod shrublands of South Australia. *Journal of Arid Environments*, 42(2), 117-128.
- Mella-Méndez, I.** 2019. *Depredación de Fauna Silvestre por Gatos Domésticos (Felis catus) en la Ciudad de Xalapa, Veracruz, México.* (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

- Mella-Méndez, I., Flores-Peredo, R., Pérez-Torres, J., Hernández-González, S., González-Uribe, D. U., & del Socorro Bolívar-Cimé, B.** 2019. Activity patterns and temporal niche partitioning of dogs and medium-sized wild mammals in urban parks of Xalapa, Mexico. *Urban Ecosystems*, 22(6), 1061-1070.
- Micol, T., & Jouventin, P.** 1995. Restoration of Amsterdam Island, South Indian Ocean, following control of feral cattle. *Biological conservation*, 73(3), 199-206.
- Miranda-de la Lama, G. C., & Mattiello, S.** 2010. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research*, 90(1-3), 1-10.
- Molina-Barrios, R., Luevano-Adame, J., Henao-Díaz, Y. A., Giménez-Lirola, L., Piñeyro, P., Magtoto, R., & Zimmerman, J.** 2018. Collared peccary (*Pecari tajacu*) are susceptible to porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV). *Transboundary and emerging diseases*, 65(6), 1712-1719.
- Monbiot, G.** 1 de junio del 2013. Meet the greatest threat to our countryside: sheep. *The Spectator*. Recuperado de: <https://www.spectator.co.uk/article/meet-the-greatest-threat-to-our-countryside-sheep>
- Monterrubio, C. L., Lafón-Terrazas, A., Fernández, J. A., Cervantes, F. A., & Martínez-Meyer, E.** 2020. La enfermedad hemorrágica viral del conejo impacta a México y amenaza al resto de Latinoamérica. *THERYA*, 11(3), 340.
- Moran, L.** 2020. Goats Damage Police Car as Officers Respond to WWII Mortar. Huffpost. Recuperado de: [https://www.huffpost.com/entry/goats-police-car-isle-of-wight\\_n\\_5f3fa279c5b6305f325665c3](https://www.huffpost.com/entry/goats-police-car-isle-of-wight_n_5f3fa279c5b6305f325665c3)
- Moseby, K. E., De Jong, S., Munro, N., & Pieck, A.** 2005. Home range, activity and habitat use of European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in arid Australia: implications for control. *Wildlife Research*, 32(4), 305-311.

- Munn, A. J., Cooper, C. E., Russell, B., Dawson, T. J., McLeod, S. R., & Maloney, S. K.** 2012. Energy and water use by invasive goats (*Capra hircus*) in an Australian rangeland, and a caution against using broad-scale allometry to predict species-specific requirements. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 161(2), 216-229.
- Mykutowycz, R., & Dudziński, M. L.** 1972. Aggressive and protective behaviour of adult rabbits *Oryctolagus cuniculus* (L.) towards juveniles. *Behaviour*, 97-120.
- Narváez S. y Lazcano D.** 2013. Anfibios y Reptiles, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 207-220.
- Nimmo, D. G., & Miller, K. K.** 2007. Ecological and human dimensions of management of feral horses in Australia: a review. *Wildlife research*, 34(5), 408-417.
- Nogales, M., Martín, A., Tershy, B. R., Donlan, C. J., Veitch, D., Puerta, N., Wood, B., & Alonso, J.** 2004. A review of feral cat eradication on islands. *Conservation Biology*, 18(2), 310-319.
- Nogales, M., Vidal, E., Medina, F. M., Bonnaud, E., Tershy, B. R., Campbell, K. J., & Zavaleta, E. S.** 2013. Feral cats and biodiversity conservation: the urgent prioritization of island management. *Bioscience*, 63(10), 804-810.
- Nyhus, P. J.** 2016. Human-wildlife conflict and coexistence. *Annual Review of Environment and Resources*, 41.
- Ochoa Espinoza, J. J.** 2018. *Contribución al conocimiento de las poblaciones de equinos ferales en el noroeste de Coahuila, México* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Nuevo León).

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2008. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

**Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).** Una Sola Salud. 24 de mayo de 2021. Recuperado de: [oie.itn/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/una-sola-salud/](http://oie.itn/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/una-sola-salud/)

**Ortega-S, J. A., Delgado-Acevedo, J., Villarreal-González, J. G., Borroto-Páez, R., & Tamez-González, R.** 2020. Wild Pigs in Mexico. In: Invasive wild pigs in North America: ecology, impacts, and management, VerCauteren, K. C., Beasley, J. C., Ditchkoff, S. S., Mayer, J. J., Roloff, G. J., & Strickland, B. K. (Eds.). CRC Press. Pp. 423-438.

**Ortiz-Alcaraz, A., Aguirre-Muñoz, A., Arnaud, G., Galina-Tessaro, P., Rojas-Mayoral, E., Méndez-Sánchez, F., & Ortega-Rubio, A.** (2017). Progress in the eradication of the feral cat (*Felis catus*) and recovery of the native fauna on Socorro Island, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Therya*, 8(1), 3-9.

**Ortiz-Alcaraz, A., Aguirre-Muñoz, A., Méndez-Sánchez, F., & Ortega-Rubio, A.** 2016. Feral sheep eradication at Socorro Island, Mexico: A mandatory step to ensure ecological restoration. *Interciencia*, 41(3), 184-189.

**Ortiz-Hernández, S., Cantú-Ayala, C., Uvalle-Sauceda, J. y González-Saldivar, F.** 2013. Actividades Pecuarias, en: Cantú-Ayala et al. (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 287-295.

**Ortiz Monasterio, A.** 2014. Gestión de las especies exóticas invasoras: análisis de la legislación mexicana, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 169-184

**Pacheco González, O. A.** 2013. La cunicultura familiar una herramienta para el desarrollo territorial: el caso de la región suroriente del Estado de México (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México).

- Palacio, J., León-Artozqui, M., Pastor-Villalba, E., Carrera-Martín, F., & García-Belenguer, S.** 2007. Incidence of and risk factors for cat bites: a first step in prevention and treatment of feline aggression. *Journal of feline medicine and surgery*, 9(3), 188-195.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A.** 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion. European Geosciences Union*, 4(2), pp.439-473
- Petrescu-Mag, I. V., Botha, M., & Gavriiloaie, C.** 2018. *Lepus* × *Oryctolagus cuniculus* hybrids: incompatibilities of behavioral and molecular nature. *Rabbit Genetics*, 8(1), 23-25.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R., & Morrison, D.** 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience*, 50(1), 53-65.
- Pimentel, D., Zuñiga, R., & Morrison M.** 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52:273-288.
- Poudyal, N. C., Caplenor, C., Joshi, O., Maldonado, C., Muller, L. I., & Yoest, C.** 2017. Characterizing the economic value and impacts of wild pig damage on a rural economy. *Human Dimensions of Wildlife*, 22(6), 538-549.
- Powell, C. C., Brewer, M., & Lappin, M. R.** 2001. Detection of *Toxoplasma gondii* in the milk of experimentally infected lactating cats. *Veterinary parasitology*, 102(1-2), 29-33.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** 2017. Estrategia de comunicación para prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Estrategia entregada a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. González Pacheco, N.; Espinosa Cruz, S. E. y Gudiño Valdez, A. L., Ciudad de México, México. P. 79.

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).** 2012. *GEO 5, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial: Resumen para Responsables de Políticas*. 1ª edición. P. 22.

**Pedersen K., Quance C., Robbe S., Piaggio A., Bevins S., Goldstein S., Gaston W., DeLiberto T.** 2014. Identification of *Brucella suis* from feral swine in selected states in the USA. *Journal of wildlife diseases*, 50(2), 171-179.

**Pérez, J.** 2013. Hidrología y Geohidrología, en: Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Cantú-Ayala *et al.* (eds.). UANL-CONANP. México. Pp. 89-98.

**“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”.** Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. 26 de noviembre del 2010.

**Réale, D., & Bousset, P.** 1999. Effects of summer and winter birth on growth of lambs in a population of feral sheep. *Journal of Mammalogy*, 80(3), 1028-1037.

**Recio, M. R., & Seddon, P. J.** 2013. Understanding determinants of home range behaviour of feral cats as introduced apex predators in insular ecosystems: a spatial approach. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(12), 1971-1981.

**Reid, S. W., Godley, B. J., Henderson, S. M., Lawrie, G. J., Lloyd, D., Small, K., & Thomas, R. L.** 1997. Ecology and behaviour of the feral donkey, *Equus asinus*, population of the Karpas Peninsula, northern Cyprus. *Zoology in the Middle East*, 14(1), 27-36.

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.** Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 21 de Mayo del 2014.

**Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.** Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 09 de mayo del 2014.

**Rodríguez-Almaraz, G., V. Ortega-Vidales y J. Treviño-Flores.** 2013. Crustáceos, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 161-174.

**Rodríguez León, D., & López Arévalo, H.** 2019. Variación de la abundancia relativa de perros en un gradiente de presencia humana en dos reservas privadas (Tabio, Cundinamarca). *Acta Biológica Colombiana*, 24(2), 379-390.

**Rodríguez-Pina, G.** 17 de enero del 2017. Un gesto sencillo puede salvar a los gatos que se cobijan del frío bajo el capó de los coches. Portal web del Diario El País. Recuperado de: [https://verne.elpais.com/verne/2017/01/17/articulo/1484648639\\_638530.html](https://verne.elpais.com/verne/2017/01/17/articulo/1484648639_638530.html)

**Rodríguez y Rodríguez, G. y J. Martínez-Pineda.** 2013. Suelos, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 79-87.

**Rodríguez -Vivas, R. I.; Grisi, L.; Pérez de León, A. A.; Silva Villela, H.; Torres-Acosta, J. F. J.; Fragoso Sánchez, H.; Romero Salas, D.; Rosario Cruz, R.; Saldierna, F.; García Carrasco, D.** Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. 2017. Review Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8(1), pp. 61-74.

**Rubenstein, D.I. and Hohmann, M. E.** 1989. Parasites and Social Behavior of Island Feral Horses. *Oikos* 55: 312-320.

**Ruiz-de-la-Torre, J. L., & Manteca, X.** 1999. Behavioural effects of social mixing at different stocking densities in prepubertal lambs. *Animal Welfare*, 8(2), 117-126.

**Sahagún-Sánchez, F. J., & Durán-Fernández, A.** El monitoreo de aves en el corredor ecológico de la Sierra Madre Oriental. In: *Experiencias de monitoreo de aves en el corredor ecológico de la Sierra Madre Oriental*, 11. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Universidad de Guadalajara. Sahagún-Sánchez F., Huerta-Martínez F., Durán-Fernández A. (Coord). México. Pp. 11-20.

- Sánchez-Crispín, Á., Alvarado-Sizzo, I., & Propin-Frejomil, E.** 2018. Estructura territorial del turismo en Santiago, Nuevo León, México. *Investigaciones geográficas*, (97).
- Sánchez Riquelme, A., & Arias Ruiz, F.** 2017. Biología gestacional y predicción del parto en la perra. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 771-783. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13865>
- Scorolli, A. L.** 2016. Manejo de caballos cimarrones: la situación en la Argentina. *Mastozoología neotropical*, 23(2), 325-333.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** 2013. Catálogo de localidades del municipio de Santiago. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=19&mun=049>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).** 2012 Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México.
- Seriñá-Garza, F.** 2013. La Sierra Madre Oriental y su Relación con Monterrey, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 9-14.
- Shionosaki, K., Yamada, F., Ishikawa, T., & Shibata, S.** 2015. Feral cat diet and predation on endangered endemic mammals on a biodiversity hotspot (Amami–Ohshima Island, Japan). *Wildlife Research*, 42(4), 343-352.
- Smith, M. C., & Sherman, D. M.** 2009. *Goat medicine*. John Wiley & Sons.
- Squires, V. R.** 1975. Ecology and behaviour of domestic sheep (*Ovis aries*): a review. *Mammal Review*, 5(2), 35-57.

- Suzán G., Ceballos G.** 2005. The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico City limits. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(3):479-485.
- Trigo, T., Schneider, A., Lehueur, L., Silveira, L., Freitas, T. O., & Eizirik, E.** 2013. Molecular data reveal complex hybridization and a cryptic species of Neotropical wild cat. *Current Biology*, 23(24), 2528-2533.
- Turner Jr, J. W., & Kirkpatrick, J. F.** 1986. Fertility control as a management tool for feral horse populations. *Journal of Equine Veterinary Science*, 6(5), 278-284.
- U.S. Wildlife Services.** 2010. Questions and Answers: GonaCon – Birth control for Deer. Portal digital U.S. Wildlife Services. Recuperado de: [http://mtlebanon.org/DocumentCenter/View/9628/FS\\_FAQ\\_GonaCon\\_May-2010?bidId=](http://mtlebanon.org/DocumentCenter/View/9628/FS_FAQ_GonaCon_May-2010?bidId=)
- Uvalle-Sauceda, J., Cantú-Ayala, C., González-Saldivar, F. y Marmolejo-Moncivais, J.** 2013. Climas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 41-51.
- Valadez Azúa, R., Mendoza España, V.** 2005. El perro como legado cultural. *Revista Nuevos Aportes*, 2(2005), 15-35
- Valdez-Tamez, V.** 2002. Desarrollo de Estrategias para la Preservación de la Diversidad Florística del Municipio de Santiago, Nuevo León, México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Valdez, V., Foroughbakhch, R., Garza, C.** 2004. Criterios fitogeográficos en la redelimitación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. *Ciencia UANL*, 7(1).
- Van Campen, H., & Rhyhan, J.** 2010. The role of wildlife in diseases of cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 26(1), 147-61.
- Van Vuren, D. H.** 2013. Avian response to removal of feral sheep on Santa Cruz Island, California. *The Wilson Journal of Ornithology*, 125(1), 134-139.

- Van Vuren, D., & Coblentz, B. E.** 1987. Some ecological effects of feral sheep on Santa Cruz Island, California, USA. *Biological conservation*, 41(4), 253-268.
- Van Vuren, D., & Coblentz, B. E.** 1989. Population characteristics of feral sheep on Santa Cruz Island. *The Journal of wildlife management*, 306-313.
- Vaxter, D.** 2019. Woman Ordered to pay \$2M after her Loose Donkey Causes Fatal Crash. Portal digital de WJTV News. Recuperado de: <https://www.wjtv.com/news/local-news/woman-ordered-to-pay-2m-after-her-loose-donkey-causes-fatal-crash/>
- Walker R, Novaro A, Nichols D.** 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozoología Neotropical/ Journal of Neotropical Mammalogy*, 7(2):73-80.
- Walton, M. T., & Feild, C. A.** 1989. Use of donkeys to guard sheep and goats in Texas. *Fourth Eastern Wildlife Damage Control Conference*. Wisconsin, USA.
- Weber, M.** 2010. Perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*) ferales en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México: Diagnóstico, efectos en la fauna nativa y perspectivas de control. *Informe final proyecto SDP-18-2008 pnud-conanp-ecosur. Campeche, México.*
- Webber, A. D.** 2010. Assessing the impact of domestic goat (*Capra hircus*) damage upon maize yield in a Ugandan subsistence farming context. *international Journal of Pest Management*, 56(1), 9-14.
- Wehr, N. H., Hess, S. C., & Litton, C. M.** 2018. Biology and impacts of Pacific islands invasive species. 14. *Sus scrofa*, the Feral Pig (Artiodactyla: Suidae) 1. *Pacific Science*, 72(2), 177-198.

- Willcockson-Álvarez, L., Rivera-Bazaldúa, S., Olivares-Alanís, J., Alonso-Salazar, E. y Galicia-Castillo, J.** 2013. Parque Ecológico Chipinque, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 405-409.
- Williams, C. K., & Moore, R. J.** 1995. Effectiveness and Cost-Efficiency of Control of the Wild Rabbit, *Oryctolagus Cuniculus (L.)*, By Combinations of Poisoning, Ripping, Fumigation and Maintenance Fumigation. *Wildlife Research*, 22(3), 253.
- Williams, C.K., Parer, I., Coman, B.J., Burley, J. and Braysher, M.L.** 1995. Managing Vertebrate Pests: Rabbits. Bureau of Resource Sciences/CSIRO Division of Wildlife and Ecology, Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Witmer, G. W., & Fuller, P. L.** 2011. Vertebrate species introductions in the United States and its territories. *Current Zoology*, 57(5), 559-567.
- Wittenberg R.; Cock M. J. W.** 2001. Invasive alien species. How to address one of the greatest threats to biodiversity: A toolkit of best prevention and management practices. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. p.215
- Young, J. K., Olson, K. A., Reading, R. P., Amgalanbaatar, S., & Berger, J.** 2011. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *BioScience*, 61(2), 125-132.
- Zabek, M. A., Berman, D. M., Blomberg, S. P., Collins, C. W., & Wright, J.** 2016. Population dynamics of feral horses (*Equus caballus*) in an exotic coniferous plantation in Australia. *Wildlife Research*, 43(4), 358-367.
- Zanin, E., Capua, M., Casaccia, C., Zuin, A., & Moresco, A.** 1997. Isolation and characterization of Aujeszky's disease virus in captive brown bears from Italy. *Journal of wildlife diseases*, 33(3), 632-634.

**Zapata-Ríos, G., & Branch, L. C.** 2016. Altered activity patterns and reduced abundance of native mammals in sites with feral dogs in the high Andes. *Biological Conservation*, 193, 9-16.

## RESUMEN BIOGRÁFICO

La MVZ Katya Lizeth Ortiz Morales es licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en el 2013, actualmente se encuentra estudiando su Maestría en Ciencias con Acentuación en Manejo de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable en la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la UANL. Su enfoque profesional se ha dirigido a la medicina y manejo de fauna silvestre, habiendo realizado voluntariados y servicio social en el Laboratorio de Fauna Silvestre de la FMVZ-UANL durante sus estudios de licenciatura, así como posteriormente, diversos diplomados en medicina y manejo de fauna silvestre y especies exóticas. Además, es diplomada en educación ambiental con enfoque pedagógico por el Instituto de Investigación, Innovación y Estudios de Posgrado para la Educación, y ha participado en proyectos de conservación y educación ambiental con dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (PVSNL); además de otras instituciones no gubernamentales como Organización Vida Silvestre (OVIS) y Escalada Sustentable A.C. Ha participado en congresos como ponente y además como traductora en proyectos de difusión con el laboratorio de Fauna Silvestre de la FMVZ-UANL así como con Texas Parks & Wildlife. Sus líneas de interés en la investigación se centran en la medicina de la conservación y el impacto general de las especies exóticas.