



Riparian biota of the Protected Area of Flora and Fauna Santa Elena Canyon, Mexico

Biota ribereña del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, México

Pérez-Amezola, M.C.^{1,2,*}, Gatica-Colima, A.B.^{3,4}, Cuevas-Ortalejo D.M.^{3,4},
Martínez-Calderas J.M.^{1,2}, Vital-García C.^{1,2}.

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ¹Departamento de Ciencias Veterinarias,
²Programa de Maestría en Ciencia Animal; ³Departamento de Ciencias Químico-Biológicas;
⁴Programa de Biología. Av. Benjamín Franklin no. 4650, Zona PRONAF, C. P. 33315,
Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Cite this paper/Como citar este artículo: Pérez-Amezola, M.C., Gatica-Colima, A.B., Cuevas-Ortalejo D.M., Martínez-Calderas J.M., Vital-García C. (2020). Riparian biota of the Protected Area of Flora and Fauna Santa Elena Canyon, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 7, e798. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e798>



ABSTRACT

The Protected Area of Flora and Fauna Santa Elena Canyon (Chihuahua, Mexico) has a national and international importance due to its flora and fauna, the contrast of its ecosystems and landscape resources, fostering a concern for its conservation. The objective of this study was to register species of birds, land mammals, fish and vegetation of the riparian zone at three locations within the protected area. Birds monitoring was conducted by no fixed-radius count points, Sherman traps, trail cams and transect lines were used for land mammals, fish were monitored using manual fishing techniques and fishing spoon nets and finally the vegetation was recorded by means of interception lines. Field work was performed from December 2017 to December

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: August 16th 2019.

Accepted/Aceptado: June 22th 2020.

Available on line/Publicado: August 12th 2020.

RESUMEN

El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena (Chihuahua, México) tiene importancia a nivel nacional e internacional debido a su flora y fauna, el contraste de sus ecosistemas y recursos paisajísticos, lo que fomenta el interés por su conservación. El objetivo de este trabajo fue registrar las especies de aves, mamíferos terrestres, peces y vegetación de la zona ribereña en tres localidades dentro de esta área de protección. Para monitorear aves se utilizó puntos de recuento sin radio fijo, para los mamíferos terrestres trampas Sherman, cámaras-trampa y transectos, los peces se monitorearon utilizando pesca manual y red de cuchara, mientras que la vegetación se registró a través de líneas de intercepción. Los trabajos de campo se realizaron de diciembre de 2017 a diciembre 2018. Entre los cuatro grupos biológicos se registró un total de 166 especies. De fauna: 73 aves, 24 mamíferos terrestres y dos de peces; de flora: 67 especies. De dichas especies, el 13.85 % se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 69.87 % en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y 34 especies no están incluidas en el Programa de Manejo

*Corresponding Author:

María Cristina, Pérez-Amezola. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Veterinarias. Av. Benjamín Franklin no. 4650, Zona PRONAF, C. P. 33315, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. E-mail: ma.cristina.perez@outlook.com

2018. Among the four biological groups, a total of 166 species were recorded. Fauna: 73 birds, 24 land mammals and two fish species; flora: 67 species. Of the species we found 13.85 % are listed in the NOM-059-SEMARNAT-2010; 69.87 % were listed on the IUCN Red List of Threatened Species and 34 species were not included within the Management Program of the area. This study highlighted the need for systematic monitoring to increase knowledge and promote the conservation of the Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon in the future.

KEY WORDS

Natural Protected Areas, Chihuahua Desert, Biological monitoring.

Introduction

Natural Protected Areas (NPA) are one of the most important Mexican administrative tools within the strategy for the conservation of *in situ* biodiversity (CONABIO; 2016). These areas are established with the objective of conserving or preserving representative extensions of the most important and well conserved natural ecosystems of the country (Maass *et al.*, 2010). The General Law of Ecological Balance and Environmental Protection indicates that each NPA must have a Management Program (MP), that guides and regulates activities realized in its interior and nearby areas, and have the record of species inhabiting it (DOF, 2018). However, many NPA do not have systematic monitoring, causing a lack of information on its diversity (Pinkus *et al.*, 2014). The Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon (PAFFSEC) houses or is shelter to between 85 % and 93 % of flora and fauna species, representative of the Chihuahua Desert; since this NPA was decreed (November 7th, 1994), conserving its biodiversity by applying alternatives that allow sustainable exploitation of resources has been a priority (CONANP, 2013). Riparian zones, due to their ecology, facilitate the establishment of biological groups, promote diversity and function as biological corridors (Meave *et al.*, 1991; Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Free *et al.*, 2015; Hamilton *et al.*, 2015; Meli *et al.*, 2015). Inside the PAFFSEC, riparian zones are established in San Antonio and San Carlos streams and

del área. Este estudio destaca la necesidad de realizar monitoreos sistemáticos para aumentar el conocimiento y promover la conservación del Área de Protección Flora y Fauna Cañón de Santa Elena en un futuro.

PALABRAS CLAVE

Área Natural Protegida, Desierto Chihuahuense, Monitoreo biológico.

Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (NPA) son uno de los instrumentos administrativos mexicanos más importantes dentro de la estrategia para la conservación de la biodiversidad (CONABIO; 2016). Estas áreas se establecen con el objetivo de conservar o preservar extensiones representativas de los ecosistemas naturales más importantes y mejor conservados de un país (Maass *et al.*, 2010). La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental indica que cada NPA debe contar con un Programa de Manejo (MP), el cuál guíe y regule las actividades que se realicen en su interior y áreas cercanas, y contar con el registro de las especies que la habitan (DOF, 2018). Sin embargo, muchas NPA no cuentan con un monitoreo sistemático provocando falta de información sobre su biodiversidad (Pinkus *et al.*, 2014). El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena (PAFFSEC) registra entre el 85 y 93 % de las especies de flora y fauna representativas del Desierto Chihuahuense; desde el decreto de esta NPA (7 de noviembre de 1994), se busca conservar su biodiversidad mediante el empleo de alternativas que permiten el aprovechamiento sostenible de los recursos (CONANP, 2013). Las zonas ribereñas debido a su ecología facilitan el establecimiento de grupos biológicos, promueven la diversidad y funcionan como corredores biológicos (Meave *et al.*, 1991; Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Free *et al.*, 2015; Hamilton *et al.*, 2015; Meli *et al.*, 2015). Dentro del PAFFSEC, las zonas ribereñas se establecen en los arroyos San Antonio y San Carlos y en el Río Bravo (CONANP, 2013). El objetivo de este trabajo fue registrar las especies de aves (B), mamíferos terrestres (LM), peces (F) y vegetación ribereña (RV), y generar información de zonas ribereñas específicas del PAFFSEC para elaborar y aplicar estrategias en la conservación y manejo de sus recursos naturales.

in Rio Grande (river) (CONANP, 2013). The objective of this work was to record species of birds (B), land mammals (LM), fish (F) and riparian vegetation (RV), and generate information on riparian zones specific to the PAFFSEC in order to elaborate and apply strategies for the conservation and management of its natural resources.

Material and Methods

Area of study

The PAFFSEC is located in the municipalities of Manuel Benavides and Ojinaga in the state of Chihuahua, between the extreme geographical coordinates northwest 29° 25' 53.08" N, 104° 14' 24.56" W and southeast 28° 46' 53.69" N 103° 31' 56.20" W; with altitudes ranging from 575 to 2401 masl and has an extension of 277 thousand hectares. Climate is arid desert, characterized for annual average temperatures ranging between 18 and 22 °C and precipitations from June to September (CONANP, 2013). Three riparian locations within the PAFFSEC were chosen: San Carlos Canyon (SCC) located over San Carlos and Nuevo Lajitas (NL) streams and San Antonio Canyon (SAC) located over San Antonio stream (Figure 1). These locations were chosen among 10 that were established in 2014, as strategic spots for monitoring water quality in the NPA (C.C.A., 2014), in addition to the lack of information on biological groups and the importance of ecosystemic health of these locations with respect to the area in general. The RV in the PAFFSEC is characterized by the presence of a shrubby stratum mainly composed of native reed *Phragmites australis* ((Steudel) Trinius, 1840), mule fat *Baccharis salicifolia* (Nutt, 1840), honey mesquite *Prosopis glandulosa* (Torrey, 1827), netleaf hackberry *Celtis reticulata* (Torr, 1824) and an arboreal stratum constituted by poplars *Populus* (Linnaeus, 1753) and willows *Salix* (Linnaeus, 1753); this association does not constitute a type of defined vegetation, since it usually mixes with elements from surrounding types of vegetation (Ruiz, 2010 and CONANP, 2013). In preliminary records of fauna in the PAFFSEC, 53 species of amphibians and reptiles, 209 of birds and 69 of mammals are cited (CONANP, 2013).

For Birds monitoring

The no fixed-radius count point's method was used, where species and number of individuals observed

Material y Métodos

Área de estudio

El PAFFSEC se localiza en los municipios de Manuel Benavides y Ojinaga en el Estado de Chihuahua, entre las coordenadas geográficas extremas noroeste 29° 25' 53.08" N, 104° 14' 24.56" O y sureste 28° 46' 53.69" N 103° 31' 56.20" O; entre altitudes de 575 a 2401 msnm y cuenta con una superficie de 277 mil ha. El clima corresponde a árido desértico, caracterizado por temperaturas medias anuales entre 18 y 22 °C y precipitaciones de junio a septiembre (CONANP, 2013). Se eligieron tres localidades ribereñas dentro del PAFFSEC: el Cañón de San Carlos (SCC) ubicado sobre el arroyo San Carlos y Nuevo Lajitas (NL) y el Cañón de San Antonio (SAC) ubicadas sobre el arroyo San Antonio (Figura 1). Localidades que se eligieron entre las 10 que se establecieron en 2014, como puntos estratégicos para el monitoreo de calidad del agua de la NPA (C.C.A., 2014). Lo anterior, aunado a la escasa información sobre los grupos biológicos y la importancia de la salud ecosistémica de estas localidades respecto al área en general. La RV en el PAFFSEC se caracteriza por la presencia de un estrato arbustivo compuesto principalmente por carrizo nativo *Phragmites australis* ((Steudel) Trinius, 1840), jarilla *Baccharis salicifolia* (Nutt, 1840), mezquite *Prosopis glandulosa* (Torrey, 1827), palo blanco *Celtis reticulata* (Torr, 1824) y un estrato arbóreo constituido por álamos *Populus* (Linnaeus, 1753) y sauces *Salix* (Linnaeus, 1753); esta asociación no constituye un tipo de vegetación definido, ya que suele mezclarse con elementos de los tipos de vegetación circundante (Ruiz, 2010 y CONANP, 2013). En el registro preliminar de la fauna del PAFFSEC se citan 53 especies de anfibios y reptiles, 209 de aves y 69 de mamíferos (CONANP, 2013).

Para el monitoreo de Aves

Se utilizó la metodología de puntos de recuento sin radio fijo, en donde se registró las especies y el número de individuos observados durante un lapso de 10 minutos (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996). Los conteos se realizaron de 06:00 a 09:00 h y de 15:00 a 18:00 h con binoculares Bushnell © (12X42); las especies se fotografiaron (Canon PowerShot SX420 IS) e identificaron taxonómicamente en gabinete según Kaufman (2005).

Para el muestreo de mamíferos terrestres

Se utilizaron métodos directos e indirectos: 20 trampas Sherman (Sherman Traps©) fueron colocadas

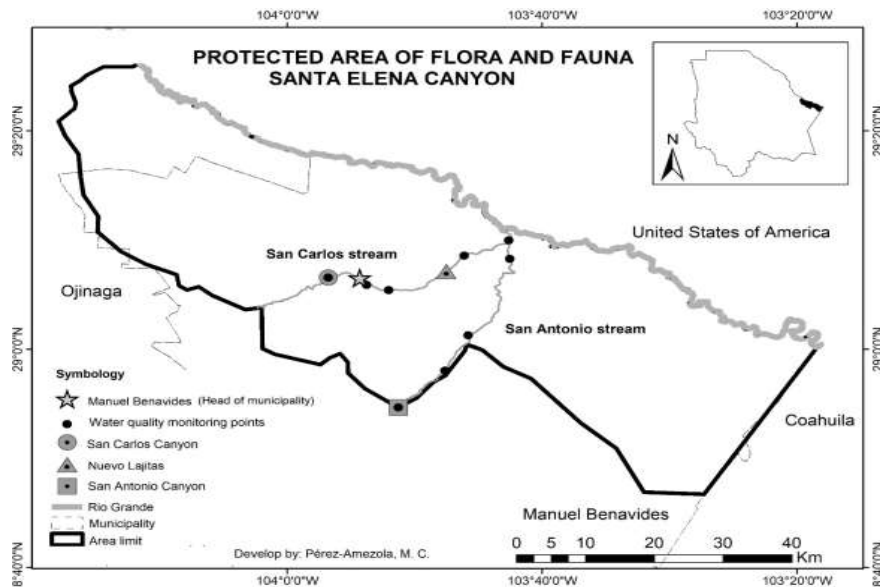


Figure 1. Location of the three riparian study areas within the Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon.

Figura 1. Ubicación de las tres áreas ribereñas de estudio dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

during a period of 10 minutes were recorded (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996). Counts were realized from 06:00 to 09:00 and from 15:00 to 18:00 with binoculars Bushnell © (12X42); species were photographed (Canon PowerShot SX420 IS) and taxonomically identified in the laboratory according to Kaufman (2005).

For land mammals sampling

Direct and indirect methods were used: 20 Sherman traps (Sherman Traps©) were placed in December 2017 and 40 in April, July and December 2018. From these, half of each were placed on each side of the streams, in transects of variable length with a regular distance of 10 m between them. These traps were baited with oat flakes, activated at 18:00 and checked at 06:00, during two consecutive nights. The captured samples were photographed (Canon EOS 1100D/EOS Rebel T3 12.6X) (Ceballos-González and List, 2011). In each study area, one (December 2017), two (April 2018) and three (July and December 2018) trail-cams (Muddy Outdoors © and Cuddeback) were placed, where evidences were observed (footprints, excreta and trails) and in places suggested by the PAFFSCE's technicians. Traps were

en diciembre de 2017 y 40 en abril, julio y diciembre de 2018. De estas cantidades, las mitades se colocaron a cada lado de los arroyos, en transectos de longitud variable con una distancia regular de 10 m entre cada trampa. Las cuales, se cebaron con hojuelas de avena, se activaron a las 18:00 h y se revisaron a las 06:00 h., durante dos noches consecutivas. Los ejemplares capturados se fotografiaron (Canon EOS 1100D/EOS Rebel T3 12.6X) (Ceballos-González y List; 2011). En cada zona de estudio se colocaron una (diciembre 2017), dos (abril 2018) y tres (julio y diciembre 2018) cámaras-trampa (Muddy Outdoors © y Cuddeback), donde se observaron rastros (huellas, excretas y senderos) en lugares sugeridos por los monitores del PAFFSCE. Las trampas se colocaron a 50 cm del suelo, fijadas a un superficie vertical y cebadas con una combinación de sardina y huevo podrido (Arroyo *et al.*, 2013; Cruz-Jácome *et al.*, 2015). Las cámaras permanecieron activas por siete días durante los trabajos de campo. Los individuos que se fotografiaron y capturaron se identificaron taxonómicamente con base en las clasificaciones de Anderson (1972), Burt y Grossenheider (1980), Bowers *et al.* (2004) y Reid (2006). Por último, se establecieron dos transectos de un km (uno a cada

placed 50 cm above ground, fixed onto a vertical surface and baited with a combination of sardine and rotten egg (Arroyo *et al.*, 2013; Cruz-Jácome *et al.*, 2015). Cameras remained active for seven days during field work. Specimens that were photographed and captured were taxonomically identified based on the classifications of Anderson (1972), Burt and Grossenheider (1980), Bowers *et al.* (2004) and Reid (2006). Lastly, two one-kilometer transects were established (one on each side of the stream, following its natural flow) searching for footprints and scats which were photographed and collected for their later identification according to Aranda (2012).

Fish sampling

Was manual in shallow parts of the streams and with fishing spoon net with a beam of light of 0.3 cm in the deep parts; this fishing net was used by “sweeping” the depth of the stream from the center to the shore or over the aquatic vegetation with quick movements (Espinosa and Salinas, 2014). The collected samples were photographed (Canon PowerShot SX420 IS) and posteriorly released; they were taxonomically identified in the laboratory based on De la Maza-Benignos and Frías-García (2015).

For riparian Vegetation Sampling

Two 100 m interception lines were realized (one on each side) of the first terrace of the stream channel edge (Guerra, 2002); species were recorded, photographed (Canon PowerShot SX420 IS) and identified in the laboratory based on Rzedowski (2006).

Data analysis

A database was created, in which the total number of species in riparian zones was determined; the nomenclature authority for fauna was obtained from Langer (1979), Ramírez-Pulido *et al.* (2014), ITIS (2019), and of flora in Tropicos (2019); the category of risk was determined according to NOM-059-SEMARNAT-2010 standard (T: threatened; E: Probably extinct in the wild; D: endangered; Pr: subject to special protection) (SEMARNAT, 2010); the status of vulnerability was assigned according to the Red List of Threatened Species of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) (CR: critically endangered; EN: endangered; DD or NA: deficient data; LC: least concern; NT: near threatened; VU: vulnerable)

lado del arroyo, siguiendo el flujo natural del mismo) en búsqueda de huellas y excretas las cuales se fotografiaron y colectaron para su posterior identificación de acuerdo con Aranda (2012).

El muestreo de Peces

Fue manual, en las partes someras de los arroyos y con red de cuchara con un haz de luz de 0.3 cm en las partes profundas; esta red se utilizó “barriendo” el fondo del arroyo del centro a la orilla o sobre la vegetación acuática con movimientos rápidos (Espinosa y Salinas, 2014). Los ejemplares colectados se fotografiaron (Canon PowerShot SX420 IS) y posteriormente, se liberaron; éstos se identificaron taxonómicamente en gabinete con base en De la Maza-Benignos y Frías-García (2015).

Para el muestreo de Vegetación Ribereña

Se realizaron dos líneas de intercepción de 100 m (una de cada lado) en la primera terraza del borde del cauce de los arroyos (Guerra, 2002); se registraron las especies, se fotografiaron (Canon PowerShot SX420 IS) y se identificaron en gabinete con base en Rzedowski (2006).

Análisis de datos

Se creó una base de datos en la que se determinó el número total de especies en las zonas ribereñas; la autoridad nomenclatural de fauna se obtuvo de Langer (1979), Ramírez-Pulido *et al.* (2014) e ITIS (2019), de flora en Tropicos (2019); la categoría de riesgo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (T: amenazada; E: probablemente extinta en el medio silvestre; D: en peligro de extinción; Pr: sujetas a protección especial) (SEMARNAT, 2010); el estatus de vulnerabilidad según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (CR: críticamente amenazado; EN: en peligro; DD o NA: datos insuficientes; LC: preocupación menor; NT: casi amenazado; VU: vulnerable) (IUCN, 2019); el gremio trófico de los mamíferos terrestres y aves fue de acuerdo con González-Salazar *et al.* (2014). El tipo de dispersión de las plantas se definió con base en Baskin y Baskin (1973), Armesto y Rozzi (1989), Milton (1998), Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yanes (2000), Jurado *et al.* (2001), Pessaraki (2002), DiTomaso y Healy (2003), Dauer (2007), Austin (2010), Flores *et al.* (2011), Les (2017), CABI (2019), CONABIO (2019), FEIS (2019), Flora of North America (2019), Red de Herbarios del Noroeste de México (2019), SEINet (2019), Southwest Desert Flora (2019) y

(IUCN, 2019); the trophic guild of land mammals and birds was according to González-Salazar *et al.* (2014). The type of dispersion of plants was defined based on Baskin and Baskin (1973), Armesto and Rozzi (1989), Milton (1998), Rojas-Aréchiga and Vázquez-Yanes (2000), Jurado *et al.* (2001), Pessarakli (2002), DiTomaso and Healy (2003), Dauer (2007), Austin (2010), Flores *et al.* (2011), Les (2017), CABI (2019), CONABIO (2019), FEIS (2019), Flora of North America (2019), Red de Herbarios del Noroeste de México (2019), SEINet (2019), Southwest Desert Flora (2019) and Tropicos (2019). The register of invasive species in riparian zones was specified based on the portal of Enciclovida (CONABIO, 2016).

Results and Discussion

The records of flora and fauna species was distributed into 34 orders, 76 families and 138 genera (Table 1). In accordance with NOM-059-SEMARNAT-2010 standard (SEMARNAT, 2010), seven species were found to be threatened, three endangered, two probably extinct in the wild and 11 subject to special protection. In the case of IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019), one near threatened species was recorded, 114 in least concern and one classified as vulnerable. Six invasive species were identified (CONABIO, 2016).

Trópicos (2019). El registro de las especies invasoras en las zonas ribereñas se precisó con base en el portal de Enciclovida (CONABIO, 2016).

Resultados y Discusión

El registro de especies de flora y fauna se distribuyó en 34 órdenes, 76 familias y 138 géneros (Tabla 1). De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), siete especies se encuentran amenazadas, tres en peligro de extinción, dos probablemente extintas en el medio silvestre y 11 sujetas a protección especial. En cuanto a la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2019), se registró una especie casi amenazada, 114 en preocupación menor y una catalogada como vulnerable. Se identificaron seis especies invasoras (CONABIO, 2016). En el SCC se registraron 83 especies (B: 29, LM: 12, F: 1, RV: 41), en NL 92 (B: 43, LM: 18, F: 2, RV: 29) y en el SAC también 92 especies (B: 48, LM: 16, F: 1 y RV: 27).

Aves

Este grupo biológico fue el más representativo con 73 especies, distribuidas en 12 órdenes, 33 familias y 57 géneros. Las familias mejor representadas son Tyrannidae (ocho especies), Cardinalidae (siete especies) y Passerellidae (seis especies). De acuerdo con la NOM-

Table 1.
Biological records of riparian areas of the Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon.

Tabla 1.
Registro biológico de las zonas ribereñas del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

Biological groups	Birds	Land mammals	Fish	Vegetation	Total
Orders	12	4	1	17	34
Families	33	13	2	27	76
Genera	57	24	2	55	138
Species	73	24	2	67	166
Risk status*	17	5	1	-	23
Invasive species**	1	2	1	2	6
Vulnerable status***	72	24	2	18	116

According to *NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); **Enciclovida (CONABIO, 2016); *** IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019).

Conforme *NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); **Enciclovida (CONABIO, 2016); ***Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019).

In SCC, 83 species were recorded (B: 29, LM: 12, F: 1, RV: 41), in NL 92 species (B: 43, LM: 18, F: 2, RV: 29) and in the SAC, 92 species as well (B: 48, LM: 16, F: 1 and RV: 27).

Birds

This biological group was the most representative with 73 species, distributed in 12 orders, 33 families and 57 genera. The most represented families were Tyrannidae (eight species), Cardinalidae (seven species) and Passerellidae (six species). According to the NOM-059-SEMARNAT-2010 standard (SEMARNAT, 2010), 17 species were found in a risk category: two threatened, three in risk of extinction, two probably extinct in the wild and 10 subject to special protection. In accordance with the IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019), 71 species were in least concern and one near threatened: Loggerhead Shrike *Lanius ludovicianus* (Linnaeus, 1766). A total of 48 % (n=35) of the species were insectivore. From bird species identified in this study, 11 were not included in the MP of the area, among them, the house sparrow *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) which is also considered as an invasive species (CONABIO, 2016). In SAC, 48 bird species were recorded, 43 in NL and 29 in SCC (Appendix 1). The records of these species concur with studies at riparian areas in southern United States of America located in the Chihuahua Desert: Szaro and Jakle (1985) registered 41 species in a riparian zone in the Arizona desert, U.S.A., of which 24 were shared with this study; Ellis (1995), reported 45 species of birds associated to Rio Grande river in New Mexico, U.S.A., of which 19 concurred with this work; Texas Parks and Wildlife (2002) registered 25 species in Rio Grande corridor which coincided with this study. Garza de León et al. (2007), in the list of avifauna of the state of Coahuila, mentioned 30 critical species, including three (Harris's hawk *Parabuteo unicinctus* (Temminck, 1824), mallard *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758) and orchard oriole *Icterus spurius* (Linnaeus, 1766)) riparian birds. The National Commission of Protected Natural Areas (CONANP) reported 69 species when monitoring grassland birds in the Protected Area de of Flora and Fauna from Maderas del Carmen (PAFFMC), a contiguous area to the PAFFSEC (CONANP, 2013b); of these species, 11 were considered as indicators of habitat quality, of which seven coincided with this study: northern mockingbird *Mimus polyglottos* (Linnaeus, 1758), scaled quail *Callipepla squamata* (Vigors, 1830), white-crowned sparrow *Zonotrichia leucophrys* (Forster, 1772) mourning dove *Zenaida macroura* (Linnaeus, 1758), blue grosbeak *Passerina caerulea* (Linnaeus, 1758), summer tanager

059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), 17 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo: dos amenazadas, tres en peligro de extinción, dos probablemente extintas en el medio silvestre y 10 sujetas a protección especial. Según la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2019), 71 especies se encuentran en preocupación menor y una casi amenazada: verdugo americano *Lanius ludovicianus* (Linnaeus, 1766). El 48 % (n=35) de las especies son insectívoras. De las especies de aves identificadas en el presente estudio, 11 no están incluidas en el MP del área. Entre ellas, el gorrión europeo *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) que también se considera una especie invasora (CONABIO, 2016).

En el SAC se enlistaron 48 especies de aves, en NL 43 y en el SCC 29 (Apéndice 1). El registro de estas especies coincide con estudios realizados en áreas ribereñas del sur de Estados Unidos de América ubicadas en el Desierto Chihuahuense: Szaro y Jakle (1985), registraron 41 especies en una zona ribereña en el desierto de Arizona, Estados Unidos de América, de las cuales 24 se comparten con este estudio; Ellis (1995), reportó 45 especies de aves asociadas al Rio Grande en Nuevo México, Estados Unidos de América, de las cuales 19 coinciden con este trabajo; Texas Parks and Wildlife (2002), en el corredor del Río Grande registró 25 especies compartidas con este estudio. Garza de León et al. (2007), en el listado avifaunístico del estado de Coahuila, mencionan a 30 especies prioritarias, dentro de las cuales tres (aguililla *Parabuteo unicinctus* (Temminck, 1824), pato de collar *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758) y la calandria castaña *Icterus spurius* (Linnaeus, 1766)) fueron aves ribereñas. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) reportó 69 especies en el monitoreo de aves de pastizal en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (PAFFMC) área contigua al PAFFSEC (CONANP, 2013b); de éstas, 11 se consideraron indicadores de calidad de hábitat, de las cuales siete se comparten con este estudio: centzontle nortefío *Mimus polyglottos* (Linnaeus, 1758), codorniz escamosa *Callipepla squamata* (Vigors, 1830), gorrión corona blanca *Zonotrichia leucophrys* (Forster, 1772) huijota común *Zenaida macroura* (Linnaeus, 1758), pico gordo azul *Passerina caerulea* (Linnaeus, 1758), piranga roja *Piranga rubra* (Linnaeus, 1758) y el zacatonero garganta negra *Amphispiza bilineata* (Cassin, 1850). Siendo *P. rubra* un nuevo avistamiento para el PAFFSEC.

La CONANP registró en el PAFFMC cinco (aguililla aura *Buteo albonotatus* (Kaup, 1847) jilguero pinero *Spinus pinus* (Wilson, 1810), papamoscas fibí *Sayornis phoebe*

Piranga rubra (Linnaeus, 1758) and the black-throated sparrow *Amphispiza bilineata* (Cassin, 1850), being *P. rubra* a new sighting for the PAFFSEC.

CONANP registered in the PAFFMC five (zone-tailed hawk *Buteo albonotatus* (Kaup, 1847) Eurasian siskin *Spinus pinus* (Wilson, 1810), eastern phoebe *Sayornis phoebe* (Latham, 1790), American robin *Turdus migratorius* (Linnaeus, 1766), American bushtit *Psaltriparus* (Bonaparte, 1850)) of the 12 missing taxa in the PAFFSEC (CONANP, 2013a); and one (Cassin's kingbird *Tyrannus vociferans* (Swainson, 1826)) in the Protected Area of Flora and Fauna from Ocampo (PAFFO) (CONANP, 2015). The presence of Lucy's warbler *Leiothlypis luciae* (Cooper, 1861) coincides with Powell and Steidi (2015), who performed a study in mountain riparian areas at the south of Arizona and with Texas Parks and Wildlife (2002) in Rio Grande corridor, who also registered gray hawk *Buteo plagiatus* (Schlegel, 1862) and golden-fronted woodpecker *Melanerpes aurifrons* (Wagler, 1829). The record of willow flycatcher *Empidonax traillii* (Audubon, 1828) coincided with Szaro y Jakle (1985) and warbling vireo *Vireo gilvus* (Audubon, 1844) with Ellis (1995).

The record of the larger proportion of insectivore birds was related to Guevara *et al.* (2008), who mentioned that riparian zones constituted a fundamental element for some insectivore and migratory birds.

The presence of *P. domesticus* invasive species coincided with Wauer (1996) and National Park Service (2018), whom reported it in Big Bend National Park, a contiguous area to the north of PAFFSEC. Loope *et al.* (1988) documented this species as invasive since 1984 in five natural reserves of arid zones in U.S.A. Rosenber *et al.* (1987) did not associate this species with riparian areas. While Peterson (1990) and Chávez-Zichinelli *et al.* (2010) associated it with urban zones, which in our study may be related to human settlements near study areas.

Land mammals

Species found in categories of risk according to NOM-059-SEMARNAT-2010 standard were: Texas antelope squirrel *Ammospermophilus interpres* (Merriam, 1890), Ring-tailed cat *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830), Merriam's kangaroo rat *Dipodomys merriami* (Mearns, 1890), American badger *Taxidea taxus* (Schreber, 1778) and the Kit fox *Vulpes macrotis* (Merriam, 1888)

(Latham, 1790), mirlo primavera *Turdus migratorius* (Linnaeus, 1766), *Psaltriparus* (Bonaparte, 1850)) de los 12 taxa ausentes en PAFFSEC (CONANP, 2013a); y una (tirano chibí *Tyrannus vociferans* (Swainson, 1826)) en el Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo (PAFFO) (CONANP, 2015). La presencia del chipeco rabadilla castaña *Leiothlypis luciae* (Cooper, 1861) coincide con Powell y Steidi (2015), quienes realizaron un estudio en áreas ribereñas de montaña al sur de Arizona y con Texas Parks and Wildlife (2002) en el corredor del Río Grande, quien además registró la aguililla gris *Buteo plagiatus* (Schlegel, 1862) y el carpintero *Melanerpes aurifrons* (Wagler, 1829). El registro de papamoscas saucero *Empidonax traillii* (Audubon, 1828) coincide con Szaro y Jakle (1985) y vireo gorjeador *Vireo gilvus* (Audubon, 1844) con Ellis (1995).

El registro de la mayor proporción de aves insectívoras se relaciona con Guevara *et al.* (2008), quienes mencionan que las zonas de ribera constituyen un elemento fundamental para ciertas aves migratorias e insectívoras.

La presencia de la especie invasora *P. domesticus* coincide con Wauer (1996) y National Park Service (2018), quienes la reportan en Big Bend National Park, área contigua al norte con el PAFFSEC. Loope *et al.* (1988) documentan esta especie como invasora desde 1984 en cinco reservas naturales de zonas áridas en Estados Unidos de América. Rosenber *et al.* (1987) no asocian a esta especie con áreas ribereñas. Mientras que Peterson (1990) y Chávez-Zichinelli *et al.* (2010) la asocian con zonas urbanas, lo que puede estar relacionado con los asentamientos humanos cerca de las áreas de estudio de este trabajo.

Mamíferos terrestres

Las especies que se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 son: ardilla antílope texana *Ammospermophilus interpres* (Merriam, 1890), cacomixtle *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830), rata canguro *Dipodomys merriami* (Mearns, 1890), tejón *Taxidea taxus* (Schreber, 1778) y la zorrilla del desierto *Vulpes macrotis* (Merriam, 1888) como amenazadas (SEMARNAT, 2010). En la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2019) se encuentran 23 especies en preocupación menor y una (chivo berberisco *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777)) como vulnerable. La mayor proporción (29 %: n=7) de los LM, son herbívoros. Las especies identificadas como invasoras son *A. lervia* y el cerdo asilvestrado *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) (CONABIO, 2016). Con base en el MP del PAFFSEC (CONANP, 2013),

as threatened (SEMARNAT, 2010). In the IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019) were 23 species in least concern and one (Barbary sheep *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777)) as vulnerable. The greater proportion (29 %: n=7) of LM were herbivorous. Species identified as invasive were *A. lervia* and the wild boar *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) (CONABIO, 2016). Based on the MP of the PAFFSEC (CONANP, 2013), the species *A. interpres* and *Spilogale* (Gray, 1865) were not included in this biological register, therefore this species was the first record of said taxa in the PAFFSEC.

In SCC, 12 species were registered, 18 in NL and 16 in SAC (Appendix 2). Anderson (1972) and López-González and García-Mendoza (2012) reported 22 of the 24 species identified in this study in riparian zones in the south of U.S.A., being invasive the remaining two. Frey (2014) enlisted 90 mammals (land and flying) in the riparian zones of the Gila river in New Mexico, U.S.A.: 21 LM coincided with those identified in this work, except *A. interpres* and the two previously indicated invasive species. Small mammals present in this study coincided with Anderson et al. (2000), Falck et al. (2014) and Hamilton et al. (2015), who reported *Dipodomys* (Gray, 1841), *Mustela* (Linnaeus, 1758), *Neotoma* (Say and Ord, 1825), *Peromyscus* (Gloger, 1841) and *Reithrodontomys* (Giglioli, 1874) genera in riparian zones of the Chihuahua Desert. The presence of *Chaetodipus* (Merriami, 1889) and *Sylvilagus* (Gray, 1867) coincided with Anderson (1994), who reported them in riparian zones of Arizona, U.S.A. The new records of *A. interpres* and *Spilogale* genus for the PAFFSEC coincided with the list of species of contiguous NPA to this area (PAFFMC and PAFFO) (CONANP, 2013a; CONANP, 2015).

The proportion of herbivorous LM, related to the one of other trophic guilds, is of great importance, since the presence of herbivores in riparian zones plays an essential role on the structure and spatial distribution of vegetal communities (Rabeil, 2007).

Regarding the two invasive species registered (*A. lervia* and *S. scrofa*), the Commission for Environmental Cooperation (C.C.A., 2014a) and CONANP (2013) mentioned that they constitute a threat for native species. The Ministry of Environment and Natural Resources and CONANP promoted supports for the "Fortalecimiento al Control de chivo berberisco (*A. lervia*)" in the PAFFSEC and for the "Programa de Atención y Manejo del cerdo asilvestrado (*S. scrofa*)" in NPAs contiguous to this area (PAFFMC and PAFFO) (CONANP, 2019).

la especie *A. interpres* y los zorrillos del género *Spilogale* (Gray, 1865), no están incluidas en el registro biológico, por lo que éste constituye el primer registro de dichos taxa en el PAFFSEC.

En el SCC se registraron 12 especies, en NL 18 y en SAC 16 (Apéndice 2). Anderson (1972) y López-González and García-Mendoza (2012) en zonas ribereñas del sur de Estados Unidos reportaron 22 de las 24 especies identificadas en el presente estudio. Siendo éstas dos especies más, las invasoras. Frey (2014), enlistó 90 mamíferos (terrestres y voladores) en la zona ribereña del río Gila en Nuevo México, Estados Unidos de América: 21 LM coinciden con los identificados en este trabajo, excepto *A. interpres* y las dos especies invasoras, previamente señaladas. Los mamíferos pequeños presentes en este estudio coinciden con Anderson et al. (2000), Falck et al. (2014) y Hamilton et al. (2015), los cuales reportan los géneros de *Dipodomys* (Gray, 1841), *Mustela* (Linnaeus, 1758), *Neotoma* (Say y Ord, 1825), *Peromyscus* (Gloger, 1841) y *Reithrodontomys* (Giglioli, 1874) en zonas ribereñas del Desierto Chihuahuense. La presencia de *Chaetodipus* (Merriami, 1889) y *Sylvilagus* (Gray, 1867) coincide con Anderson (1994), quien los reportó en áreas ribereñas de Arizona, Estados Unidos de América. Los nuevos registros para el PAFFSEC de *A. interpres* y el género *Spilogale* coinciden con el listado de especies de las NPA contiguas a esta área (PAFFMC y PAFFO) (CONANP, 2013a; CONANP, 2015).

La proporción de LM herbívoros, sobre la de otros gremios en este estudio, es de gran importancia, ya que la presencia de herbívoros en zonas ribereñas juega un papel crucial en la estructura y distribución espacial de las comunidades vegetales (Rabeil, 2007).

Con respecto a las dos especies invasoras registradas (*A. lervia* y *S. scrofa*), la Comisión para la Cooperación Ambiental (C.C.A., 2014a) y la CONANP (2013) mencionan que constituyen una amenaza para las nativas. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la CONANP han fomentado apoyos para el "Fortalecimiento al Control de chivo berberisco (*A. lervia*)" en el PAFFSEC y para el "Programa de Atención y Manejo del cerdo asilvestrado (*S. scrofa*)" en las NPA contiguas a ésta (PAFFMC y PAFFO) (CONANP, 2019).

Peces

Este grupo biológico fue el menos representado

Fish

This biological group was the least represented with two species comprised in one order, two families and two genera. The roundnose minnow *Dionda episcopa* (Girard, 1856) is subject to special protection according to NOM-059-SEMARNAT-2010 standard (SEMARNAT, 2010) and was present in the three riparian zones of study. The plains killifish *Fundulus zebrinus* (Jordan and Gilbert, 1883) was found only in NL and was considered as invasive, according to Enciclovida (CONABIO, 2016) (Appendix 3). Both species were of least concern according to IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019) and were absent in the MP of the PAFFSEC. De la Maza-Benignos and Frías-García (2015) reported six species within the PAFFSEC; nevertheless, the presence of two species was recorded in this work. It could be due to the fact that this work was restricted to three riparian areas into the PAFFSEC. Lozano *et al.* (2009) mentioned *F. zebrinus* as an invasive species of the aquatic systems in northern Mexico and *D. episcopa* as an endemic species.

Riparian vegetation

This biological group was represented by 17 orders, 27 families and 67 species; of which none was in category of risk according to NOM-059-SEMARNAT-2010 standard (SEMARNAT, 2010); 18 species in low concern according to the IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019), among which were: *Hamatocactus hamatacanthus* (Knuth, 1936), cane cholla *Cylindropuntia imbricata* (Knuth, 1935), cardinal flower *Lobelia cardinalis* (Linnaeus, 1753) and spikesedge *Eleocharis obtusa* (Schult, 1824). Forty-eight percent of species (n=32) presented endozoochory. The horseweed *Erigeron canadensis* (Linnaeus, 1753) and the saltcedar *Tamarix ramosissima* (Ledebour, 1829) were identified as invasive species according to Enciclovida (CONABIO, 2016). In the MP of the PAFFSEC (CONANP, 2013) 18 taxa were not included, constituting the first record of these species in the area. The zone with a greater register of species was SCC with 41 species, followed by NL with 29 species and lastly SAC with 27 species (Appendix 4).

Regarding RV, the presence of characteristic genus like *Populus* (Linnaeus, 1753), *Salix* (Linnaeus, 1753) and *Prosopis* (1767) was similar to the one described by Fleishman *et al.* (2003) and Merritt and Bateman (2012) in riparian areas in desert ecosystems. Of the 18 taxa registered in this study and not included in the MP of the PAFFSEC, CONANP recorded four (broom snakeweed *Guierrezia sarothrae* ((Pursh) Britton and Rusby, 1887), saddlebush *Mortonia sempervirens* (Gray, 1852), agarita *Berberis trifoliata*

con dos especies comprendidas en un orden, dos familias y dos géneros. La carpa obispa *Dionda episcopa* (Girard, 1856) está sujeta a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y está presente en las tres zonas ribereñas de estudio. La sardinilla cebrá *Fundulus zebrinus* (Jordan y Gilbert, 1883) sólo se encuentra en NL y es considerada como invasora, conforme a Enciclovida (CONABIO, 2016) (Apéndice 3). Ambas especies son de preocupación menor según la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2019) y están ausentes en el MP del PAFFSEC. De la Maza-Benignos y Frías-García (2015), reportó seis especies dentro del PAFFSEC; sin embargo, en este trabajo se registró la presencia de dos. Esto se puede deber a que este estudio estuvo restringido a tres áreas ribereñas dentro del PAFFSEC. Lozano *et al.* (2009) menciona a *F. zebrinus* como especie invasora de los sistemas acuáticos del norte de México y a *D. episcopa* como endémica.

Vegetación ribereña

Este grupo biológico fue representado por 17 órdenes, 27 familias y 67 especies; de las cuales ninguna se encontró en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); 18 especies en preocupación menor según la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2019), entre las cuales se encuentran: la biznaga barril costillona *Hamatocactus hamatacanthus* (Knuth, 1936), cardenche *Cylindropuntia imbricata* (Knuth, 1935), lobelia cardenal *Lobelia cardinalis* (Linnaeus, 1753) y el pasto *Eleocharis obtusa* (Schult, 1824). El 48 % de las especies (n=32) presentaron endozoochoria. La hierba carnícera *Erigeron canadensis* (Linnaeus, 1753) y el pino salado *Tamarix ramosissima* (Ledebour, 1829), fueron catalogadas como invasoras según la Enciclovida (CONABIO, 2016). En el MP del PAFFSEC (CONANP, 2013) 18 taxa no se encuentran incluidas, lo que constituye el primer registro de estas especies en el área. La zona con un mayor registro de especies fue el SCC con 41, seguida de NL con 29 y por último el SAC con 27 (Apéndice 4).

En cuanto a la RV la presencia de géneros característicos como *Populus* (Linnaeus, 1753), *Salix* (Linnaeus, 1753) y *Prosopis* (Linnaeus, 1767) es similar a la descrita por Fleishman *et al.* (2003) y Merritt y Bateman (2012) en áreas ribereñas en ecosistemas desérticos. De los 18 taxa enlistados en este estudio y no incluidos en el MP del PAFFSEC, la CONANP registró cuatro (hierba de San Nicolás *Guierrezia sarothrae* ((Pursh) Britton y Rusby, 1887), mortonia texana *Mortonia sempervirens* (Gray,

(Moric, 1841) and *Vitis* genus (Linnaeus, 1753)) in the MP of the PAFFMC and one (*Cyperus* (Linnaeus, 1753)) in the MP of the PAFFO, and three more (Texas guaiacum *Guaiaacum angustifolium* (Engelmann, 1848), Texas flase agave *Hechtia texensis* (Watson, 1885), *Acacia gerggii* *Senegalia greggii* (Britton and Rose, 1928)) in both MP (CONANP, 2013a; CONANP, 2015).

Most of the species presented endozoochory, which could be considered as evidence on the importance and presence of fauna assemblages in the areas (Granados-Sánchez et al., 2011).

In NL the presence of the invasive species *T. ramosissima* was registered, which has been widely studied in riparian zones in southwest U.S.A., and northern of Mexico (Loope et al., 1988; Glenn and Nagler, 2005; Lozano et al., 2009; Granados-Sánchez et al., 2011, CONANP, 2013; Fuentes, 2017), due to its high tolerance to hydric stress and since it can cause displacement of native species, when desiccating and salinizing the flooding planes where it was established (Smith et al., 1998). This caused a decline in richness and presence of bird unique species, since an environment dominated by *T. ramosissima* contributes little to diversity, with respect to the native RV (Brand et al., 2008). However, some bird species like *E. traillii* used this tree to seek shelter and nestle (Fleishman et al., 2003). Therefore, the issue about the eradication of *T. ramosissima* could be harmful for the biota that requires a ripe vegetative community, since there was no native RV capable of being restored in the short term (Fleishman et al., 2003; Shafroth et al., 2005).

Riparian areas provide habitat, nourishment, rest sites for fauna and are considered as corridors for the dispersion of plants and animals; they also play an important role in relation to climate change, since their environmental heterogeneity allowed these areas to function as shelter for a vast number of species when having its distribution modified (Camacho-Rico et al., 2006; Granados-Sánchez et al., 2006). Diverse authors have worked in riparian areas located in the desert of southern U.S.A. and northern Mexico, which have reported the presence of native species exclusive of these areas.

Conclusions

In the north of Mexico, riparian zones have

1852) palo amarillo *Berberis trifoliata* (Moric, 1841) y el género *Vitis* (Linnaeus, 1753)) en el MP del PAFFMC y uno (*Cyperus* (Linnaeus, 1753)) en el MP del PAFFO, y tres más (guayacán *Guaiaacum angustifolium* (Engelmann, 1848), *Hechtia texensis* (Watson, 1885), tesota *Senegalia greggii* (Britton y Rose, 1928)) en ambos MP (CONANP, 2013a; CONANP, 2015).

La mayor proporción de las especies presentaron endozoochoria, lo cual se puede considerar como evidencia sobre la importancia y presencia de ensambles faunísticos en las áreas (Granados-Sánchez et al., 2011).

En NL se registró la presencia de la especie invasora *T. ramosissima*, la cual ha sido ampliamente estudiada en zonas ribereñas del suroeste de Estados Unidos de América y norte de México (Loope et al., 1988; Glenn y Nagler, 2005; Lozano et al., 2009; Granados-Sánchez et al., 2011, CONANP, 2013; Fuentes, 2017). Lo anterior, debido a su alta tolerancia al estrés hídrico y al provocar desplazamiento de especies nativas, al desecar y salinizar las llanuras de inundación en donde se establece (Smith et al., 1998). Ocasionando disminución en la riqueza y presencia de especies únicas de aves, ya que un ambiente dominado por *T. ramosissima* contribuye poco a la diversidad, con respecto a la RV nativa (Brand et al., 2008). Sin embargo, algunas especies de aves como *E. traillii* utilizan este árbol para refugiarse y anidar (Fleishman et al., 2003). Por ello, el tema de la erradicación en lo que respecta a *T. ramosissima* puede ser perjudicial para la biota que requiere una comunidad vegetativa madura, al no contar con RV nativa capaz de restaurarse a corto plazo (Fleishman et al., 2003; Shafroth et al., 2005).

Las áreas ribereñas proporcionan hábitat, alimento, sitios de reposo para la fauna y son consideradas corredores para la dispersión de plantas y animales; además juegan un importante papel en relación con el cambio climático, ya que su heterogeneidad ambiental ha permitido que estas áreas funcionen como refugio para un gran número de especies al verse modificada su distribución (Camacho-Rico et al., 2006; Granados-Sánchez et al., 2006). Diversos autores han trabajado en áreas ribereñas localizadas en el desierto del sur de Estados Unidos y norte de México, los cuales han reportado presencia de especies nativas y exclusivas en estas áreas.

Conclusiones

En el norte de México, las áreas ribereñas han sido poco estudiadas a pesar de su importancia

been poorly studied despite their important role on the maintenance of regional biodiversity and on the generation of environmental services.

This work presents results of a systematic monitoring in the short term (December 2017 – December 2018), 166 species were identified, that either inhabit or benefit from the riparian areas in the Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon, considered as a representative area of the Chihuahua desert.

This research complements the biological records of the Management Program, reporting 34 new species in the area, of which, 23 were considered in a category of risk of NOM-059-SEMARNAT-2010 standard and 116 in category of vulnerability of the International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species. The above information lays the foundation for future development of management and conservation strategies of natural resources of the Protected Area of Flora and Fauna from Santa Elena Canyon, therefore fulfilling the objectives established in the present study.

en el mantenimiento de la biodiversidad regional y en la generación de servicios ambientales.

Este trabajo presenta resultados de un monitoreo sistemático a corto plazo (diciembre 2017 – diciembre 2018), se identificaron 166 especies que habitan o se benefician de las áreas ribereñas en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, la cual es considerada un área representativa del Desierto Chihuahuense.

Esta investigación complementa los registros biológicos del Programa de Manejo, al reportar 34 nuevas especies en el área. De las cuales, 23 están contempladas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 116 en categoría de vulnerabilidad de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. La información anterior, sienta las bases para el futuro desarrollo de estrategias en el manejo y la conservación de los recursos naturales del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, por lo que se cumplieron los objetivos señalados en el presente estudio.

References

- Anderson, S. (1972). *Mammals of Chihuahua: taxonomy and distribution*. Bulletin of the American Museum of Natural History. United States. <http://hdl.handle.net/2246/1101>
- Anderson, D. C. (1994). Demographics of small mammals using anthropogenic desert riparian habitat in Arizona. *The Journal of Wildlife Management*, 58(3): 445-454. <http://www.jstor.org/stable/3809315>
- Anderson, D. C., Wilson, K. R., Miller, M. S. and Falck, M. (2000). Movement patterns of riparian small mammals during predictable floodplain inundation. *Journal of Mammalogy*, 81(4): 1087-1099. <https://academic.oup.com/jmammal/article/81/4/1087/2372769>
- Aranda, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6800.pdf>
- Armesto, J. J. and Rozzi, R. (1989). Seed dispersal syndromes in the rain forest of Chiloe: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography*, 16(3), 219-226. <https://www.researchgate.net/publication/230774897>
- Arroyo-Chacón, E., Riechers-Pérez, A., Naranjo, E. J. and Rivera-Velázquez, G. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*, 4(3): 647-676. <http://www.revistas-conacyt.unam.mx/therya/index.php/THERYA/article/view/47>
- Austin, D. F. (2010). *Baboquivari mountain plants: identification, ecology, and ethnobotany*. <https://uapress.arizona.edu/book/baboquivari-mountain-plants>
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. (1973). Ecological life cycle of *Helenium amarum* in Central Tennessee. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 100(2): 117-124. : <https://www.researchgate.net/publication/230774897>
- Bowers, N., Bowers, R. and Kaufman, K. (2004). *Mammals of North America*. New York: Houghton Mifflin Harcourt. United States.
- Brand, L. A., White, G. C. and Noon, B. R. (2008). Factors influencing species richness and community composition of breeding birds in a desert riparian corridor. *The Condor*, 110(2): 199-210. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8421>
- Burt, W. H. and Grossenheider, R. P. (1980). A field guide to the *Mammals*. 3er edition. Houghton Mifflin Harcourt. Boston, Massachusetts, United States.

- Centre for Agricultural Bioscience Internacional [CABI]. Invasive species compendium. <https://www.cabi.org/isc/> [Last Checked: January 17th 2019].
- Comisión Para la Cooperación Ambiental [CCA]. (2014). Monitoreo y estudios biológicos en los arroyos San Carlos y San Antonio del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, Chihuahua. Informe final del programa de monitoreo de los arroyos San Carlos y San Antonio. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá.
- Comisión Para la Cooperación Ambiental [CCA]. (2014a). Evaluación de la conservación para la región Big Bend-Río Bravo: un enfoque de cooperación binacional para la conservación. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá. <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11495-conservation-assessment-big-bend-r-o-bravo-region-binational-collaborative-approach-es.pdf>
- Camacho-Rico, F., Trejo, I. and Bonfil, C. (2006). Estructura y composición de la vegetación de la barranca del Río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 78: 17-31. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707803>
- Ceballos-González, G. J. and List, R. (2011). Inventario de especies de vertebrados para apoyar la creación del ordenamiento ecológico y la reserva de la Biósfera Janos, Chihuahua. Universidad Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO. México, D.F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfFQ016.pdf>
- Chávez-Zichinelli, C. A., MacGregor-Fors, I., Rohana, P. T., Valdéz, R., Romano, M. C. and Schondube, J. E. (2010). Stress responses of the House sparrow (*Passer domesticus*) to different urban land uses. *Landscape and Urban Planning*, 98(3-4): 183-189. <https://kundoc.com/pdf-stress-responses-of-the-house-sparrow-passer-domesticus-to-different-urban-land-.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2016). Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016 – 2030. <https://www.gob.mx/conabio/es/articulos/estrategia-nacional-sobre-biodiversidad-de-mexico-y-plan-de-accion-2016-2030?idiom=es>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2016). Enciclopedia. <http://enciclovida.mx/> [Last Checked: January 17th 2019].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2019). Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> [Last Checked: January 14th 2019].
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2013). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/144_libro_pm.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2013a). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/158_libro_pm.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2013b). Monitoreo de aves de pastizal en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_monitoreo/158APFF_Maderas_del_Carmen_%20Aves.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2015). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo. México, D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5395503&fecha=05/06/2015
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2019). PROGRAMA PARA LA PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ESPECIES EN RIESGO (PROREST) 2019. <https://www.conanp.gob.mx/prorest/prorest2019/TerminosReferenciaCERPROREST2019.pdf>
- Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfin-Alfonso, A. and Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*, 6(2): 435-448 <http://dx.doi.org/10.12933/therya-15-277>
- Dauer, J. T., Mortensen, D. A. and Vangessel, M. J. (2006). Temporal and spatial dynamics of long-distance *Conyza canadensis* seed dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 44(1): 105-114. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01256.x>
- De la Maza-Benignos, M. and Frías-García, A. 2015. Guía de Peces del APFF Cañón de Santa Elena. Pronatura Noreste, A.C., CONANP y CCA. Monterrey, México.

- DiTomaso, J. M. and Healy, E. A. (2003). Aquatic and riparian weeds of the west. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Diario Oficial de la Federación. (2018). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf
- Ellis, L. M. (1995). Bird use of saltcedar and cottonwood vegetation in the Middle Rio Grande Valley of New Mexico, U.S.A. *Journal of Arid Environments*, 30: 339-349. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(05\)80008-4](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(05)80008-4)
- Espinosa, H. and Salinas, S. (2014). Protocolo de muestreo de peces en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012). <http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/PNRA.%20Protocolo%20de%20Peces-2.pdf>
- Fire Effects Information System. 2019. <https://www.feis-crs.org/feis/> [Last Checked: January 15th 2019].
- Flora of North America. 2019. http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1 [Last Checked: January 15th 2019].
- Flores, J., Jurado, E., Chapa-Vargas, L., Ceroni-Stuva, A., Dávila-Aranda, P., Galíndez, G., Gurvich, D., León-Lobos, P., Ordóñez, C., Ortega-Baes, P., Ramírez-Bullón, N., Sandoval, A., Seal, C. E., Ullian, T. and Pritchard, H. W. (2011). Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti taxa. *Environmental Experimental Botany*, 71(1): 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.10.025>
- Falck, M. J., Wilson, K. R. and Andersen, D. C. (2003). Small mammals within riparian habitats of a regulated and unregulated aridland river. *Western North American Naturalist*. 63(1): 35-42. <https://www.researchgate.net/publication/264668256>
- Fleishman, E., McDonal, N., MacNally, R., Murphy, D., Walters, J. and Floyd T. (2003). Effects of floristics, physiognomy and non-native vegetation on riparian bird communities in a Mojave Desert watershed. *Journal of Animal Ecology*, 72(3): 484-490. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00718.x>
- Free, C. L., Baxter, G. S., Dickman, C. R., Lisle, A. and Leung, L. K. (2015). Diversity and community composition of vertebrates in desert river habitats. *PLOS ONE*, 10(12). Estados Unidos. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144258>
- Frey, J. K. (2014). Riparian mammals of the Gila River, New Mexico: Impacts of Flow. In Gila River flow needs assessment. The Nature Conservancy. United States. <http://www.gwpaz.org/wpcontent/uploads/2015/12/GilaFlowNeedsAssessment.pdf>
- Fuentes, N. (2017). *Evaluación y análisis del proyecto: Control de carrizo gigante (Arundo donax L.) en el Río Grande/Bravo al noroeste de Coahuila*. Tesis por el grado de Ingeniero Agrícola y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8447/64458%20%20FUENTES%20FLORES%2c%20NORA%20ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garza de León, A., Morán, I., Valdés, F. and Tinajero, R. (2007). COAHUILA. En Avifaunas Estatales de México. Ortiz Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. and Peterson, T. A. (eds.). CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. https://www.researchgate.net/publication/318404548_Avifaunas_Estatales_de_Mexico_COAHUILA
- Glenn, E. P. and Nagler, P. L. (2005). Comparative ecophysiology of *Tamarix ramosissima* and native trees in western U.S. riparian zones. *Journal of Arid Environments*, 61(3): 419-446. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.09.025>
- González-Salazar C., Martínez-Meyer, E. and López-Santiago, G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(3): 931-941. <https://doi.org/10.7550/rmb.38023>
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. A. and López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo, serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1): 55-69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62912107>
- Granados-Sánchez, D., Sánchez-González, A., Granados, R. L. and Borja, A. (2011). Ecología de la vegetación del desierto Chihuahuense. *Revista Chapingo, serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17: 111-130. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.102>
- Guerra, S. (2000). *Evaluación de la vegetación riparia, insectos acuáticos y peces, influenciados por las variaciones en la calidad y cantidad de los caudales de la Cuenca del Río San Juan, Nuevo León, México*. (Tesis de Maestría no

- publicada). Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, México. <http://eprints.uanl.mx/7679/1/1020130923.PDF>
- Guevara, G., Reynoso, G., García, J. E., Franco, L. M., García, L. J., Yara, D. C., Briñez, N., Ocampo, M. L., Quintana, M. I., Pava, D. Y., Flórez, N. Y., Ávila, M. F., Hernández, E. E., Lozano, L. A., Guapucal, M., Borrero, D. A. and Oyala, E. J. (2008). Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. *Tumbaga*, 1 (3): 109-127. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3994242>
- Hamilton, B. T., Roeder, B. L., Hatc, K. A., Eggett, D. L. and Tingey, D. (2015). Why is small mammal diversity higher in riparian áreas than in uplands?. *Journal of Arid Environments*, 119: 41-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.03.007>
- Hutto, R.L., Pletschet, S. M. and Hendricks, P. (1986). A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*, 103 (3): 593-602. <https://pdfs.semanticscholar.org/d8aa/8fe449ef3a8e844ac535d338e43a9ec1667d.pdf>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2019). <https://www.iucnredlist.org/>
- Integrated Taxonomic Information System [ITIS]. (2019). <https://www.itis.gov/>
- Kaufman, K. (2005). *Guía de campo a las aves de Norteamérica*. Massachusetts: Houghton Mifflin Company.
- Jurado, E., Estrada, E. and Moles, A. (2001). Caracterización plant attributes with particular emphasis on seeds in Tamaulipan thornscrub in semi-arid Mexico. *Journal of Arid Environments*, 48: 309-321. <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0762>
- Langer, P. (1979). Adaptational significance of the forestomach of the collared peccary, *Dicotyles tajacu* (L. 1758) (Mammalia: Artiodactyla). *Mammalia*, 43(2): 235-246. <https://doi.org/10.1515/mamm.1979.43.2.235>
- Les, D. H. (2017). *Aquatic dicotyledons of North America: ecology, life history, and systematics*. <https://doi.org/10.1201/9781315118116>
- López-González, C. and García-Mendoza, D. F. (2012). A checklist of the mammals (Mammalia) of Chihuahua, México. *Check List*, 8 (6) :1122-1133. <https://doi.org/10.15560/8.6.1122>
- Loope, L. L., Sanchez, P. G., Tarr, P. W., Loope, W. L. and Anderson, R. L. (1988). Biological invasions of Arid Land Nature Reserves. *Biological Conservation*, 44. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(88\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0006-3207(88)90006-7)
- Lozano-Vilano, M. L., García-Ramírez, M. E., Artigas Azas, J. M., De la Maza-Benignos, M., Salazar-González, M. and Ruiz-Campos, G. 2009. *Los Peces del Río Conchos*. De la Maza-Benignos, M. (ed.). Alianza WWF - FGRA y Gobierno del Estado de Chihuahua. https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_De_la_Maza_Benignos/publication/269819173_Los_Peces_del_Rio_Conchos/links/54979b630cf20f487d31687e/Los-Peces-del-Rio-Conchos.pdf
- Maass, M., Jardel, E., Martínez-Yrizar, A., Calderón, L., Herrera J., Castillo, A., Euán-Ávila, J. and Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas*, 19 (2): 69-83. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/47>
- Meave, J., Kellman, M., MacDougall, A. and Rosales, J. (1991). Riparian habitats as tropical forest refugia. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 1: 69-76. <http://www.jstor.org/stable/2997492>
- Meli, P., Ruiz, L. and Carabias, J. (2015). La vegetación riparia. En J., Carabias, J., De La Maza and R. Cadena (Ed.) *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona: 25 años de actividades y experiencias*. México: Redacta, S. A. de C. V. http://ceiba.org.mx/publicaciones/Centro_Documentacion/Conservacion&DS_SelvaLacandona/Portada_Presentacion_Indice.pdf
- Merritt, D. M. and Bateman, H. L. (2012). Linking stream flow and groundwater to avian habitat in a desert riparian system. *Ecological Applications*, 22 (7):1973-1988. <https://www.jstor.org/stable/41723108>
- Milton, S. J., Dean, W. R., Kerley, G. I., Hoffman, M. T. and Whitford, W. G. (1998). Dispersal of seeds as nest material by the cactus wren. *The Southwest Naturalist*, 43 (4): 449-452. https://www.jstor.org/stable/30054082?seq=1#page_scan_tab_contents
- National Park Service. (2018). <https://www.nps.gov/articles/big-bend-bird-studies.htm>
- Pessaraki, M. (2002). *Handbook of plant and crop physiology*. Second edition. New York, Marcel Dekker, Inc http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Handbook-of-Plant---Crop-Physiology-Revised---Expanded-by-Mohammad-Pessaraki--2001-.pdf

- Peterson, R. T. (1990). *A field guide to western birds: a completely new guide to field marks of all species found in North America west of the 100th Meridian and North of Mexico*. Third Edition. Estados Unidos: Houghton Mifflin Company.
- Pinkus, M. J., Pinkus, M. A. and Ortega-Rubio, A. (2014). Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia*, 22 (60). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431160013>
- Powell, B. F. and Steidi, R. J. (2015). Influence of vegetation on montane riparian bird communities in the Sky Islands of Arizona, USA. *The Southwestern Naturalist*, 60 (1): 65-71. <https://doi.org/10.1894/MCG-09.1>
- Rabeil, T. (2007). *Implementación de un sistema de monitoreo de los mamíferos en Chiapas (corredor Sierra Madre del Sur, zona Pico del Loro)*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/documentos/monitoreo/Informefinalthomasrabeil2006.pdf>
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. and Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. https://www.avesdecostarica.org/uploads/7/0/1/0/70104897/manual_de_metodos.pdf
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L., and Arroyo-Cabrales, J. (2014). List of recent land mammals of Mexico. Special publication. *Museum of Texas Tech University*. 63:1-76. https://www.researchgate.net/publication/273128513_A_list_of_recent_land_mammals_of_Mexico
- Reid, F. (2006). *A field guide to mammals of North America, North of Mexico*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Red de Herbarios del Noroeste de México. (2019). <http://herbanwmex.net/portal/>
- Rojas-Aréchiga, M. and Vázquez-Yanes, C. (2000). Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44: 85-104. <https://doi.org/doi:10.1006/jare.1999.0582>
- Rosenberg, K. V., Terrill, S. B. and Rosenberg, G. H. (1987). Value of suburban habitats to desert riparian birds. *Wilson Bull*, 99 (4):642-654. <https://www.jstor.org/stable/4162471>
- Ruiz, R. (2010). *Estimación y actualización al 2009 de la Tasa de Transformación del hábitat de las áreas naturales protegidas SINAP I y SINAP II del FANP: Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena*. México. México: Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. https://simec.conanp.gob.mx/TTH/SantaElena/SantaElena_TTH_2000_2008.pdf
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Primera Edición digital. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091
- SEINet. (2019). Arizona and New Mexico Chapter. National Science Foundation Grants. <http://swbiodiversity.org/seinet/index.php>
- Shafroth, P. B., Cleverly, J. R., Dudley, T. M., Taylor, J. P., Van Riper, C., Weeks, E. P. and Stuart, J. M. (2005). Control of *Tamarix* in the Western United States: Implications for Water Salvage, Wildlife Use, and Riparian Restoration. *Environmental Management*, 35: 231-246. <https://doi.org/10.1007/s00267-004-0099-5>
- Smith, S. D., Devitt, D.A., Sala, A., Cleverly, J. R. and Bush, D. E. (1998). Water relations of riparian plants from warm desert regions. *Wetlands*, 18: 687-696. <https://doi.org/10.1007/BF03161683>
- Southwest Desert Flora. (2019). Home to the plants of the Sonoran, Chihuahuan and Mojave deserts. <http://southwestdesertflora.com/>
- Szaro, R. C. and Jakle, M. D. (1985). Avian use of a desert riparian islands and its adjacent scrub habitat. *The Condor*, 87(4): 511-519. <http://www.jstor.org/stable/1367948>
- Texas Parks and Wildlife. (2002). https://tpwd.texas.gov/publications/pwdpubs/media/pwd_bk_p4000_0809.pdf
- Tropicos. (2019). <https://www.tropicos.org/home.aspx?langid=66>
- Wauer, R. (1996). *A field guide to Birds of the Big Bend*. Second Edition. Houston: Gulf Publishing Company.

Appendix 1.

List of birds in the riparian areas of the Protected Area of Flora and Fauna Santa Elena Canyon.

Apéndice 1.

Lista de aves en las áreas ribereñas del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

Taxon	NA	SCC	NL	SAC	IUCN	NOM 059	TG	IS	OMP
<i>Buteo albonotatus</i>	Kaup, 1847	*	*		LC	Pr	Car		*
<i>Buteo jamaicensis</i>	Gmelin y JF, 1788		*	*	LC	Pr	Car		
<i>Buteo plagiatus</i>	Schlegel, 1862	*			LC		Car		*
<i>Buteo swainsoni</i>	Bonaparte, 1838			*	LC	Pr	Car		
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Temminck, 1824		*		LC	Pr	Car		
<i>Pandion haliaetus</i>	Linnaeus, 1758	*			LC		Car		
<i>Anas platyrhynchos</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC	T	Gra		
<i>Archilochus alexandri</i>	Bourcier y Mulsant, 1846			*	LC		Nec		
<i>Archilochus</i>	Reichenbach, 1854		*		LC		Nec		
<i>Cathartes aura</i>	Linnaeus, 1758	*	*	*	LC		Carro		
<i>Charadrius vociferus</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC		Ins		
<i>Gallinago delicata</i>	Ord, 1825		*		LC		Omn		
<i>Zenaida asiatica</i>	Linnaeus, 1758	*	*	*	LC		Gra		
<i>Zenaida macroura</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC		Gra		
<i>Geococcyx californianus</i>	Lesson, 1829	*	*	*	LC		Car		
<i>Falco sparverius</i>	Linnaeus, 1758			*	LC		Ins		
<i>Callipepla gambelii</i>	Gambel, 1843		*		LC		Gra		
<i>Callipepla squamata</i>	Vigors, 1830		*		LC		Gra		
<i>Psaltriparus</i>	Bonaparte, 1850	*			LC		Ins		*
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Viellot, 1808			*	LC		Fru		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Linnaeus, 1758	*	*	*	LC	Pr	Gra		
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Bonaparte, 1838	*	*	*	LC		Gra		
<i>Passerina caerulea</i>	Linnaeus, 1758	*		*	LC		Gra		
<i>Passerina ciris</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC	Pr	Gra		
<i>Passerina versicolor</i>	Bonaparte, 1838		*	*	LC		Gra		
<i>Piranga ludoviciana</i>	Wilson, 1811			*	LC		Ins		
<i>Piranga rubra</i>	Linnaeus, 1758			*	LC		Ins		
<i>Corvus</i>	Linnaeus, 1758		*	*			Omn		
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Müller, 1776	*	*	*	LC	D	Gra		
<i>Spinus pinus</i>	Wilson, 1810			*	LC		Gra		*
<i>Spinus psaltria</i>	Say, 1822	*	*	*	LC		Gra		
<i>Spinus tristis</i>	Linnaeus, 1758			*	LC		Gra		
<i>Hirundo rustica</i>	Linnaeus, 1758			*	LC		Ins		
<i>Icterus parisorum</i>	Bonaparte, 1838	*	*		LC		Ins		
<i>Icterus spurius</i>	Linnaeus, 1766		*		LC	Pr	Ins		
<i>Molothrus ater</i>	Boddaert, 1783			*	LC		Gra		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Gmelin, 1788	*		*	LC		On		
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Bonaparte, 1826			*	LC		Gra		

<i>Lanius ludovicianus</i>	Linnaeus, 1766		*			NT		Ins		
<i>Mimus polyglottos</i>	Linnaeus, 1758	*	*	*		LC		Ins		
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Swainson, 1827		*			LC		Ins		
<i>Anthus rubescens</i>	Tunstall, 1771	*	*			LC		Ins		
<i>Leiothlypis luciae</i>	Cooper, 1861				*	LC		Ins		*
<i>Amphispiza bilineata</i>	Cassin, 1850		*			LC		Ins		
<i>Melospiza lincolnii</i>	Audubon, 1834				*	LC		Gra		
<i>Setophaga coronata</i>	Linnaeus, 1766		*	*		LC	T	Ins		
<i>Spizella breweri</i>	Cassin, 1856		*			LC		Gra		
<i>Spizella passerina</i>	Bechstein, 1798				*	LC		Gra		
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Forster, 1772	*	*	*		LC		Gra		
<i>Passer domesticus</i>	Linnaeus, 1758				*	LC		Gra	*	*
<i>Polioptila melanura</i>	Lawrence, 1857	*	*	*		LC		Ins		
<i>Phainopepla nitens</i>	Swainson, 1838				*	LC		Ins		
<i>Regulus calendula</i>	Linnaeus, 1766	*	*	*		LC	D	Ins		
<i>Auriparus flaviceps</i>	Sundevall, 1850	*	*	*		LC		Ins		
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Lafresnaye, 1835		*	*		LC		Ins		
<i>Catherpes mexicanus</i>	Swainson, 1829	*				LC	D	Ins		
<i>Salpinctes obsoletus</i>	Say, 1822	*				LC	E	Ins		
<i>Catharus guttatus</i>	Pallas, 1811	*				LC		Ins		
<i>Turdus migratorius</i>	Linnaeus, 1766				*	LC	Pr	Ins		*
<i>Empidonax traillii</i>	Audubon, 1828				*	LC	E	Ins		*
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Lawrence, 1851	*	*	*		LC		Ins		
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Boddaert, 1783				*	LC		Ins		
<i>Sayornis nigricans</i>	Swainson, 1827	*	*	*		LC		Ins		
<i>Sayornis phoebe</i>	Latham, 1790		*			LC		Ins		*
<i>Sayornis saya</i>	Bonaparte, 1825	*	*	*		LC		Ins		
<i>Tyrannus verticalis</i>	Say, 1823		*			LC		Ins		
<i>Tyrannus vociferans</i>	Swainson, 1826		*			LC		Ins		*
<i>Vireo belli</i>	Audubon, 1844	*				LC		Gra		
<i>Vireo gilvus</i>	Vieillot, 1808		*			LC	Pr	Ins		*
<i>Butorides virescens</i>	Linnaeus, 1758		*			LC		Car		
<i>Ardea herodias</i>	Linnaeus, 1758	*			*	LC	Pr	Car		
<i>Dryobates scalaris</i>	Wagler, 1829	*			*	LC		Ins		
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Wagler, 1829		*	*		LC		Ins		*

NA: nomenclatural authority; SCC: San Carlos Canyon; NL: New Lajitas; SAC: San Antonio Canyon; IUCN, vulnerable status (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, risk status (SEMARNAT, 2010); TG: trophic guild; IS: invasive species; OMP: out of the management program. In IUCN: LC, least concern; NT, near threatened. In the NOM-059-SEMARNAT-2010: T, threatened; E, probably extinct in the wild; D, in danger of extinction; Pr, subject to special protection. In TG: Car, carnivore; Scv, scavenger; Fru, frugivorous; Gra, granivorous; Ins, insectivorous; Nec, nectivorous; Omn, omnivore.

AN, autoridad nomenclatural; SCC, Cañón de San Carlos; NL, Nuevo Lajitas; SAC, Cañón de San Antonio; IUCN, estatus de vulnerabilidad (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo (SEMARNAT, 2010); TG, gremio trófico; IS: especie invasora; OMP, fuera del programa de manejo. En IUCN: LC, preocupación menor; NT, casi amenazada. En NOM-059-SEMARNAT-2010: T, amenazada; E, probablemente extinta en el medio silvestre; D, en peligro de extinción; Pr, sujetas a protección especial. En TG: Car, carnívoro; Scv, carroñero; Fru, fructívoro; Gra, granívoro; Ins, insectívoro; Nec, nectívoro; Omn, omnívoro.

Appendix 2.
List of land mammals in the riparian areas of the Protected Area of
Apéndice 2.
Lista de mamíferos terrestres en las áreas ribereñas del Área de

Taxon	NA	SCC	NL	SAC	IUCN	NOM 059	TG	IS	OMP
<i>Ammotragus lervia</i>	Pallas, 1777	*			VU		Herb	*	
<i>Odocoileus</i>	Rafinesque, 1832		*	*	LC		Herb		
<i>Sus scrofa</i>	Linnaeus, 1758		*		LC		Omn-Herb	*	
<i>Dicotyles tajacu</i>	Linnaeus, 1758			*	LC		Herb		
<i>Canis latrans</i>	Say, 1822	*	*	*	LC		Omn		
<i>Vulpes macrotis</i>	Merriam, 1888	*	*	*	LC	T	Car		
<i>Lynx rufus</i>	Schreber, 1777		*	*	LC		Car		
<i>Puma concolor</i>	Linnaeus, 1758	*	*		LC		Car		
<i>Conepatus leuconotus</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC		Ins		
<i>Mephitis</i>	Saint-Hilaire Cuvier, 1795	y *	*	*	LC		Ins		
<i>Spilogale</i>	Gray, 1865			*	LC		Ins		*
<i>Mustela frenata</i>	Lichtenstein, 1831		*	*	LC		Car		
<i>Taxidea taxus</i>	Schreber, 1778		*	*	LC	T	Car		
<i>Bassariscus astutus</i>	Lichtenstein, 1830	*	*	*	LC	T	Omn		
<i>Procyon lotor</i>	Linnaeus, 1758	*	*	*	LC		Omn		
<i>Lepus</i>	Linnaeus, 1758		*	*	LC		Herb		
<i>Sylvilagus</i>	Gray, 1867		*	*	LC		Herb		
<i>Neotoma albigula</i>	Hartley, 1894	*	*		LC		Herb		
<i>Peromyscus</i>	Gloger, 1841	*		*	LC		Gra		
<i>Reithrodontomys</i>	Giglioli, 1874	*	*	*	LC		Gra		
<i>Chaetodipus</i>	Merriami, 1889		*		LC		Gra		
<i>Dipodomys merriami</i>	Mearns, 1890		*		LC	T	Herb		
<i>Ammospermophilus interpres</i>	Merriam, 1890	*			LC	T	Herb		*
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Erxleben, 1777	*			LC		Gra		

NA: nomenclatural authority; SCC: San Carlos Canyon; NL: New Lajitas; SAC: San Antonio Canyon; IUCN, vulnerable status (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, risk status (SEMARNAT, 2010); TG: trophic guild; IS: invasive species; OMP: out of the management program. In IUCN: LC, least concern; VU, vulnerable. In the NOM-059-SEMARNAT-2010: T, threatened. In TG: Car, carnivore; Gra, granivorous; Herb, herbivorous; Ins, insectivorous; Omn, omnivore.

NA, autoridad nomenclatural; SCC, Cañón de San Carlos; NL, Nuevo Lajitas; SAC, Cañón de San Antonio; IUCN, estatus de vulnerabilidad (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo (SEMARNAT, 2010); TG, gremio trófico; IS: especie invasora; OMP, fuera del programa de manejo. En IUCN: LC, preocupación menor; VU, vulnerable. En NOM-059-SEMARNAT-2010: Y, amenazada. En TG: Car, carnívoro; Gra, granívoro; Her, herbívoro; Ins, insectívoro; Omn, omnívoro.

Appendix 3.

List of fishes in the riparian areas of the Protected Area of Flora and Fauna Santa Elena Canyon.

Apéndice 3.

Lista de peces en las áreas ribereñas del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

Species	NA	SCC	NL	SAC	IUCN	NOM 059	IS	OMP
<i>Dionda episcopa</i>	Girard, 1856	*	*	*	LC	Pr		*
<i>Fundulus zebrinus</i>	Jordan y Gilbert, 1883		*		LC		*	*

NA: nomenclatural authority; SCC: San Carlos Canyon; NL: New Lajitas; SAC: San Antonio Canyon; IUCN, vulnerable status (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, risk status (SEMARNAT, 2010); TG: trophic guild; IS: invasive species; OMP: out of the management program. In IUCN: LC, least concern. In the NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr, subject to special protection.

NA, autoridad nomenclatural; SCC, Cañón de San Carlos; NL, Nuevo Lajitas; SAC, Cañón de San Antonio; IUCN, estatus de vulnerabilidad (IUCN, 2019); NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo (SEMARNAT, 2010); TG, gremio trófico; IS: especie invasora; OMP, fuera del programa de manejo. En IUCN: LC, preocupación menor. En NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr, sujetas a protección especial.

Appendix 4.

List of riparian vegetation of the PAFFSEC.

Apéndice 4.

Lista de vegetación ribereña en las áreas ribereñas del PAFFSEC

Species	NA	SCC	NL	SAC	IUCN	TD	IS	OMP
<i>Agave</i>	Linnaeus, 1753	*				Ane		
<i>Dasylirion</i>	Zuccarini, 1838	*				Ane		
<i>Yucca elata</i>	Engelmann, 1982	*				Endo		
<i>Ambrosia monogyra</i>	(Torr y Gray) Strother y Baldwin, 2002		*	*		Ane		
<i>Baccharis salicifolia</i>	Nutt, 1840	*	*	*		Ane		
<i>Baileya multiradiata</i>	Harv y Gray, 1848	*		*		Endo		
<i>Brickellia spinulosa</i>	Gray, 1852			*		Ane		*
<i>Conoclinium</i>	Candolle, 1836	*	*			Ane		*
<i>Erigeron canadensis</i>	Linnaeus, 1753			*		Ane	*	*
<i>Gutierrezia sarothrae</i>	(Pursh) Britton y Rusby, 1887		*			Endo		*
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Lessing, 1832			*		Ane		
<i>Helenium</i>	Linnaeus, 1753		*			Ane and Hydro		
<i>Xanthium strumarium</i>	Linnaeus, 1753		*			Hydro		
<i>Lobelia cardinalis</i>	Linnaeus, 1753	*		*	LC	Endo		
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Knuth, 1935		*		LC	Endo		
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Knuth, 1935		*		LC	Endo		
<i>Echinocereus dasyacanthus</i>	Engelmann, 1848	*	*		LC	Endo		
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Engelmann, 1848		*		LC	Endo		

<i>Echinocereus pectinatus</i>	Engelmann, 1848	*			LC	Endo	
<i>Escobaria</i>	Britton y Rose, 1923	*				Endo	
<i>Hamatocactus hamatacanthus</i>	Knuth, 1936	*	*		LC	Endo	
<i>Mammillaria</i>	Torrey y Gray, 1840	*			LC	Endo	
<i>Mammillaria heyderi</i>	Muehlenpfordt, 1848			*	LC	Endo	
<i>Mammillaria pottsii</i>	(Salm-Dyck) Scheer, 1850	*			LC	Endo	
<i>Opuntia engelmannii</i>	(Salm-Dyck) Engelmann, 1850		*	*	LC	Endo	
<i>Opuntia macrocentra</i>	Engelmann, 1856	*	*		LC	Endo	
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Engelmann, 1849	*	*		LC	Endo	
<i>Tamarix ramosissima</i>	Ledebour, 1829		*		LC	Ane	*
<i>Mortonia scabrella</i>	Gray, 1853	*				Auto	*
<i>Mortonia sempervirens</i>	Gray, 1852	*				Auto	*
<i>Samolus ebracteatus</i>	Kunth, 1817	*				Auto	
<i>Lupinus havardii</i>	Watson, 1882		*			Auto	*
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i>	Barneby, 1991	*	*			Auto	
<i>Prosopis glandulosa</i>	Torrey, 1827	*	*	*		Endo	
<i>Senegalia greggii</i>	Britton y Rose, 1928	*	*	*		Endo	*
<i>Senegalia roemeriana</i>	Britton y Rose, 1928	*				Endo	*
<i>Senna bauhinioides</i>	Irwin y Barneby, 1979			*		Ane	*
<i>Vachellia constricta</i>	Seigler y Ebinger, 2006	*		*		Auto	
<i>Vachellia farnesiana</i>	(Linnaeus) Wight y Arnott, 1834	*				Auto	
<i>Eustoma exaltatum</i>	(Linnaeus) Grisebach, 1845	*	*			Auto	*
<i>Zeltnera</i>		*				Ane	*
<i>Chilopsis linearis</i>	Mansion, 2004		*			Endo	
<i>Fraxinus velutina</i>	Torrey, 1848	*	*		LC	Ane	
<i>Aloysia wrightii</i>	Heller, 1906			*		Endo	
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Zuccarini, 1832	*				Ecto	
<i>Populus</i>	Linnaeus, 1753	*				Ane	
<i>Salix</i>	Linnaeus, 1753	*	*	*		Ane	
<i>Hechtia</i>	Klotzsch, 1835	*				Hydro	
<i>Hechtia texensis</i>	Watson, 1885	*				Hydro	*
<i>Cyperus</i>	Linnaeus, 1753			*		Hydro	*
<i>Eleocharis obtusa</i>	Schult, 1824	*			LC	Hydro	
<i>Setaria</i>	Beauv, 1812	*				Ane	
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	Linnaeus, 1753	*			LC	Ane	*
<i>Berberis trifoliolata</i>	Moric, 1841	*	*			Endo	*

<i>Argemone ochroleuca</i>	Sweet, 1828	*	*			Ane
<i>Celtis pallida</i>	Torr, 1859		*	*	LC	Endo
<i>Celtis reticulata</i>	Torr, 1824			*		Endo
<i>Condalia warnockii</i>	Johnst, 1962		*			Endo
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	(Torr & Gray) Gray, 1849		*	*		Endo
<i>Rhus microphylla</i>	Engelmann, 1852	*		*		Endo
<i>Lycium berlandieri</i>	Dunal, 1852	*				Endo
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cavanilles, 1794			*		Ane
<i>Nicotiana obtusifolia</i>	Martens & Galeotti, 1845	*		*		Auto
<i>Nicotiana glauca</i>	Graham, 1828		*	*		Ane
<i>Vitis</i>	Linnaeus, 1753			*		Endo *
<i>Guaiacum angustifolium</i>	Engelmann, 1848	*	*			Endo *
<i>Larrea tridentata</i>	Coville, 1893		*	*		Endo

NA, autoridad nomenclatural; SCC: Cañón de San Carlos; NL: Nuevo Lajitas; SAC: Cañón de San Antonio; IUCN: estatus de vulnerabilidad; NOM-059-SEMARNAT-2010: estatus de riesgo; TD: tipo de dispersión; IS: especie invasora; OMP: fuera del programa de manejo. En IUCN: LC, preocupación menor. En TD: Ane, Anemocoria; Ecto, ectocoria; Endo, endocoria; Hidro, hidrocoria; Auto, autocoria.

NA: nomenclatural authority; SCC: San Carlos Canyon; NL: New Lajitas; SAC: San Antonio Canyon; IUCN: vulnerable status, NOM-059-SEMARNAT-2010: risk status; TD: type of dispersion; IS: invasive species; OMP: out of the management program. In IUCN: LC, least concern. In TD: Ane, anemochory; Ecto, ectochory; Endo, endochory; Hydro, hydrochory; Auto, autochory.