

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA

AÑO 2 NÚMERO 2 JULIO-DICIEMBRE, 2016



ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA, Año 2, Número 2, Junio-Diciembre de 2016, es una publicación científica digital de periodicidad semestral editada por el Dr. Alfredo Ortega-Rubio. Av. Erizo 227, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23090, Tel (612) 12 41618. http://areas-naturales-protegidas.org/scripta/e_cintillo2016.pdf, aortega@cibnor.mx. Editor responsable Dr. Alfredo Ortega-Rubio. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-071509261100-203; ISSN: 2448-7287. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dr. Alfredo Ortega-Rubio, Av. Erizo 227, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23090, Tel (612) 12 41618. aortega@cibnor.mx, fecha de la última modificación 30 Diciembre 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de esta publicación sin previa autorización de los autores de este número de **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA**.

La publicación de este número de **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA** fue posible únicamente debido al apoyo del financiamiento de **CONACYT** al proyecto de la Red Temática Nacional Áreas Naturales Protegidas **RENANP-CONACYT**. Agradecemos el invaluable apoyo de la Dirección de Infraestructura Científica y Redes Temáticas de **CONACYT** para la publicación de esta obra.

Con deferente gratitud **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA** reconoce la colaboración de Lic. Gerardo R. Hernández García en la edición gráfica editorial para esta revista y de la M. en C. Diana Dorantes en la revisión del idioma Inglés. Fotografía de la Portada: Estero San José, mayo 28, 2016. Los Cabos Coastkeeper

Índice

Consejo editorial y comité editorial:

http://areas-naturales-protégidas.org/scripta/e_cuerpo_editorial.php

Editorial	5
-----------	---

Artículos

1.- La pesca incidental de tortuga marina en el centro-norte de Sinaloa, México. <i>Alan Alfredo Zavala Norzagaray, Jorge Luis Parra Gaxiola, Gerardo Rodríguez Quiroz</i>	9
2.- Caribe (<i>Cnidoscopus maculatus</i>), el chocolate del desierto: rescatando la tradición para el desarrollo sustentable en la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. <i>Juan Fernando Pío-León y Alfredo Ortega-Rubio</i>	23
3.- La investigación en las Áreas Naturales Protegidas de la Región Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México. <i>Lidia Ramírez-Huerta, Cindy Manuela López-Guzmán, Victor Javier Arriola-Padilla, Zitlalli Trejo-Sandoval, Ramiro Pérez-Miranda, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra</i>	37
4.- Población humana, actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México. <i>Magdalena Lagunas-Vázquez, Luis Felipe Beltrán-Morales, Mariana Bobadilla-Jiménez y Alfredo Ortega-Rubio</i>	67
5.- Las Condiciones Hidrogeológicas en la Cuenca San José del Cabo, Baja California Sur, México. <i>Jobst Wurl y Miguel Ángel Imaz Lamadrid</i>	91

6.- Aspectos Geomorfológicos e Hidrográficos de la Cuenca San José del Cabo, Baja California Sur, México, como Factor de Riesgo a Inundaciones. <i>Saúl Chávez López, Anahí Mendoza Albañez</i> _____	103
7.- Los sitios Ramsar de Baja California Sur, México: Problemática y Perspectivas. <i>Aurora Breceda, Patricia Galina y Benito Bermúdez</i> _____	127

Editorial

Este año que concluye, 2016, fue de mucha actividad en relación a los aspectos académicos desarrollados para las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de México, así como también pródigo de buenas noticias para las mismas. Una de las actividades académicas más relevantes de este 2016 indudablemente fue la organización del 1er CONGRESO INTERNACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, celebrado en la Ciudad de México en Noviembre de 2016. Este Congreso Internacional fue organizado por la Red Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (RENANP) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y contó con el apoyo de la Dirección de Infraestructura Científica y Redes Temáticas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

A este Congreso Internacional asistieron 389 investigadores, estudiantes, autoridades, profesionistas y profesores, nacionales e internacionales, provenientes de toda la República Mexicana y de 12 países del extranjero, principalmente de Latinoamérica. Todos los participantes son especialistas dedicados al estudio y manejo de las Áreas Naturales Protegidas, quienes durante 2 intensos días intercambiaron experiencias sobre el saber

This ending year 2016, was very active in relation to the academic aspects developed for the Protected Natural Areas (PNAs) in Mexico, as well as providing good news for them. One of the most important academic activities of this 2016 undoubtedly was the organization of the 1st INTERNATIONAL CONGRESS OF NATURAL PROTECTED AREAS, held in Mexico City in November 2016. This International Congress was organized by the National Network of Protected Natural Areas of Mexico (RENANP) and the Center for Biological Research of the Northwest (CIBNOR) and was supported by the Scientific Infrastructure and Thematic Networks Department of the National Council of Science and Technology (CONACYT) and the National Commission of Natural Protected Areas (CONANP).

This International Congress was attended by 389 researchers, students, authorities, professionals and professors, national and international, from all over the Mexican Republic and from 12 countries abroad, mainly from Latin America. All participants are specialists dedicated to the study and management of Protected Natural Areas, who during 2 intense days exchanged

de las ANPs. Este Congreso, el primero de su tipo en México, incentivó la participación de la comunidad científica, social y legislativa mediante la presentación de casos de estudio y fomentó el intercambio de ideas, lo que permitió a los asistentes al mismo compartir los avances en investigación, acciones de manejo y tendencias actuales sobre la administración y manejo de los recursos naturales en las ANPs.

En la siguiente liga podrán encontrar los Resúmenes de los casos de estudio presentados en este Congreso Internacional:

http://www.cibnor.mx/images/stories/eventos/renanp/RESUMENES_CONGRESO_ANPs.pdf

Asimismo en el 2016 la UNESCO inscribió al Archipiélago de Revillagigedo en la lista de Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad. Para que un Área ingrese a este muy selecto listado debe incluir características realmente excepcionales de procesos biológicos y ecológicos, así como de biodiversidad, belleza y riqueza natural y paisajística, con adecuadas condiciones de integridad, protección y manejo.

Un paso previo requerido para alcanzar este reconocimiento mundial fue el haber sido decretado como Reserva de la Biosfera, en el ya lejano año de 1994. La Institución de Investigación, hace ya 28 años de ello, que realizó los trabajos integrales y los esfuerzos coordinados requeridos para que el Archipiélago fuese decretado como Reserva de la Biosfera, fue el CIBNOR. En esta liga podrán encontrar un breve Documental de 1990 que relata los esfuerzos desarrollados por el personal de esta institución en aquel lejano entonces, para el efecto de obtener su Decreto como Reserva de la Biosfera:

<https://www.youtube.com/watch?v=inAlJ4tJ0Gc&feature=youtu.be>

experiences on the knowledge of the PNAs. This Congress, the first of its kind in Mexico, encouraged the participation of the scientific, social and legislative community through the presentation of case studies and encouraged the exchange of ideas, which allowed attendees to share the advances in research and current trends on the management and management of natural resources in the PNAs.

In the following link you will find the Summaries of the case studies presented at this International Congress:

http://www.cibnor.mx/images/stories/eventos/renanp/RESUMENES_CONGRESO_ANPs.pdf

Also in 2016 UNESCO inscribed the Archipelago of Revillagigedo in the list of World Natural Heritage of Humanity. In order for an Area to enter in this very select list, it must include truly exceptional characteristics of biological and ecological processes, as well as biodiversity, beauty and natural and landscape richness, with adequate conditions of integrity, protection and management. A previous step required to achieve this worldwide recognition was to have been decreed as a Biosphere Reserve, in the far-off year of 1994. The Research Institution, 28 years ago, that done the integral work and coordinated the efforts required for the Archipelago to be decreed as a Biosphere Reserve, was the CIBNOR. In this league you can find a short documentary of 1990 that relates the efforts made by the staff of this institution in that distant then, for the purpose of obtaining its Decree as a Biosphere Reserve:

<https://www.youtube.com/watch?v=inAlJ4tJ0Gc&feature=youtu.be>

Indudablemente el reciente reconocimiento mundial como Patrimonio Natural es derivado del trabajo de años de decenas de funcionarios e investigadores de múltiples Instituciones quienes le dedicaron significativo tiempo y esfuerzo para lograr su inscripción en este estratégico listado. Entre la gran cantidad de ellos indudablemente destacan la CONANP, El Grupo de Ecología y Conservación de Islas (GECI), la SEMARNAT y muchas otras más, así como un numeroso grupo de personalidades mexicanas, autoridades en Conservación, quienes hicieron lo requerido para su reconocimiento por la UNESCO.

Asimismo en este mes de diciembre de 2016, el Gobierno Federal decretó cuatro nuevas áreas naturales protegidas. Tres de ellas se refieren al patrimonio marítimo que se declaran reservas de la biosfera: las islas del Pacífico y sus aguas adyacentes en la costa occidental de los estados de Baja California y Baja California Sur con una extensión de 1.2 millones de hectáreas; el Pacífico mexicano profundo para que una franja marítima por abajo de los 800 metros de profundidad, desde Chiapas a Nayarit, y el área alrededor del archipiélago Revillagigedo en casi 58 millones de hectáreas. La cuarta zona natural protegida corresponde a la Sierra de Tamaulipas.

La nueva Reserva de la Biosfera islas del Pacífico y sus aguas adyacentes en la costa occidental de los estados de Baja California y Baja California Sur, incluye al archipiélago de Bahía Magdalena ubicado en Baja California Sur, y se conforma por las islas Magdalena, Santo Domingo, Santa María, Creciente y por varios islotes. Por su importancia estratégica para la conservación de la biodiversidad desde hace mas de 10 años desde el sector académico se había enfatizado la importancia de proteger este Archipiélago, sin embargo las islas que lo constituyen habían estado en la mira de intereses completamente ajenos al

Undoubtedly the recent worldwide recognition as Natural Heritage is derived from the years of work of dozens of officials and researchers from multiple Institutions who dedicated significant time and effort to achieve their enrollment in this strategic listing. Among the great number of them undoubtedly stand out the National Commission of Protected Natural Areas CONANP, the Group of Ecology and Conservation of the Islands (GECI), the SEMARNAT and many others, as well as a large group of Mexican personalities, conservation authorities, who made the required for their recognition By UNESCO.

Likewise in this month of December 2016, the federal government decreed four new protected natural areas. Three of them refer to the maritime heritage that are declared biosphere reserves: the Pacific islands and their adjacent waters on the western coast of the states of Baja California and Baja California Sur, with an extension of 1.2 million hectares; The Mexican Pacific deep into a sea strip below 800 meters deep, from Chiapas to Nayarit, and the area around the archipelago Revillagigedo on nearly 58 million hectares. The fourth protected natural area corresponds to the Sierra de Tamaulipas.

The new Pacific Islands Biosphere Reserve and its adjacent waters on the western coast of the states of Baja California and Baja California Sur include the Magdalena bay archipelago located in Baja California Sur, includes the islands Magdalena, Santo Domingo, Santa María, Creciente and several small islands and islets. Because of its strategic importance for the conservation of biodiversity for more than 10 years from the academic sector the importance of protecting this archipelago had been emphasized, however these islands

desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad. Enhorabuena por estos nuevos decretos de ANPs.

Finalmente, cabe hacer mención que durante 2016 se impartió el 1ER CURSO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, para estudiantes interesados en las ANPs, el cual tuvo verificativo en la Ciudad de México durante el mes de Septiembre. A este curso, financiado enteramente por la Red Temática Nacional de Investigación en Áreas Naturales Protegidas (RENANP-CONACYT), asistieron estudiantes de prácticamente todos los Estados de la República, siendo Co-impartido tanto por Investigadores miembros de la RENANP, como por Personal Directivo de alto nivel de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Este curso nacional fue inaugurado por el Lic. Alejandro del Mazo Maza, Comisionado Nacional de la CONANP y por la Dra. Verónica Bunge Vivier Directora de Redes Temáticas e Infraestructura Científica de CONACYT.

Indudablemente el éxito académico de este curso nacional, así como del congreso internacional, contribuirán a fomentar, en las nuevas generaciones, el interés por las Áreas Naturales Protegidas de México, lo cual es precisamente el objetivo de Áreas Naturales Protegidas Scripta. Reciban Ustedes una muy cordial invitación a que envíen sus contribuciones para el quinto número.

Dr. Alfredo Ortega-Rubio
Invierno de 2016

was in the focus of interests completely alien to the sustainable development and the conservation of biodiversity. Congratulations for these new PNAs decrees.

Finally, it should be mentioned that during 2016 was developed the 1st NATIONAL COURSE OF NATURAL PROTECTED AREAS, for students interested in the PNAs, in Mexico City during the month of September. This course, which was funded entirely by the National Thematic Network for Research in Protected Natural Areas (RENANP-CONACYT), was attended by students from practically all the States of the Republic, being co-taught by Researchers members of RENANP and by Directive Personnel of the National Commission of Protected Natural Areas (CONANP). This national course was inaugurated by Lic. Alejandro del Mazo Maza, National Commissioner of CONANP and by Dr. Verónica Bunge Vivier Director of Thematic Networks and Scientific Infrastructure of CONACYT. Undoubtedly the academic success of this national course, as well as the international congress, will contribute to foster, in the new generations, the interest in the Protected Natural Areas of Mexico, which is precisely the objective of *Áreas Naturales Protegidas Scripta*. Please receive a kind invitation to send your contributions for the fifth issue.

Alfredo Ortega-Rubio
Winter, 2016

**Incidental fishery of marine turtle off the
central-northern coasts of Sinaloa, Mexico**

La pesca incidental de tortuga marina en el centro-norte de Sinaloa, México

Alan Alfredo Zavala Norzagaray¹,

Jorge Luis Parra Gaxiola¹, Gerardo Rodríguez Quiroz^{1*}

Abstract

Most of the sea turtles live in seas and oceans all over the world where they reproduce, eat and migrate but there has been a steady decrease in sea turtle populations in the last 20 years. Sea turtle mortality is caused by indirect fishery practices related to incidental by-catch by means of long-line nets, trawlers and gillnets. To identify stranding turtles dead in the central-northern region of Sinaloa, Mexico, 31 surveys were performed for a period of one year along the San Ignacio Macapule Navachiste Lagoon System (SLSMN) and the Altata Pabellones Lagoon System shore (SLAP) where 285 stranding turtles of the *Lepidochelys olivacea* and *Chelonia mydas* species were found most of them from June to September; 62% of them died by constriction in gillnets; 31% by fractures; and 7% by harpoon. Eighty-five percent of the fishermen in SLSMN and 24% in SLAP confirmed they have captured sea turtles during their fishing journals. Therefore, it is important to establish new criteria and fishing alternative programs to reduce fishing effort and its impact to the environment.

Keywords: artisanal fishery, fishing gears, Protected Natural Areas, stranding, incidental fishery.

Resumen

Las tortugas marinas habitan en los mares y costas de casi todo el mundo donde ellas comen, se reproducen y tienen sus grandes migraciones pero su población ha tenido un decremento constante durante los últimos 20 años. La causa de mortalidad de las tortugas marinas se debe

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes 250, Col. San Joachin, Guasave, Sinaloa. 81101. Tel: (687) 8729626.

*Autor corresponsal: grquiroz@ipn.mx

en muchos casos por la pesca incidental ya sea por quedar atrapadas en las redes de palangre, en redes de arrastre y suspendidas. Para identificar las causas de la muerte de las especies de tortuga en la región centro norte de Sinaloa, México, se realizaron 31 recorridos en el periodo de un año a lo largo de la zona de costa enfrente del Sistema Lagunar San Ignacio Macapule Navachiste (SLSMN) y del Sistema Lagunar Altata Pabellones (SLAP). Se encontraron 285 tortugas varadas, en su mayoría entre los meses de junio a septiembre, de las especies *Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas*, donde el 62% murieron por estrangulamiento en redes de enmalle, 31% por fracturas y 7% por arpón. El 85% de los pescadores en el SLSMN y 24% en el SLAP afirman haber capturado una tortuga durante sus jornadas de pesca. Por lo cual es importante establecer programas alternativos a la pesca para disminuir el esfuerzo pesquero y su impacto al ecosistema.

Palabras clave: Pesca artesanal, lagunas costeras, Área Natural Protegida, varamiento de tortugas, pesca incidental.

Introducción

Las tortugas marinas habitan en los mares y costas de casi todo el mundo donde ellas comen, se reproducen y tienen sus grandes migraciones (Aduriz, 2006) pero su población ha tenido un decremento constante durante los últimos 20 años (Broderick *et al.*, 2006). Las siete especies de tortugas en el mundo se encuentran amenazadas o en peligro de extinción (Hilton-Taylor, 2000; Barton y Roth, 2008). Una de las principales causas de muerte en las tortugas, es la pesca incidental ya sea por quedar atrapadas en las redes de palangre (Carranza *et al.*, 2006; Bugoni *et al.*, 2008), en redes de arrastre (Casale *et al.*, 2004; Whiting *et al.*, 2007), chinchorros (Carretta *et al.*, 2004) y por la captura directa para el consumo de carne o huevo (Aguirre *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2007). Las causas del decrecimiento de las poblaciones de tortuga son variadas, pero la actividad pesquera es por mucho la principal causa (Aguilar-Gonzalez *et al.*, 2014).

El Golfo de California es una de las regiones donde la tortuga vive debido a que es abundante en alimento (Nichols, 2003). En Sinaloa se encuentran cinco de las siete especies conocidas: *Eretmochelys imbricata* (Rüppell, 1835), *Lepidochelys olivacea* (Garman, 1880), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) y *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (Briseño,

2006), y se encuentran catalogadas como en riesgo de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en México y por la lista roja de la IUNC (Whiting *et al.*, 2007; Senko *et al.*, 2009). En la región norte de la entidad se encuentra el Sistema Lagunar San Ignacio-Macapule-Navachiste (SLSMN) que es considerado un área de alimentación y en el centro del estado al Sistema Lagunar Altata-Pabellón (SLAP) que es un área de anidación (Parra-Gaxiola, 2012). Estos sistemas lagunares se encuentran formando parte del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”, y las dos son zonas RAMSAR (SLSMN: 1826, SLAP: 1760; CONANP, 2016). Las poblaciones de tortugas presentan afectaciones por la actividad pesquera y es necesario promover nuevas estrategias de conservación para su protección, por lo cual es necesario conocer el censo de tortugas varadas durante una temporada de pesca, a través de recorridos por la zona de costa de estos sistemas lagunares.

Metodología

Área de Estudio

El sistema lagunar San Ignacio-Macapule-Navachiste (SLSMN) se localiza en el Municipio de Guasave, Sinaloa y está conformado de numerosos esteros, islas e islotes y pequeñas bahías como las de San Ignacio y Macapule. (Figura 1).

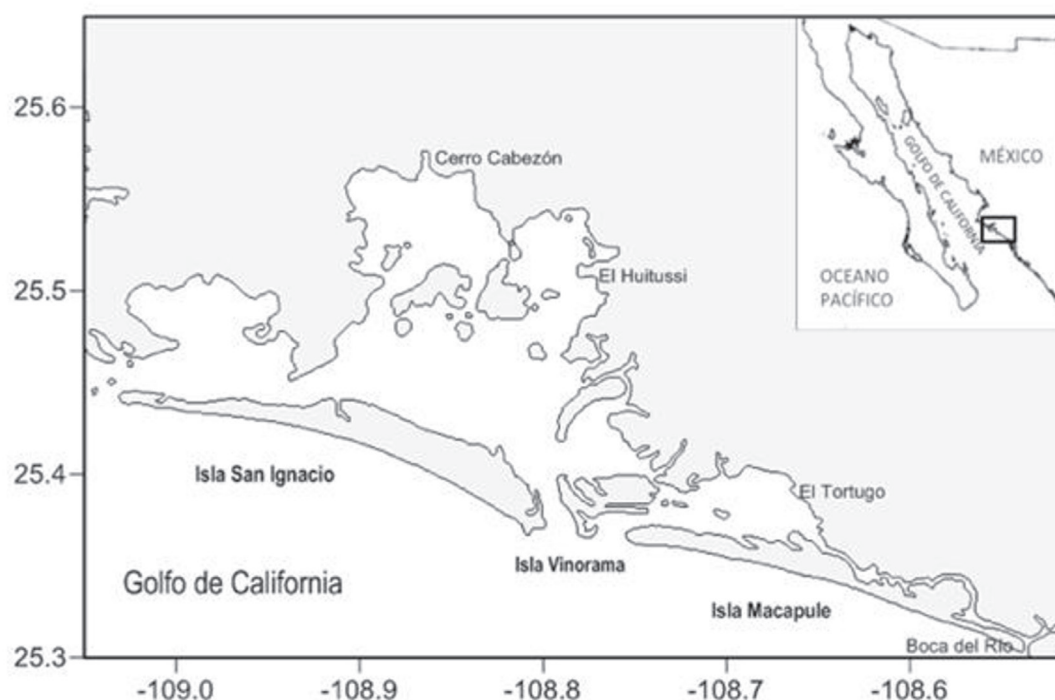


Figura 1. Localización del Sistema Lagunar San Ignacio-Macapule-Navachiste.

El sistema lagunar Altata-Pabellón (SLAP) se ubica en el Municipio de Culiacán, Sinaloa y está formado por un conjunto de pequeñas bahías como las de Altata y Ensenada del Pabellón, que son limitadas por las barreras litorales Isla de Redo y Península de Lucernilla teniendo esta última 20 km de longitud y de 250 a 2,500 m de anchura (Figura 2; Ayala y Gutiérrez, 1994).

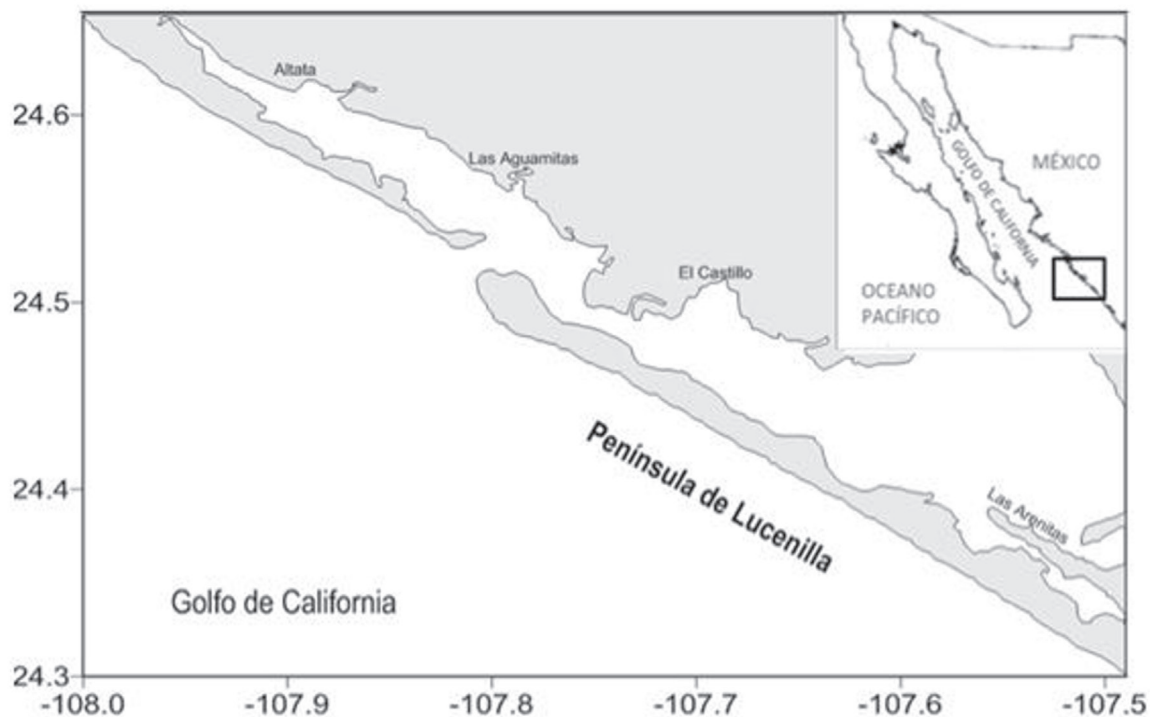


Figura 2. Localización del Sistema Lagunar Altata-Pabellón.

Avistamiento de las tortugas

Se realizaron 31 recorridos en el periodo de un año a lo largo de la zona de costa. Para contar las tortugas varadas se hicieron 17 expediciones en el SLSMN y 14 en el SLAP. Para identificar a las tortugas se utilizó la guía de identificación de Pritchard y Mortimer (2000) que considera los aspectos morfológicos para identificarlas, como lo son la forma de la cabeza, el plastrón y el número de escudos en el caparazón. Además, se recopilaron datos morfométricos basados en el método utilizado por Bolten (2000) para medir el tamaño del caparazón de las tortugas marinas y describir su rango de edades.

Encuestas a pescadores

Se realizó una encuesta semi-estructurada (Tambiah, 2000) para saber la percepción de los

pescadores sobre la mortandad de las tortugas en la región donde realizan su pesca, con los siguientes preceptos: edad del pescador, especies detectadas por los pescadores, artes de pesca con las que se pescan incidentalmente a las tortugas.

Siguiendo el método de Hernández y colaboradores (1998), se obtuvo el número de pescadores a entrevistar:

$$n' = \frac{s^2}{v^2} \quad (1)$$

donde: n' = el tamaño de la población de pescadores; S^2 = la varianza expresada como la probabilidad de ocurrencia; V^2 = la varianza de la población expresada como el cuadrado del error estándar. Después se obtuvo el número de pescadores por región:

$$kSh = n/N \quad (2)$$

donde: nh = el número de pescadores que deben ser entrevistados en cada región; Nh = el número de pescadores de cada región; kSh = la desviación estándar de cada elemento en una región dada.

$$nh = Nh * kSh \quad (3)$$

donde: n = el número de pescadores a entrevistar dado por la ecuación (1); N = el número total de pescadores en la región.

Resultados

Análisis de las tortugas varadas en los sistemas lagunares del centro-norte de Sinaloa.

De 17 recorridos en el SLSMN se avistaron 222 organismos y 63 en los 14 recorridos realizados en el SLAP. La mayoría de los avistamientos ocurrieron entre los meses de junio a septiembre coincidiendo con la veda del camarón en esta región del país (Figura 3). Se encontraron dos especies *L. olivacea* con el 95% de los avistamientos y *C. agassizii* con el 5% en el SLSMN, y 92% y 8% respectivamente en el SLAP (Figura 4). En la figura 5 se observa que las tres posibles causas de muerte de las tortugas varadas son por estrangulamiento en redes de enmalle (62%), fracturas (31%) y por arpón (7%).

Durante los recorridos, también se analizó el tamaño de los caparazones para poder determinar el rango de edades de las tortugas. En el SLSMN se midieron 202 caparazones de 222, donde el 92% estuvieron entre los 51 y 70 cm (Figura 6). En el SLAP la frecuencia de tallas fue entre 47 y 69 cm.

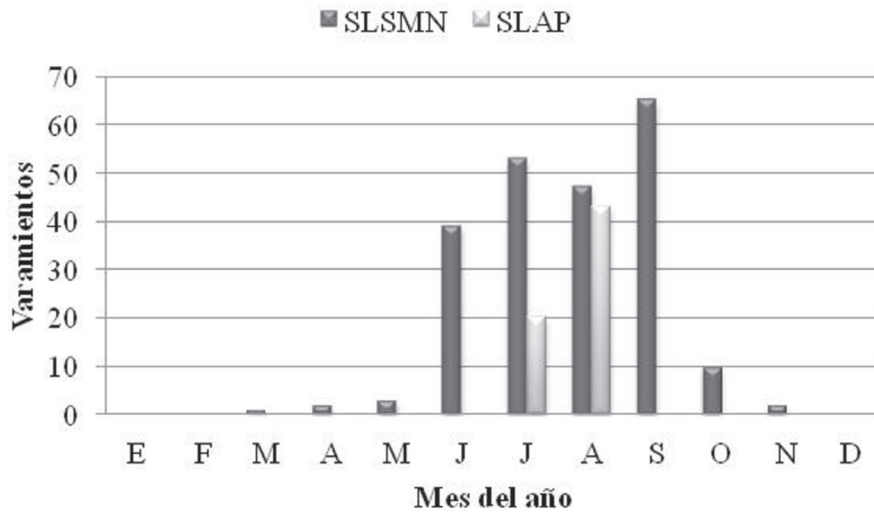


Figura 3. Tortugas marinas varadas durante un año de muestreo.

Pescadores

La mayoría de los pescadores en ambas áreas de estudio tienen una edad que oscila entre 31 y 50 años, con por lo menos 15 años dentro de la actividad, y una tercera parte de ellos se encuentran cerca de la edad de retiro (Figura 7). Los pescadores que pescan en el SLSMN confirman la existencia de cinco especies de tortugas: *E. imbricata*, *L. olivacea*, *C. agassizii*, *C. caretta* y *D. coriacea* y los del SLAP mencionan sólo tres especies: *E. imbricata*, *L. olivacea* y *C. agassizii* (Figura 8).

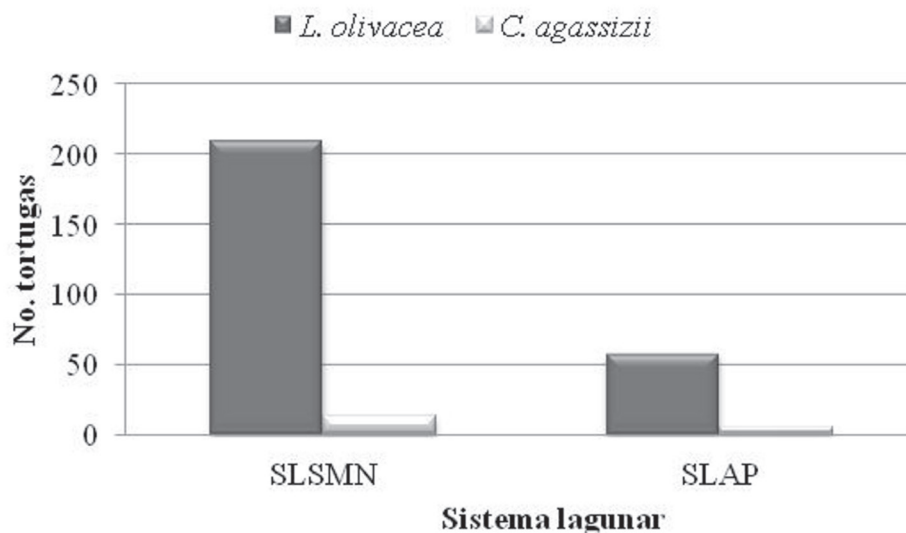


Figura 4. Especies y número de tortugas marinas varadas en cada uno de los sistemas lagunares muestreados.

Por otro lado, el 85% de los pescadores en el SLSMN y 24% en el SLAP afirman haber capturado una tortuga durante sus jornadas de pesca (Figura 9), pero el 76% de ellos dicen haberla capturado

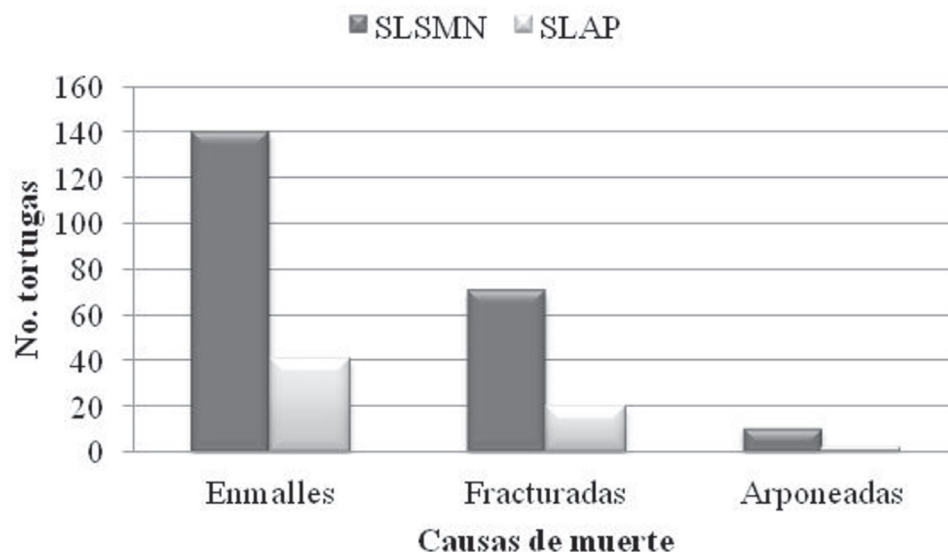


Figura 5. Posible causa de muerte de las tortugas marinas encontradas en cada sistema lagunar muestreado.

de manera accidental y un 10% haberlo hecho de manera intencionada. Los pescadores afirman que la mayor parte de las tortugas son capturadas con redes de enmalle o “chinchorros” (65%), seguido de redes de arrastre (25%) y con la red de arrastre modificada llamada “suriperas” 8% (Figura 10), pero en ningún caso mencionan el uso del arpón como una herramienta de captura de la tortuga, a pesar de que existe evidencia de su uso en las tortugas varadas encontradas como se señala en la figura 5.

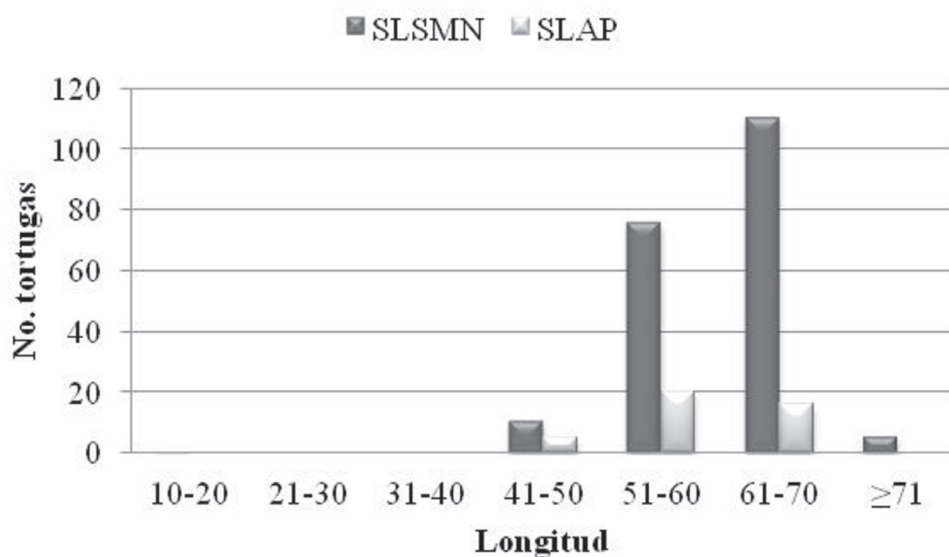


Figura 6. Tamaño del caparazón de las tortugas marinas varadas en los sistemas lagunares muestreados en centímetros.

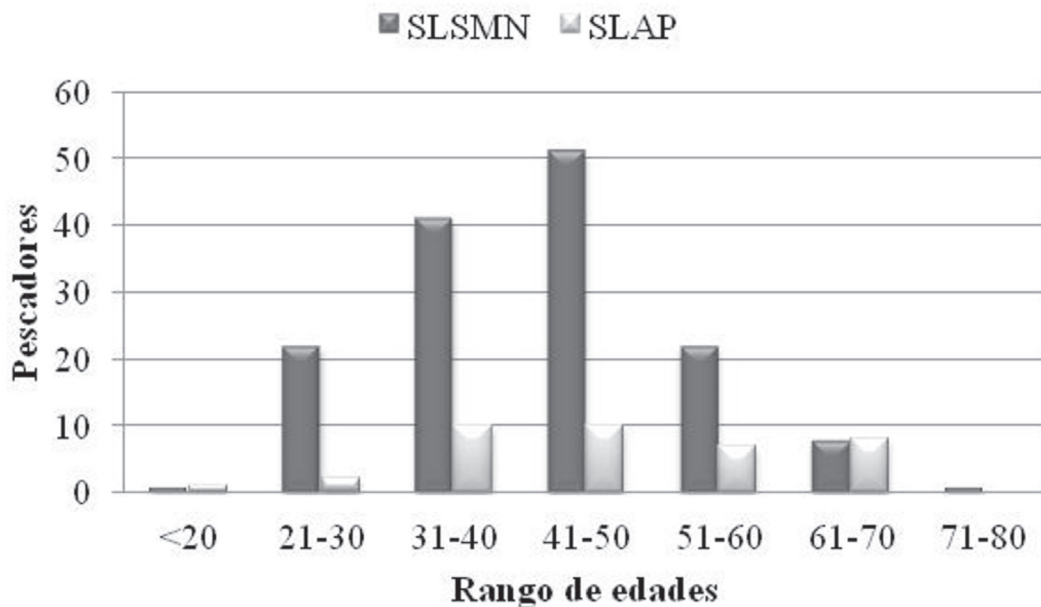


Figura 7. Edades de los pescadores en cada uno de los sistemas lagunares.

Discusión

La mayoría de las tortugas varadas presentaron un alto nivel de descomposición, lo cual impidió observar con precisión las causas de la muerte. La mayoría de las tortugas varadas se observan durante los meses de veda del camarón (Junio a Septiembre) que representó el 94% de los organismos varados, esto es debido a que en esos meses el esfuerzo pesquero se ejerce sobre las



Figura 8. Especies de tortugas marinas que se encuentran en los sistemas lagunares muestreados.

especies de escama, tales como rayas y tiburones con los que se usan redes de enmalle o anzuelo (Aguilar *et al.*, 2014; Senko *et al.*, 2014). Las tortugas encontradas en su mayoría eran organismos inmaduros (Senko *et al.*, 2014).

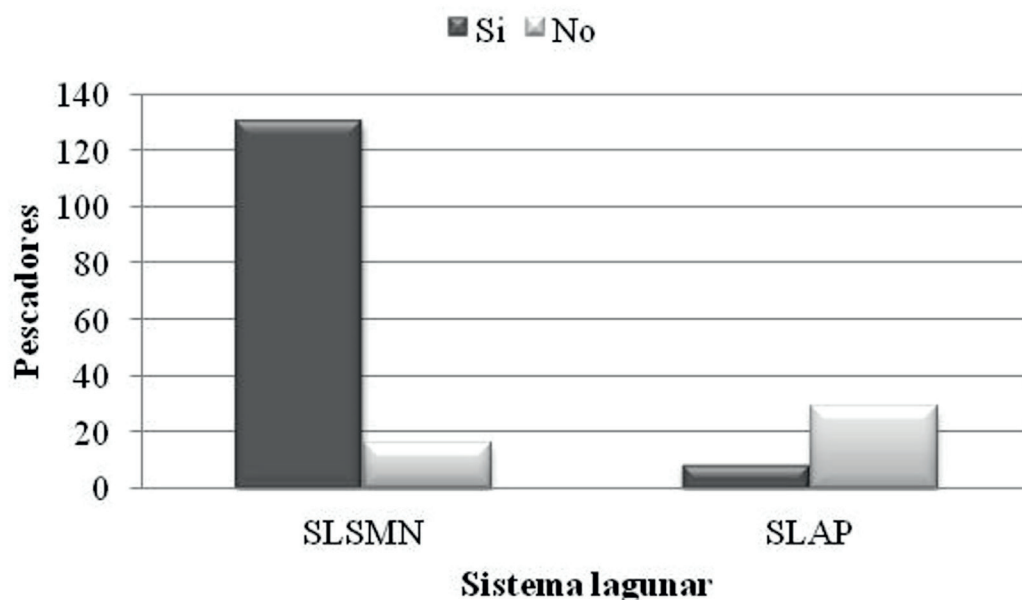


Figura 9. Número de pescadores que afirman haber capturado de manera accidental una tortuga.

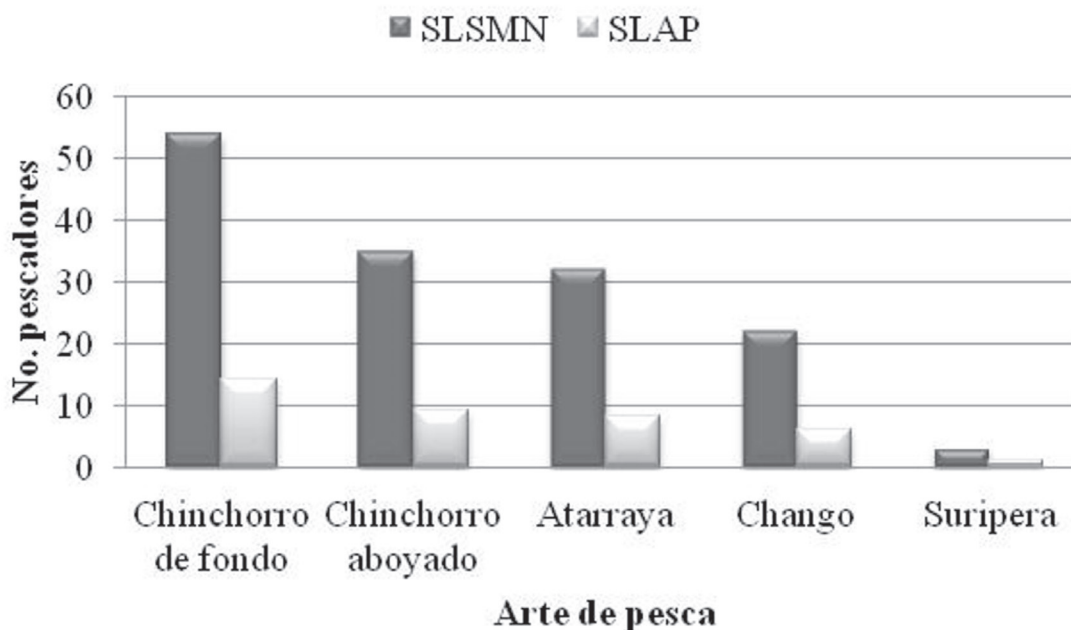


Figura 10. Artes de pesca con las que incidentalmente se capturan las tortugas marinas.

Aunque la mayoría de los pescadores afirman que capturan a la tortuga de manera accidental, una muestra significativa (10%) de las tortugas encontradas varadas presentan señales de haber

sido arponeadas, lo cual indica que existe una pesca dirigida a estos organismos (Mancini *et al.*, 2011; Aguilar *et al.*, 2014; Senko *et al.*, 2014)

De acuerdo a los resultados de las encuestas, la captura incidental de las tortugas es un problema serio en las dos áreas de estudio. El 79% de los pescadores reconocen la necesidad ya sea para consumir o vender tortugas atrapadas en las mallas de pesca. Además, el 52% de los pescadores reconocen el beneficio de esta captura de la pesquería incidental a su economía (Aguilar *et al.*, 2014).

Según los datos, los pescadores no aprecian el impacto que están haciendo a la población de tortugas, cuando el 67% de los pescadores acepta la existencia de un mercado negro de carne de tortuga con precios fijos en sus comunidades (Mancini *et al.*, 2011). Mientras que el 100% de los pescadores son conscientes de que la captura y el consumo de tortugas marinas son ilegales.

En cuanto a las leyes de conservación y protección de las tortugas marinas, el 100% de los pescadores adultos (20 a 55 años) reconocen y entienden la ley, pero aún así lo siguen haciendo porque la aplicación de la ley es débil debido a la corrupción (Mancini *et al.*, 2011).

Se observó que en las dos áreas de estudio, la carne de tortuga se obtiene en un 10% por la pesca directa y en un 90% por la captura incidental (González-Carman *et al.*, 2012), es decir, la pesca de la tortuga marina es una actividad esporádica, que no proporciona beneficios y genera altos riesgos.

Muchos estudios se han centrado en las tortugas como una especie carismática con el fin de protegerla. El Golfo de California tiene una bien establecida tradición pesquera (Aragón *et al.*, 2010) y la aplicación de medidas extremas a la pesca en la región para recuperar las poblaciones de tortuga podría producir graves perturbaciones sociales (Rodríguez *et al.*, 2010).

A través de estos recorridos se puede apreciar la deficiencia de los programas ambientales en la protección de la tortuga marina y a la falta de alternativas económicas en la región para los pescadores (Aragón *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2010, 2015).

Desafortunadamente no existen acuerdos a nivel mundial acerca de las tasas de captura de tortuga que podrían considerarse como accidental, aun tomando en cuenta las buenas prácticas de pesca para su protección (Peckman *et al.*, 2007, 2008).

Conclusión

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es importante realizar en conjunto con los pescadores,

estudios y programas económicos alternativos para disminuir el esfuerzo pesquero en la región, como buscar artes de pesca ambientalmente amigables para que los pescadores realicen sus actividades sin afectar a las poblaciones de tortugas marinas que se alimentan en esas dos regiones conocidas dentro del Golfo de California, y de esa forma ayudar a definir un esquema de compensación para desalentar la pesca artesanal en las zonas marinas protegidas.

Agradecimientos

AZN agradece al Instituto Politécnico Nacional por su apoyo económico a través de los Proyectos SIP 20100363, 20113147 y 20121813. GRQ agradece a RENANP-CONACYT por su apoyo económico a través del proyecto 269540 de Redes Temáticas de CONACYT. Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Literatura citada

- Aduriz, G. y A. Campos. 2006. *Manual del Tortuguero*. España. 8pp. Consultado: 17 de enero de 2016. En: <http://www.amoayo.org/>
- Aguilar-González, M.E., A. Luna-González, A. Aguirre, A.A. Zavala-Norzagaray, M. Mundo-Ocampo y H.A. González-Ocampo. 2014. *Perceptions of fishers to sea turtle bycatch, illegal capture and consumption in the San Ignacio-Navachiste-Macapule lagoon complex, Gulf of California, Mexico*. Integrative Zoology 9: 70-84.
- Aguirre, A., S. Gardner, J. Marsh, S. Delgado, C. Limpus y W. Nichols. 2006. *Hazards Associated with the consumption of Sea Turtle Meat and Eggs: A Review for Health Care Workers and the General Public*. EcoHealth 3: 141-153.
- Aragón-Noriega, E.A., G. Rodríguez-Quiroz, M.A. Cisneros-Mata y A. Ortega-Rubio. 2010. *Managing a protected marine area for the conservation of critically endangered Vaquita Phocoena sinus (Norris, 1958) in the Upper Gulf of California*. International Journal of Sustainable Development World 17(5): 410-416.
- Ayala-Castañares, A. y M. Gutiérrez-Estrada. 1994. *Geología marina del sistema lagunar Altata-Pabellones, Sinaloa, México*. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología 21 (1-2): 129-147.

- Barton, B.T. y J.D. Roth. 2008. *Implications of intrigued predation for sea turtle nest protection*. Biological Conservation 141: 2139-2145.
- Bolten, A. 2000. *Técnicas para la Medición de Tortugas Marinas*. pp. 126- 131. En: Eckert K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas* (traducción en español). Grupo especialistas en tortugas marinas UICN/SCE. Publicación No 4. Pennsylvania, Estados Unidos, 260 pp.
- Briseño, D. 2006. *Tortugas Marinas: de Recurso Natural a especies en riesgo*. Atlas del Manejo y Conservación de la Biodiversidad y Ecosistemas de Sinaloa, El Colegio de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa. 121 pp.
- Broderick, A.C., R. Frauenstein, F. Glen, G.C. Hays, A.L. Jackson, T. Pelembe, G.D. Ruxton y B.J. Godley. 2006. *Are green turtles globally endangered?*. Global Ecology Biogeography 15:21-26.
- Bugoni, L., T.S. Neves, N.O. Leite, D. Carvalho, G. Sales, R.W. Furness, C.E. Stein, F.V. Peppes, B.B. Giffoni y D.S. Monteiro. 2008. *Potential by-catch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet Brazil*. Fisheries Research 90:217-224.
- Carranza, A., A. Domingo y A. Estrades. 2006. *Pelagic long lines: A threat to sea turtles in the Equatorial Eastern Atlantic*. Biological Conservation 131:52-57.
- Carreta, J.V., T. Price, D. Petersen y R. Read. 2004. *Estimates of Marine Mammal Sea Turtle and Sea bird Mortality in the California Drift Gillnet Fishery for Sword fish and Thresher Shark 1996-2002*. Marine Fisheries Review 66:21-30.
- Casale, P., L. Laurent y G. De Metrio. 2004. *Incidental capture of marine turtles by the Italian trawl fishery in the north Adriatic Sea*. Biological Conservation 119:287-295.
- González-Carman, V., N. Machain, D. Albareda, H. Mianzan y C. Campagna. 2012. *Legal and institutional tools to mitigate marine turtle bycatch: Argentina as a case study*. Marine Policy 36: 1265-1274.
- Hernández, R., C. Fernández y L. Pilar. 1998. *Metodología de la investigación*. 2da Edición. McGraw-Hill, México. 207-220 pp.
- Hilton-Taylor, C. 2000. *IUCN Red List of threatened species*. Switzerland: IUCN Gland.
- Mancini A., J. Senko, R. Borquez-Reyes, J. Guzman Póo, J. A. Seminoff y V. Koch. 2011. *To Poach or Not to Poach an Endangered Species: Elucidating the Economic and Social Drivers Behind Illegal Sea Turtle Hunting in Baja California Sur, Mexico*. Human Ecology 39:743-756

- Mancini A. y V. Koch. 2009. Sea Turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico. La Paz, BCS. Mexico. *Endangered Species Research* 7: 1-10.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Norma Oficial Mexicana. 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*. México, DF.
- Parra-Gaxiola, J.L. 2012. *Análisis esqueletocronológico de tortugas marinas varadas en el centro-norte del estado de Sinaloa y su relación con la actividad pesquera*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Sinaloa, México. 115pp.
- globally endangered, n F, Hays GC, Jackson AL, Pelembe T, Ruxton GD and Godley BJ. 2006. Are green
- Nichols, W. 2003. *Biology and Conservation of Sea turtles in Baja California, Mexico*. University of Arizona. Consultado: 28 de febrero de 2016. En: <http://hdl.handle.net/10150/280439>
- Peckham, S., D. Maldonado, A. Walli, G. Ruiz, L. Crowder y W. Nichols. 2007. *Small- Scale Fisheries By-catch Jeopardizes Endangered Pacific Loggerhead Turtles*. PLoS ONE 2 (10).e1041.
- Peckham, S., D. Maldonado, V. Koch, A. Mancini, A. Gaos, T.M. Tinker y W.J. Nicholas. 2008. *High mortality of loggerhead turtles due to by-catch human consumption and stranding at Baja California Sur Mexico 2003 to 2007*. *Endangered Species Research* 5:171-183.
- Pritchard, P. y J. Mortimer. 2000. *Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las especies*. pp. 23- 40. En: Eckert K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas (traducción en español)*. Grupo especialistas en tortugas marinas UICN/SCE. Publicación No 4. Pennsylvania, Estados Unidos. 260 pp.
- Rodriguez-Quiroz, G., H.A. González-Ocampo, E. Barba-Macías, L. Jiménez-Badillo, M.J. Pinkus-Rendón, M.A. Pinkus-Rendón y A. Ortega-Rubio. 2015. *Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las Áreas Naturales Protegidas*. pp. 195-210. En: Ortega-Rubio, A., M.J. Pinkus-Rendón e I.C. Espitia Moreno (Eds.). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación científica en México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572p.
- Rodríguez-Quiroz, G., E.A. Aragón-Noriega, W. Valenzuela-Quinónez y H.M. Esparza-Leal. 2010. *Artisanal fisheries in the conservation zones of the Upper Gulf of California*. *Revista de Biología*

Marina y Oceanografía 45: 89-98.

Senko, J., W.J. Nichols, J.P. Ross y A.S. Willcox. 2009. *To Eat or not to Eat an Endangered Species: Views of Local Residents and Physicians on the Safety of Sea Turtle Consumption in Northwestern Mexico*. EcoHealth 6; 584-595.

Tambiah, C. 2000. *Entrevistas y encuestas en mercados*. pp. 178-184. En: Eckert K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas (traducción en español)*. Grupo especialistas en tortugas marinas UICN/SCE. Publicación No 4. Pennsylvania, Estados Unidos. 260 pp..

Whiting, S.D., J.L. Long y M. Coyne. 2007. *Migration routes and foraging behaviour of olive ridley turtles Lepidochelys olivacea in northern Australia*. Endangered Species Research 3: 1-9.

Cita

Zavala Norzagaray, A. F., J. L. Parra Gaxiola y G. Rodríguez Quiroz. 2016. *La pesca incidental de tortuga marina en el centro-norte de Sinaloa, México*. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2016. Vol. 2 (2): 9-22. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0001>

Sometido: 25 de abril de 2016

Revisado: 18 de mayo de 2016

Aceptado: 27 de junio de 2016

Editora asociada: Dra. Aurora Breceda Solís Cámara

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Caribe (*Cnidoscolus maculatus*), desert chocolate: rescuing the tradition for sustainable development in the Sierra la Laguna Biosphere Reserve, Baja California Sur

Caribe (*Cnidoscolus maculatus*), el chocolate del desierto: rescatando la tradición para el desarrollo sustentable en la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur

Juan Fernando Pío-León^{1*} y Alfredo Ortega-Rubio¹

Abstract

Mexico is a rich country in cultural and biological biodiversity where several of the most important crops were originated or domesticated; however, such biodiversity is not fully documented. In this work, we describe the use of the seeds of caribe (*Cnidoscolus maculatus*) to make a chocolate-like beverage by the ranchers of the Sierra la Laguna Biosphere Reserve. The beverage is made by a simple process of roasting and grinding the seeds. Although a high ratio of locals eats the seed, few people still do not know about the process of producing the chocolate. Nevertheless, this food has been an important staple food for locals for about 20 years. We conclude that wild edible caribe are plants with a high priority to establish as a new crop in Baja California Sur; it is also another gift from the Mexican cuisine to the world, as well as one of the cultural and biological treasures under the aegis of the Biosphere Reserve Sierra la Laguna.

Keywords: *Cnidoscolus*, *Cnidoscolus maculatus*, Sierra la Laguna, chocolate, Mexican cuisine.

Resumen

México es un país con una gran riqueza biológica y cultural de la que han surgido algunos de los alimentos más importantes a nivel mundial; no obstante, esta gran diversidad aun no está totalmente documentada. En el presente trabajo se describe el uso de las semillas de caribe

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Calle IPN 195, La Paz, B.C.S. 23096, Mexico. + 52 (612) 123-8484; Fax: + 52 (612) 125-3625.

* Autor de correspondencia: d1j17kk@hotmail.com

(*Cnidoscolus maculatus*) para la elaboración de una bebida tipo chocolate en rancherías del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna. La bebida se prepara mediante un procedimiento sencillo de tostado y molido de las semillas. Aunque un alto porcentaje de la población consume las semillas, actualmente son pocas las personas que conservan la tradición y conocen del procedimiento de elaboración del chocolate. No obstante, este alimento constituía una parte importante de la dieta de la población local hace alrededor de 20 años atrás. Se concluye que el caribe es uno de los recursos silvestres con mayor prioridad para establecerse como nuevo cultivo para Baja California Sur y otro de los regalos que tiene la cocina mexicana para el mundo; así como uno de los tesoros biológicos y culturales bajo el resguardo de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna.

Palabras clave: *Cnidoscolus*, *Cnidoscolus maculatus*, Sierra la Laguna, chocolate, cocina mexicana.

Antecedentes

México es un país con una inmensa riqueza biológica y cultural (Conabio, 2012a); es considerado uno de los 12 países megadiversos y un centro Vavilov, lugar donde se han originado los principales cultivos alimentarios del mundo (e.g. maíz, tomate, frijol, calabaza) (Conabio, 2012b). En 2009, la Unesco nombró una parte de la cocina mexicana Patrimonio Inmaterial de la Humanidad (Silva *et al.*, 2016). Uno de los alimentos con mayor reconocimiento en el mundo y que tiene su origen en nuestro país es el chocolate, elaborado a base de cacao (*Teobroma* spp.), que fuera empleado como bebida ceremonial por las culturas prehispánicas de Mesoamérica. En la actualidad, el mercado mundial del chocolate asciende a varios miles de millones de dólares y México no figura entre los principales productores (Ogata, 2007).

Como parte de los estudios etnobotánicos de la tesis de doctorado el primer autor, recientemente documentamos que algunos de los habitantes de las rancherías de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna emplean las semillas de caribe (*Cnidoscolus maculatus* (Brandege) Pax & K. Hoffm.) para elaborar una bebida tipo chocolate o café, a la que denominan chocolate o café de caribe. La bebida se prepara hirviendo en leche las semillas tostadas y molidas que, dependiendo del grado de tostado, se le denomina chocolate (tostado ligero, chocolate blanco) o café (tostado fuerte), siendo el chocolate el más popular. El término *chocolate del desierto* que adoptamos en

este documento hace referencia a la región árida o semi-árida donde se distribuye el caribe, en contraparte a los climas húmedos en los que prospera el árbol de cacao.

Descripción, taxonomía y distribución del caribe

El caribe (*Cnidoscolus maculatus*), también conocido como mala mujer, es una herbácea perenne endémica de la península de Baja California Sur (Steinmann, 2002); se distribuye principalmente en la Región del Cabo (el extremo sur de la península), en las planicies del matorral sarcocaul y las laderas de las partes bajas de la Sierra la Laguna y otras montañas de la región, dominadas por la selva baja caducifolia. Esta herbácea crece hasta 1.2 m de altura y está ampliamente ramificada; sus hojas miden alrededor de 20 cm de diámetro y con el borde 3-5 lobado; se reconoce fácilmente por sus múltiples vellosidades urticantes (tricomas) que irritan la piel al contacto (Rebman y Roberts, 2012). Las plantas de caribe pierden el tallo y follaje durante la temporada seca, pero sobreviven gracias a sus tubérculos almidonosos que producen rebrotes previo al inicio de las lluvias (abril a junio) (León-de la Luz *et al.*, 1999). *Cnidoscolus maculatus* es muy similar y ha sido confundida con la especie hermana *Cnidoscolus angustidens* Torr., la cual está ampliamente distribuida en México y sur de Arizona, pero no en la península de Baja California. Su principal diferencia radica en que *C. angustidens* posee semillas más pequeñas y tricomas urticantes en los márgenes de las hojas (Breckon, 1975).

El género *Cnidoscolus* pertenece a la familia Euphorbiaceae, con alrededor de 5700 especies distribuidas en prácticamente todo el mundo (Rebman y Roberts, 2012). Muchas especies de esta familia se caracterizan por producir sustancias tóxicas, como el ácido ricinoleico en las semillas de la higuierilla (*Ricinus communis* L.). Otras especies producen órganos perfectamente comestibles, como los tubérculos de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) (Suárez-Guerra y Mederos-Vega, 2011), las hojas de la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.) (Ross-Ibarra y Molina-Cruz, 2002) o las semillas de *Jatropha platyphylla* Müll. Arg. y de algunas variedades de *Jatropha curcas* L. (Makkar *et al.*, 2011). Se ha reportado el consumo de las semillas de otras especies de *Cnidoscolus* como *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. y *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, distribuidas en Sudamérica, y *Cnidoscolus texanus* (Müll. Arg.) Small, distribuida en Texas y norte de México, pero de ninguna de ellas se ha señalado su uso para elaboración de una bebida tipo chocolate o café (Kermath *et al.*, 2016). A nivel regional se ha registrado el consumo de los tubérculos de *Cnidoscolus palmeri* (S. Watson) Rose, distribuida en las costas de Baja California Sur,

Sonora y algunas islas del Golfo de California, pero no de sus semillas (Hodgson, 2001), contrario a *C. maculatus* de la que no se tienen reporte sobre el consumo de sus tubérculos. Se cree que las semillas de caribe fueron un alimento importante para los extintos indígenas sudcalifornianos. En los relatos del jesuita Miguel del Barco (del Barco, 1973) se señala que los nativos consumían las semillas de una planta que denominaron ortiga, escasa en la mitad de la península pero muy abundante en el sur (Región de los Cabos), cuya descripción botánica y distribución coincide con la especie *C. maculatus*.

Caso de estudio, al rescate de la tradición del chocolate del desierto

Durante 2013 y 2015 estuvimos realizando trabajos etnobotánicos sobre las plantas silvestres comestibles en las rancherías de la Región del Cabo en Baja California Sur, incluyendo a las comunidades de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna y a la de San Blas-Los Divisaderos (fuera de la zona de influencia de la reserva) (Figura 1, Tabla I). El estudio consistió de entrevistas

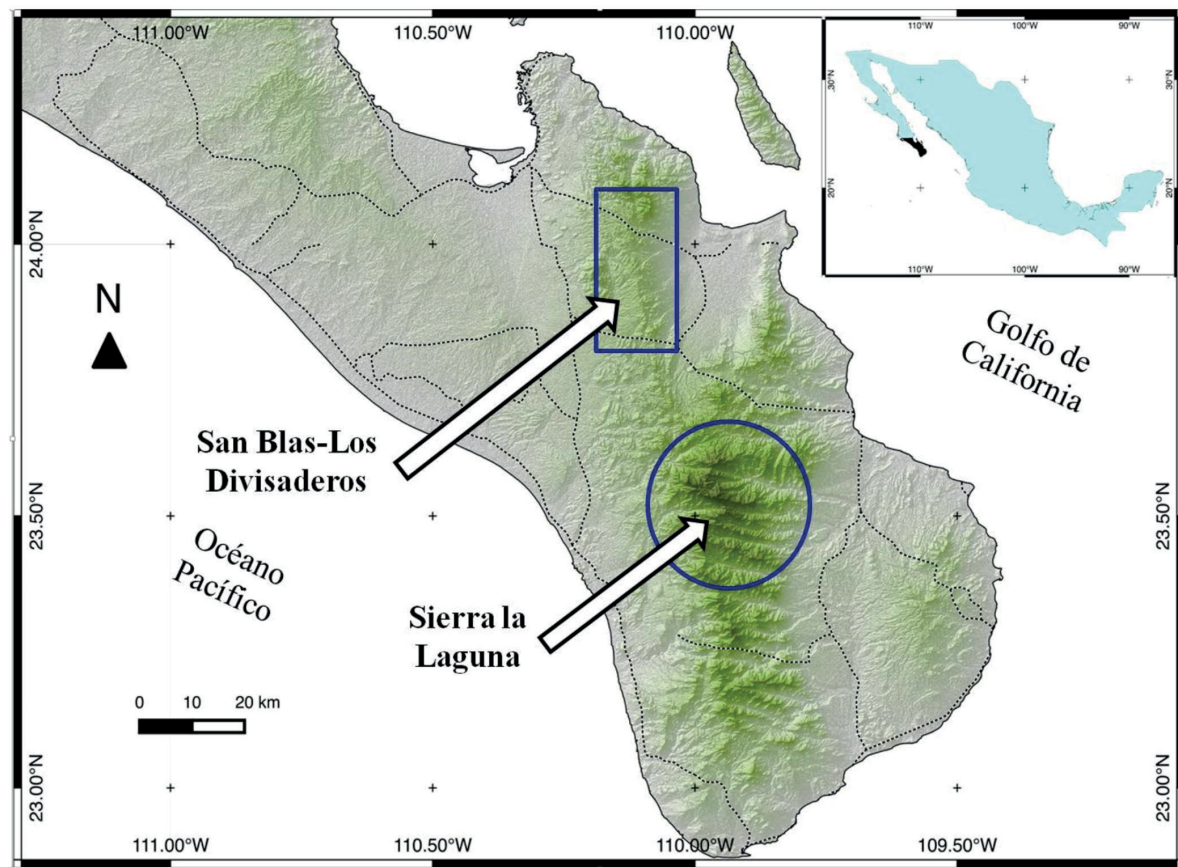


Figura 1. Ubicación aproximada de las dos localidades de estudio: Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna (abajo, enmarcada en círculo) y comunidad San Blas-Los Divisaderos (arriba, enmarcada en rectángulo).

Tabla I. Edad y número de participantes en las encuestas etnobotánicas realizadas en las diferentes localidades de la Región del Cabo, México.

Localidad	Número de participantes		Edad promedio en años (mínima-máxima)	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
RB Sierra la Laguna	44	17	56.3 (22-82)	50.6 (26-78)
San Blas-Los Divisaderos	27	26	49.3 (20-81)	57.6 (34-86)
Total	71	43	52.9 (20-82)	54.9 (26-86)

semi-estructuradas, charlas informales en campo y estancias de dos a cinco días con algunas de las familias que aceptaron nuestra visita. Ambas localidades se componen de múltiples rancherías de menos de 10 viviendas, principalmente; su actividad económica es de subsistencia, basada en la ganadería y complementada con jornales, construcción, servicios públicos y comercio local incipiente. Como parte de los resultados se documentó el uso de diferentes semillas para la elaboración de sustitutos de café y bebidas tipo chocolate en el caso del caribe y del encino roble (Tabla II). Las semillas de caribe presentaron mayor importancia cultural para los habitantes

Tabla II. Semillas de plantas silvestres empleadas para la elaboración de sustitutos de café o bebidas tipo chocolate en dos áreas de estudio en la Región de los Cabos, Baja California Sur.

Especie	Nombre común	Área Sierra la Laguna (n= 61)		Área fuera de Sierra la Laguna (n= 53)	
		Citas comestible ¹	Citas chocolate/café ²	Citas comestible ¹	Citas chocolate/café ²
<i>Cnidoscolus maculatus</i> (Brandegee) Pax & K. Hoffm.	Caribe	50	14	37	2
<i>Quercus brandegeei</i> Goldman	Encino arroyero	27	4	42	2
<i>Quercus tuberculata</i> Liebm.	Encino roble	27	6	16	5
<i>Quercus devia</i> Goldman/ <i>Q. albocincta</i> Trel.	Encino negro	26	8	0	0
<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	Palma, taquito	20	3	14	0
<i>Senna</i> spp.	Café de gallina	0	7	0	0
<i>Ebenopsis confinis</i> (Standl.) Britton & Rose	Palo fierro, uña de gato	0	4	0	0

¹ Número de personas que citaron consumir la semilla

² Número de personas que citaron haber consumido y conocer de la elaboración del sustituto de café o bebida tipo chocolate de esa semilla

de Sierra la Laguna, ya que un mayor porcentaje de los entrevistados (> 80 %) mencionaron consumirlas, o haberlas consumido alguna vez, ya sea como almendra o como la bebida tipo chocolate. La mayoría de ellos refirieron consumirlas crudas y en pequeñas cantidades, mientras

se encuentran realizando recorridos u otras labores en el campo, no obstante se sabe que su sabor mejora al tostarlas ligeramente.

Actualmente son pocas las personas o familias que acostumbran a cosechar cantidades considerables de semillas para tostarlas o elaborar la bebida. Los entrevistados coincidieron en que el consumo de caribe fue más importante en el pasado (principalmente hace 20 años), cuando no se tenía tanta disponibilidad de alimentos procesados o granos básicos, mientras que hoy se considera una tradición o costumbre en decadencia. Su cosecha no es tarea fácil, pues se está expuesto al contacto constante con las vellosidades urticantes de la planta, inconveniente que puede estar influenciando en que se pierda interés en su aprovechamiento. No obstante, el remedio para las irritaciones por contacto con caribe (*encaribarse*) consiste en aplicar algunas gotas de la savia de *Jatropha cinerea* (Ortega) Müll. Arg. (lomboy), una de las especies arbustivas más abundantes en el estado de Baja California Sur y que siempre coincide con la distribución del caribe.

Cosecha y elaboración del chocolate de caribe

Para profundizar en su conocimiento, les pedimos a dos familias de la región que nos mostraran el proceso de cosecha y elaboración del chocolate de caribe. Este trabajo lo realizamos aprovechando la alta productividad que se observó a finales del mes de agosto de 2015. La cosecha se realizó de acuerdo al procedimiento tradicional que nos indicaron las familias, la cual consiste en cosechar desde las primeras horas de la mañana y antes del medio día. La cosecha se realizó de forma manual, empleando guantes de cuero de bovino para evitar el contacto directo con las vellosidades de la planta; únicamente se cosecharon frutos maduros, identificados por su color café y aberturas (dehiscencia), cuidando de no maltratar el resto de la planta y demás frutos verdes (**Figura 2**). Una vez cosechados, los frutos se extendieron y expusieron al sol para facilitar la liberación de las semillas, esto también se facilitó triturándolos con bloques de madera y con la mano recubierta con los guantes. Posteriormente se separaron las semillas de los restos de frutos y otras partículas ligeras mediante ventilación, empleando un ventilador mecánico, mientras que las últimas impurezas se separaron manualmente. En la **Figura 3** se muestra parte del proceso de limpieza y la apariencia de las semillas al final del proceso.

En ambas familias, la elaboración y consumo del chocolate se realizó durante la noche, como



Figura 2. Cosecha de frutos maduros de caribe.

parte de la cena o como único componente de ésta. Ambos hogares emplearon un proceso similar, la diferencia fue el uso de instrumentos eléctricos en uno y manuales en el otro. El proceso inició con el tostado ligero de las semillas sobre una superficie metálica y su posterior molienda con un poco de azúcar en uno de los hogares y solas en el otro. En el primer caso, al producto de la molienda se le adicionó leche, se llevó a ebullición con agitación constante y se filtró antes de beberse. En el segundo hogar se realizó un procedimiento similar a la preparación de café colado, primero se hirvió la leche y posteriormente se coló sobre el producto de la molienda. Ambas familias consideran que el chocolate de caribe es una cena nutritiva, que beberlo por la

noche ayuda a conciliar y tener un mejor sueño; otras personas nos comentaron que el consumir demasiado puede inducir diarrea ligera. Para la elaboración de la bebida tipo café se siguió el mismo procedimiento, con la única diferencia de que el tostado se realiza hasta que el interior de la almendra alcance un color totalmente oscuro (Figura 4). Como la elaboración tipo café es poco común entre las familias participantes, únicamente accedieron a prepararlo por petición nuestra. Otra forma de consumo que nos comentaron es en forma de atole, para lo cual se emplea un proceso similar al del chocolate, pero adicionando agua en lugar de leche y una mayor cantidad de semilla.



Figura 3. Parte del proceso de limpieza de las semillas de caribe: triturado de los frutos (A), limpieza intermedia durante la separación por ventilación y separación manual de algunos restos de frutos (B) y semillas limpias (C).

Significado e importancia cultural para la región

Para una de las familias, el consumo y aprovechamiento del caribe representa una opción importante de alimentación sub-aprovechada de la región. Aunque actualmente ya no se acostumbra a cosechar como en el pasado, recuerdan los tiempos en que esta actividad fue muy importante para la manutención del hogar y muestran un alto interés en colaborar en programas de aprovechamiento y domesticación de la especie. Para la otra familia, aparte de su importancia como alimento, el consumo del chocolate tiene connotaciones medicinales y místicas. Don Catarino Rosas de la comunidad de San Dionisio, localmente reconocido como una de las personas con mayor conocimiento sobre de la vida silvestre en Sierra la Laguna, nos comentó que el consumo regular de chocolate de caribe te fortalece contra todos los venenos del campo, tanto de plantas como de animales. Así también, para su elaboración se nos pidió a todos los presentes que participáramos en el proceso (tostado, molido y agitación durante el hervido), debido a que se trataba de un producto muy especial del que todos debíamos ser parte, además de que ya habían pasado varios años desde la última vez que lo habían elaborado.

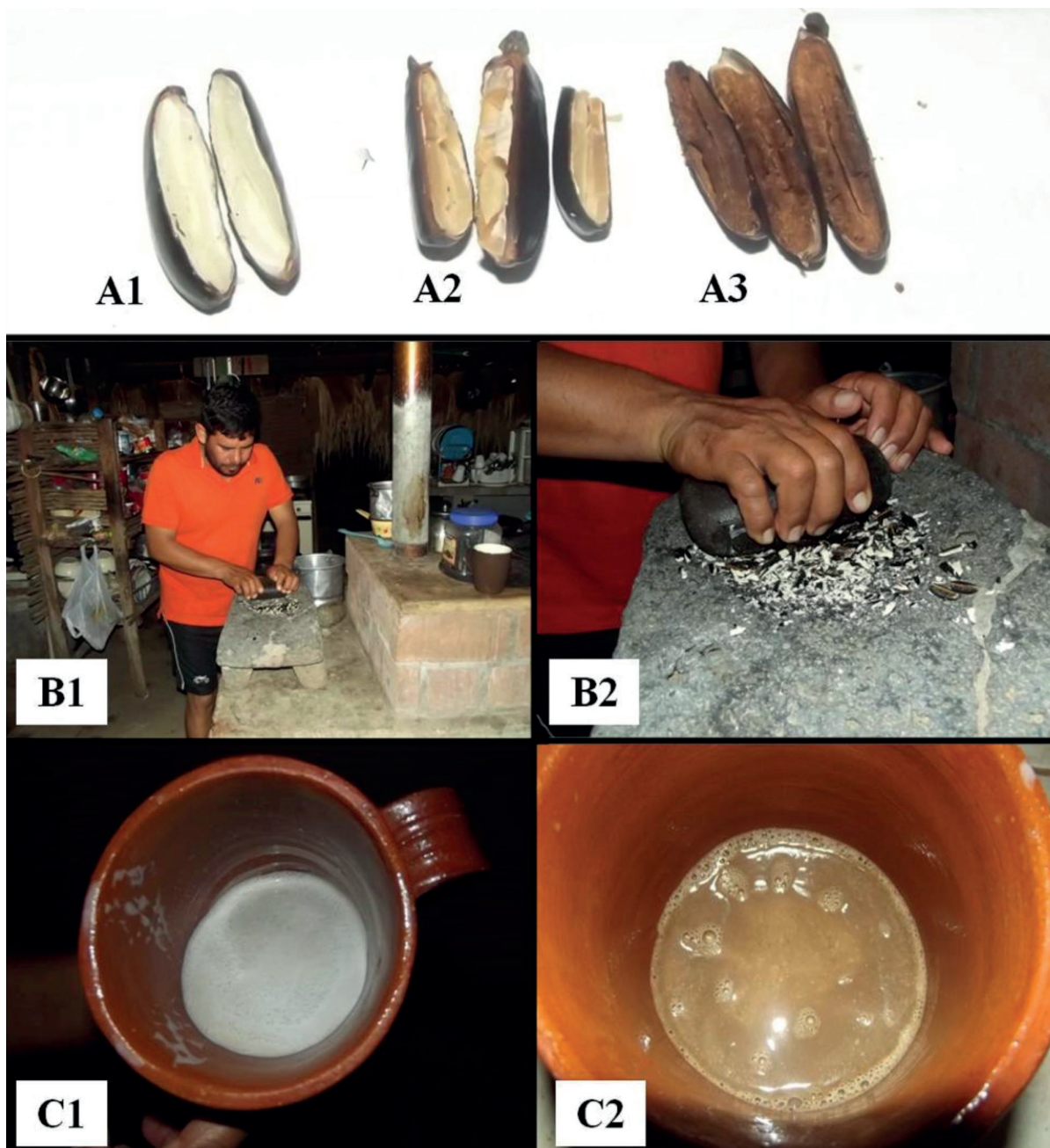


Figura 4. Etapas del proceso de elaboración del chocolate y café de caribe. Se muestran los diferentes grados de tostado (A1-3), molienda manual (B1 y B2) y apariencia de las bebidas terminadas (C1 y C2): semilla cruda (A1), tostado intermedio (A2) para consumo como almendra o elaboración de la bebida tipo chocolate (C1) y tostado intenso (A3) para elaboración de la bebida tipo café (C2).

Opciones de aprovechamiento sustentable para Baja California Sur y de conservación en la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna.

Baja California Sur es el estado más árido del país y la escases de agua es un factor limitante para el establecimiento de cultivos tradicionales a gran escala, por lo que el establecimiento de nuevos cultivos con plantas silvestres adaptadas a estas condiciones es una opción deseable. Desde

la década de los 70's, Felger y Moser (1976) señalaron algunas de las ventajas agronómicas que pueden tener las especies de *Cnidoscolus* para las regiones áridas del noroeste, desafortunadamente no se le dio continuidad a este tema. Felger y Moser señalaron la importancia alimenticia de las almendras del caribe, pero no hicieron mención del valor cultural que representa para las comunidades rurales de la península, ni de la elaboración del chocolate y el valor agregado que puede contribuir. León de la Luz *et al.* (1999) reportaron que el caribe de la Región del Cabo (reportado como *Cnidoscolus angustides*) es una excelente fuente de lípidos (26 %) y proteínas (30–36 %) y lo propusieron como una opción para la producción de aceite comestible, principalmente por su alto contenido en ácidos grasos linoleico (52 %) y oleico (32 %), similar al de girasol. Los mismos autores reportaron un rendimiento estimado de 500 kg de semilla/ha en estado silvestre. Por otro lado, el hecho de que un mayor porcentaje de la población en Sierra la Laguna, con respecto a las comunidades de San Blas-Los Divisaderos, conozca sobre el consumo de las semillas de caribe y de la elaboración del chocolate, implica que al interior de esta se ha venido desarrollando un conocimiento tradicional propio que la distingue del resto del estado o de la Región de los Cabos. Estos conocimientos pudieron haberse desarrollado por las características de aislamiento y al establecer un mayor contacto los recursos naturales circundantes con respecto a otras comunidades rurales de la región. Para Sierra la Laguna, el conocimiento sobre el uso de caribe representa una oportunidad para el establecimiento de estrategias sustentables de aprovechamiento y de conservación de conocimiento tradicional y de germoplasma *in situ*.

Consideraciones finales y perspectivas

Sin duda alguna, el caribe podría ser una excelente opción de aprovechamiento y desarrollo sustentable para Baja California Sur, así como otro regalo de la cultura y cocina mexicana para el mundo y otro de los tesoros a preservar por parte de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna. Los futuros trabajos de investigación deberán enfocarse a estrategias de domesticación y cultivo de la especie, ya que no se observaron acciones de domesticación por parte de los habitantes de la reserva ni fuera de ella, así como a programas de aprovechamiento de bajo impacto. Otra línea prioritaria debe ser el análisis completo de su composición nutricional, principalmente aminoácidos esenciales, minerales y vitamina E; así como estudios farmacológico para corroborar o descartar los posibles efectos anti-venenos o sus propiedades como laxante ligero que nos comentaron algunos de los entrevistados.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a las personas que participaron en las encuestas, especialmente a las familias Cota-Cota (Santiago, BCS) y Rosas-López (San Dionisio, Sierra la Laguna, BCS) por compartirnos sus conocimientos sobre la cosecha de caribe y la elaboración del chocolate. A Franco Cota y Abelino Cota del Centro de Investigaciones biológicas del Noroeste por su ayuda durante la realización de las encuestas; a Alfonso Medel Narváez por la asistencia brindada para el diseño y edición de la Figura 1. a Dr. Francisco Delgado-Vargas, Dr. Rito Vega-Aviña, Dra. Alejandra Nieto-Garibay y Dr. José Luis León-de la Luz por su guía y apoyo académico para el desarrollo del trabajo de investigación. Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract. Esta investigación fue apoyada por el proyecto CONACyT 251919 de Ciencia Básica y el proyecto CONACYT 269540 de Redes Temáticas.

Literatura citada

- Breckon, G.J., 1975. *Cnidoscolus* section *Calyptosolen* (Euphorbiaceae) in Mexico and Central America. University of California, Davis, p. 463.
- Conabio. 2012a. Biodiversidad Mexicana. ¿Qué es un país megadiverso? consultado: 11-02-2016. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>.
- Conabio. 2012b. Diversidad Mexicana. Riqueza cultural. consultado: 11-02-2016. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/riquezacomul.html>.
- del Barco, M. 1973. *Historia natural y crónica de la antigua California: adiciones y correcciones a la noticia de Miguel Venegas*. UNAM. México, D.F. 198 pp.
- Felger, R.S., Moser, M.B. 1976. *Seri indian food plants: desert subsistence without agriculture*. Ecology of Food and Nutrition 5: 13-27.
- Hodgson, W.C. 2001. *Food plants of the Sonoran desert*. The University of Arizona Press. Tucson. 160-161 pp.
- Kermath, B.M., Nennett, B.C., Pulsipher, L.M. 2016. Food plants in the Americas: a survey of the domesticated, cultivated, and wild plants used for human food in North, Central, and South America and the Caribbean. Consultado: 14-06-2016. En: <https://www>.

academia.edu/1139225/Food_Plants_in_the_Americas_A_Survey_of_the_Domesticated_Cultivated_and_Wild_Plants_Used_for_Human_Food_in_North_Central_and_South_America_and_the_Caribbean.

León-de la Luz, J.L., Troyo-Diéguez, E., Ortega-Nieblas, M., López-Gutiérrez, F. 1999. 'Caribe' (*Cnidoscolus angustidens* Torr.), a promising oilseed geophyte from north-west Mexico. *Journal of Arid Environments* 41: 299-308.

Makkar, H.P.S., Kumar, V., Oyeleye, O.O., Akinleye, A.O., Angulo-Escalante, M.A., Becker, K. 2011. *Jatropha platyphylla*, a new non-toxic *Jatropha* species: Physical properties and chemical constituents including toxic and antinutritional factors of seeds. *Food Chemistry* 125 (1): 63-71.

Ogata, N. 2007. *El cacao*. Conabio. *Biodiversitas* 72: 1-5.

Rebman, J.P., Roberts, N.C. 2012. *Baja California Plant Field Guide*. San Diego Natural History Museum. 3rd ed. San Diego, CA. 232 pp.

Ross-Ibarra, J., Molina-Cruz, A. 2002. *The ethnobotany of Chaya (Cnidoscolus aconitifolius spp. acotinifolius Breckon): a nutritious Maya vegetable*. *Economic Botany* 56 (4): 350-365.

Silva, E., Lascurren, M., Peralta de Legorreta, A. 2016. *Cocina y biodiversidad en México*. Conabio. *Biodiversitas* 124: 1-7.

Steinmann, V.W. 2002. *Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México*. *Acta Botánica Mexicana* 61: 61-63.

Suárez-Guerra, L., Mederos-Vega, V.R. 2011. *Apuntes sobre el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz)*. *Tendencias actuales*. *Cultivos Tropicales* 32 (3): 27-35.

cita

Pío-León, J.F., y A. Ortega-Rubio. 2016. Caribe (*Cnidoscolus maculatus*), el chocolate del desierto: rescatando la tradición para el desarrollo sustentable en la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2016. Vol. 2 (2): 127-144. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0002>

Sometido: 25 de mayo de 2016

Revisado: 18 de junio de 2016

Aceptado: 21 de septiembre de 2016

Editor asociado: Dr. Miguel Pinkus-Rendón

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

**Research in the Protected Natural Areas of the Central
Region and Transversal Neovolcanic Axis of Mexico**

**La investigación en las Áreas Naturales
Protegidas de la Región Centro y
Eje Neovolcánico Transversal de México**

Lidia Ramírez-Huerta¹, Cindy Manuela López-Guzmán¹, Victor Javier Arriola-Padilla^{2*},
Zitlalli Trejo-Sandoval¹, Ramiro Pérez-Miranda², Cecilia Leonor Jiménez-Sierra³

Abstract

Mexico is one of the major mega-diverse countries in the world and ranks among the four countries with the largest number of Protected Natural Areas (PNA) throughout Latin America and the Caribbean; about 256,000 km² of its territory is considered PNA. Such areas are instruments of environmental policy most commonly used for conservation purposes, which lead to environmental, social, and political research approaches; integrated assessment of these factors can contribute to research aimed towards general interest. This paper aims to collect, classify, analyze, and categorize existing information with different perceptions of Central Mexico and the Transverse Neovolcanic Axis (CMTNA) PNAs clearly, which would allow integrating knowledge to develop new ways in research and use of resources. The search of scientific articles was conducted online and all information generated by various authors was compiled from 2004 to 2014 dealing with different perspectives, such as political, historical, and biological investigations. The highest research percentage was detected in the Biosphere Reserve Metztitlan Canyon whose main focus on CMTNA is biodiversity followed by land use change.

Key words: Biodiversity, deterioration of the ecosystem, multidisciplinary studies, National Park, Biosphere Reserve.

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calz. del Hueso No. 1100, Colonia Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México.

²Centro Nacional de investigación Disciplinaria en Conservación y Manejo de Ecosistemas Forestales. Av. Progreso No. 5, Colonia. Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México.

³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, Delegación Iztapalapa, C.P. 09340, Ciudad de México.

*Autor de correspondencia: E-mail: arriola.victor@inifap.gob.mx

Resumen

México es uno de los principales países mega diversos del mundo y se ubica entre los cuatro países con mayor número de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en toda América Latina y el Caribe; cerca de 256 mil km² de su territorio son considerados ANP. Estas áreas son el instrumento de política ambiental más utilizado para fines de conservación, lo que conlleva a que se generen estudios con enfoques ambientales, sociales y políticos; la evaluación integrada de estos factores permite contribuir a investigaciones encaminadas hacia el interés general. El presente trabajo tiene como propósito reunir, clasificar, analizar y categorizar la información existente con diferentes percepciones sobre ANP de la Región Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México (RCENT) de una forma clara, que permita integrar el conocimiento para desarrollar nuevos caminos en la investigación y aprovechamiento de los recursos. Se realizó la búsqueda de artículos científicos en línea y se recopiló toda la información generada por diversos autores del 2004 al 2014. Se abordan diferentes perspectivas de investigación tanto políticas, históricas y biológicas. El mayor porcentaje de investigación se detectó en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán y el principal enfoque en la RCENT es la biodiversidad, seguida de cambio de uso de suelo.

Palabras clave: Biodiversidad, deterioro del ecosistema, estudios multidisciplinarios, Parque Nacional y Reserva de la biosfera.

Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) fueron creadas para preservar la belleza escénica natural (Halffter, 2011); sin embargo, debido al incremento en la pérdida de la biodiversidad la perspectiva fue modificada (Halffter *et al.*, 2015). Actualmente, una ANP se define como aquella zona que se enfoca esencialmente en la conservación y preservación de su biodiversidad (González-Ocampo *et al.*, 2015).

México cuenta con 177 ANP (CONANP, 2015). El desierto de los Leones fue la primera área protegida, creada en 1876 con el propósito de preservar los manantiales que abastecían de agua a la ciudad de México, y se decretó como Parque Nacional en 1917 (Elbers, 2011).

Desde el 2002 las ANP se conjuntaron dentro de nueve regiones, con el objetivo de administrar

y realizar las tareas de conservación (González-Ocampo *et al.*, 2015). Una de esas regiones es la Centro y Eje Neovolcánico Transversal (RCENT). La zona centro se caracteriza por su complejidad biológica, debida a la combinación de las regiones biogeográficas Holártica y Neotropical (Arriola-Padilla *et al.*, 2015). Asimismo, se incluyen áreas montañosas del centro del país, como el Eje Neovolcánico, el cual es un conjunto de cordilleras y volcanes alineados sobre una franja que cruza el territorio mexicano desde el oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) hasta el este (Sierra de Chinconquiaco, Veracruz), alrededor del paralelo 19°N (Arriola-Padilla *et al.*, 2014).

La importancia de la RCENT se debe a la riqueza biológica que posee; se registran diversos tipos de vegetación de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (2006) (pastizales, matorrales subalpinos, bosques mesófilos, vegetación ribereña y tierras urbanas y de cultivo); sin embargo, predominan los bosques de coníferas (31%) y de encino (28%) (Arriola-Padilla *et al.*, 2014). También se reconoce casi la cuarta parte de herpetofauna de México; además, es considerada como centro de endemismo de algunos grupos de organismo (Gámez *et al.*, 2012).

Las actividades humanas como: aprovechamiento ilegal, cambio de uso de suelo, incendios, sobrepastoreo, exceso de contaminantes atmosféricos y extracción excesiva de agua, provocan que la salud forestal de los parques nacionales del centro se vea afectada (Cibrián y Cibrián, 2007). Esto conlleva a que se generen estudios con diferentes enfoques ambientales, sociales y políticos, encaminados hacia el interés general.

El estado del arte es una modalidad de la investigación documental que permite el estudio analítico del conocimiento acumulado escrito en textos y ayuda a hacer una reflexión profunda sobre las tendencias y vacíos en un tema específico, generando nuevos caminos en el ámbito de la investigación (Molina, 2005). Por lo anterior, el presente estudio tiene como propósito recopilar, clasificar, analizar y categorizar la información existente con diferentes percepciones sobre las ANP del RCENT de una forma clara, que permita integrar el conocimiento para destacar temas no atendidos, desarrollar nuevos enfoques en la investigación hacia la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad.

Materiales y Métodos

Esta investigación se enfocó en la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal en un total de 33 ANP (Tabla 1).

Para cada ANP se realizó la búsqueda de información generada por diversos autores del 2004 al 2014, se recopilaron libros electrónicos y artículos científicos de revistas reconocidas nacional e internacionalmente, que se consultaron a través de diferentes bases de datos (SciELO, Redalyc, Elsevier, Scopus, entre otras).

Tabla 1. Áreas naturales protegidas del Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México.

	Área Natural Protegida
Reserva de la Biósfera (RB)	Barranca de Metztitlán
	Sierra de Huautla
	Tehuacán-Cuicatlán
	Sierra Gorda
	Sierra Gorda de Guanajuato
	Cerro de la estrella
	Cerro de las campanas
	Cumbres del Ajusco
	Desierto de los Leones
	Desierto del Carmen
	El Chico
	El Cimatario
	El Tepeyac
	El Tepozteco
Parque Nacional (PN)	Fuentes Brotantes de Tlalpan
	Grutas de Cacahuamilpa
	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla
	Iztaccíhuatl-Popocatepetl
	La Malinche
	Lagunas de Zempoala
	Lomas de Padierna
	Los Mármoles
	Los Remedios
	Molino de las Flores Nezahualcóyotl
	Sacramento
	Tula
	Zoquiapan y anexas
	Volcán Nevado de Colima
Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF)	Xicoténcatl
	Ciénegas de Lerma
	Corredor Biológico Chichinautzin
Área de Protección de Recursos Naturales (APRN)	Nevado de Toluca
	Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.

Posteriormente, las publicaciones seleccionadas se clasificaron por ANP, se realizó un análisis de su contenido y se categorizaron con base en las perspectivas de investigación; en cada una se presenta la conceptualización del tema y algunos ejemplos de los estudios realizados.

Resultados y discusión

Se registraron un total de 171 publicaciones científicas, mismas que se categorizaron en 28 perspectivas de investigación (Tabla 2). Cabe mencionar que pueden existir más que no fueron identificadas u obtenidas.

Tabla 2. Principales perspectivas de investigación y número de artículos (Art.) publicados dentro de cada una de ellas.

	Perspectivas de investigación	Art.		Perspectivas de investigación	Art.
1	Aprovechamiento de recursos	8	15	Especies exóticas	2
2	Biodiversidad	61	16	Estudios Multidisciplinarios	1
3	Bioindicadores	3	17	Etología	6
4	Cambio climático	6	18	Fenología	2
5	Cambio de uso de suelo	11	19	Historia	4
6	Cartografía	5	20	Impacto ambiental	2
7	Conservación	7	21	Incendios forestales	5
8	Contaminación	2	22	Innovaciones	1
9	Dendrometría	2	23	Legislación pública	7
10	Deterioro del ecosistema	5	24	Microbiología	1
11	Ecología de poblaciones	10	25	Plagas y enfermedades	4
12	Ecoturismo	2	26	Servicios ambientales	2
13	Edafología	3	27	Valoración de recursos naturales	2
14	Educación ambiental	1	28	Vulcanología	6

Como se refleja en la tabla 2, la investigación durante el periodo analizado versa sobre la biodiversidad. Tan sólo en la RCENT se obtuvieron 61 trabajos publicados, en donde se abarcan estudios de botánica y zoología, en algunos se presentan listas de un solo taxa o también los que registran por primera vez a una especie en una localidad; esto puede deberse a que uno de los principales objetivos de las ANP es el entendimiento, conocimiento y conservación de la biodiversidad (Bezaury-Creel y Gutiérrez- Carbonell, 2009). Es evidente que la tasa de pérdida

de los ecosistemas incrementa constantemente (Halffter *et al.*, 2015); sin embargo, a pesar de la importancia del cambio climático, la contaminación, las especies exóticas introducidas, los incendios forestales y las plagas y enfermedades, los estudios realizados son escasos. Arriola-Padilla *et al.* (2014), mencionan algunas de estas perspectivas como problemas que ocasionan el deterioro del ecosistema en las ANP.

Uno de los factores que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la investigación en cualquier ámbito, es la integración de estudios multidisciplinarios; sin embargo, dentro de las ANP de la RCENT solo se cuenta con una publicación; asimismo, educación ambiental, innovaciones y microbiología son perspectivas poco estudiadas.

Por otra parte, en la tabla 3 se observa que el mayor porcentaje de publicaciones se concentra en la RB Barranca de Metztitlán con 19%, enfocándose en estudios sobre biodiversidad; caso similar se presenta en el PN Iztaccíhuatl-Popocatepetl ya que, de los trabajos publicados 5 de 17 versan sobre esa perspectiva.

A pesar de su importancia como ANP, los PN Cerro de las Campanas, Desierto del Carmen, Los Remedios y Sacramonte sólo se incluyen en una publicación (Arriola *et al.*, 2014). Sin embargo, cabe mencionar que ésta utiliza información proveniente de otras fuentes.

A continuación, se describe cada perspectiva y destacan algunos estudios desarrollados en las ANP de la RCENT.

1- Aprovechamiento de recursos

De acuerdo con Peters *et al.* (1989) la explotación sostenible de los recursos debe contemplar la extracción de los mismos considerando las necesidades del mercado y del ecosistema, para lograr el sustento económico de las comunidades locales y la conservación de la biodiversidad, y en base a ello están diseñados los planes de manejo.

Se han realizado diversos estudios sobre el aprovechamiento de recursos naturales, por ejemplo: de botones florales de *Agave kerchovei* Lem. (Brena-Bustamante, 2013), de hojas de la palma *Brahea dulcis* (Kunth) Mart (Pavón *et al.*, 2006), de la perlilla o perlita *Symphoricarpos microphyllus* Kunth (Monroy *et al.*, 2007), de mamíferos silvestres (García-Flores *et al.*, 2014), de la leña (Endara, 2012) y del de frijol cuaresmeño o yepatlatxle *Phaseolus coccineus* L. (Monroy y Quezada-Martínez, 2010), en los que se describe el conocimiento tradicional.

Tabla 3. Perspectivas de investigación en las ANP del Centro y Eje Neovolcánico

Áreas Naturales Protegidas		Perspectivas de investigación																												Total
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
1	Barranca de Metztitlán	1	14	1	1	3					1	3				1		2	2		1				2		1	33		
	Sierra de Huautla		3				1				2	1				1												8		
	Tehuacán-Cuicatlán	1	1								1																	3		
	Sierra Gorda		1				1	1			1									1								5		
	Sierra Gorda de Guanajuato		4	1	1						1												1					8		
	Cerro de la estrella					1					1													2				4		
PN	Cerro de las campanas										1																	1		
	Cumbres del Ajusco		1			1	1				1	1																5		
	Desierto de los Leones					1	1	2	1													1					1	8		
	Desierto del Carmen										1																	1		
	El Chico		4		1						1					1					2						2	11		
	El Cimatario		6					1			1	1												1				10		
	El Tepeyac					1	1				1			2														5		
	El Tepozteco		1	1			1				2		1						1									7		
	Fuentes Brotantes de Tlalpan					1					1																	2		
	Grutas de Cacahuamilpa					1					1	1																3		
	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla		1			1					1				1													4		
	Iztacchuatl-Popocatepetl		5		2	2	1				1						2			1		1		1			2	17		
	La Malinche		6				1			2	1	3									2	1						16		
	Lagunas de Zempoala		1	1							1						1											4		
	Lomas de Padierna										1												1					2		
	Los Mármoles		5								1																	6		
	Los Remedios										1																	1		
	Molino de las Flores Nezahualcóyotl							1			1	1								1								3		
Sacramento										1	1																	1		
Tula										1	1								1					1				3		
Zoquiapan y anexas											3													2	1			6		
Volcán Nevado de Colima										1	1																1	2		
Xicoténcatl		1								1	1																	2		
APFF	Ciénegas de Lerma		2		1					1	1						1											5		
	Corredor Biológico Chichinautzin		3				1				1	1															1	11		
	Nevado de Toluca		2	2		1	1		1		1		1	1						1					1		1	14		
APRN	Cuenca de ríos						1			1													1				3			

1- Aprovechamiento de recursos, 2- Biodiversidad, 3-Bioindicadores, 4- Cambio climático, 5- Cambio de uso de suelo, 6- Cartografía, 7- Conservación, 8- Contaminación, 9- Dendrometría, 10- Deterioro del ecosistema, 11- Ecología de poblaciones, 12, Ecoturismo, 13- Edafología, 14- Educación ambiental, 15- Especies exóticas, 16- Estudios multidisciplinarios, 17- Etología, 18- Fenología, 19- Historia, 20- Impacto ambiental, 21- Incendios forestales, 22- Innovaciones, 23- Legislación pública, 24- Microbiología, 25- Plagas y enfermedades, 26- Servicios ambientales, 27- Valoración de recursos, 28- Vulcanología.

Sin embargo, el aprovechamiento de productos madereros y no madereros puede (a veces) ser autorizada, pero con restricciones específicas con objeto de preservar la cubierta forestal y no dañar la vegetación que protege los suelos (FAO, 2010).

2- Biodiversidad

De acuerdo con CONABIO (2009) y Halffter (1995), la biodiversidad es la variedad de la vida y es resultado del proceso evolutivo. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas (CONABIO, 2009).

Ramírez-Bautista *et al.* (2010), en su libro “Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México”, presenta información de estos grupos en la RB Barranca de Metztitlán, PN El Chico y PN Los Mármoles.

3- Bioindicadores

Son especies o grupos taxonómicos capaces de reflejar el estado de conservación, diversidad, endemismo y el grado de intervención o perturbación en los ecosistemas naturales. La presencia o ausencia de estos bioindicadores revela la existencia de otros individuos relacionados con su hábitat (Erazo y Cárdenas, 2013).

En la RCENT los bioindicadores se han empleado para estudiar las comunidades de macrolíquenes cortícolas y su relación con la estructura del bosque en áreas con *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham y *Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schltdl (Pérez-Pérez, *et al.*, 2008); por otra parte, Torres-García *et al.* (2014) analizaron las variables ambientales como bioindicadores que determinan los cambios en la diversidad y las escalas en que tienen efecto en las comunidades de insectos hemimetábolos y coleópteros acuáticos en la cuenca del río Xichú, Guanajuato. Asimismo, se ha evaluado el impacto negativo del uso de la tierra sobre la diversidad funcional de escarabajos copro-necrofagus (Coleoptera: Scarabaeidae) en tres Reservas de la Biosfera (Montes Azules, Los Tuxtlas y Barranca de Metztitlán) (Barragan *et al.*, 2011).

4- Cambio climático

Fenómeno provocado parcialmente por el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente el CO₂ relacionado directa o indirectamente con actividades humanas (González *et al.*, 2003). Este efecto constituye una de las principales amenazas para la biodiversidad (Arribas *et al.*, 2012).

Gómez-Díaz *et al.* (2007) determinaron el comportamiento de la vegetación bajo escenarios de cambio climático en la RB Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Monterroso-Rivas *et al.* (2009) publicaron un estudio para simular y cuantificar los impactos que un posible cambio climático puede ejercer sobre la regulación hídrica y la capacidad de recarga de acuíferos en el PN “El Chico”, Hidalgo.

5- Cambio de uso de suelo

Los ecosistemas terrestres han sufrido grandes transformaciones, la mayoría debido a la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación e intensificación de uso del suelo (Ruiz *et al.*, 2013). Pese a los graves problemas de deforestación que sufren los bosques mexicanos, existen muy pocos estudios detallados que permitan identificar, de forma precisa, las dinámicas de perturbación-recuperación a que estos ecosistemas se encuentran sujetos.

En este contexto Franco *et al.* (2009) planteó una metodología detallada para analizar los procesos de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del PN Nevado de Toluca, para el periodo 1972-2000; mientras que, Valdez-Lazalde *et al.* (2011) evaluaron la pérdida de cobertura vegetal y el crecimiento urbano registrado en los últimos 22 años en la cuenca del río Metztitlán, Hidalgo, con el fin de monitorear los cambios y planear un mejor uso del suelo a futuro.

6- Cartografía

Se trata de un conjunto de técnicas para el diseño y producción de mapas mediante el auxilio de computadoras. Estrictamente hablando se refiere a la creación y aplicación de paquetes y programas para el manejo de cartografía digital (Franco y Valdez, 2003).

Actualmente estas técnicas son utilizadas en la biología para analizar diversos enfoques de investigación. Barrera-Moreno *et al.* (2011), analizaron la distribución de 12 especies de roedores

de la provincia biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana (FVT), y proponen una adecuación al método panbiogeográfico utilizando modelos digitales de elevación (MDE).

Con el fin de estimar la biomasa arbórea del PN Malinche Rojas-García y Villers-Ruiz (2005), elaboraron un mapa de las comunidades vegetales del volcán. El procesamiento cartográfico se realizó en un Sistema de Información Geográfica y se basó en la fotointerpretación de 32 fotografías aéreas (escala 1:25,000).

7- Conservación

Uno de los objetivos estratégicos de la CONANP es consolidar la participación social en las tareas de conservación de las ANP. De acuerdo con Durand y Jiménez (2010), el diseño y manejo de las ANP se concentra en los aspectos biológicos o ecológicos de la conservación.

El PN Desierto de los Leones tiene un alto valor biológico, ambiental y ecológico, y la conservación de su sistema forestal favorece la retención de la humedad, la recarga del acuífero, previene la erosión, contribuye a mejorar la calidad del aire, así como al sostenimiento y mejoramiento de poblaciones de flora y fauna silvestre, permitiendo la producción de bienes y servicios ambientales de los cuales depende directamente la población de la Ciudad de México (CONANP-SEMARTAT, 2006).

De acuerdo con Brunett *et al.* (2010), en el PN Nevado de Toluca el potencial hídrico ha disminuido por numerosos impactos antropogénicos, motivo por el cual hicieron un estudio con el objetivo de estimar la disposición de los usuarios de pagar por los servicios ambientales hidrológicos.

Para el PN Molino de Flores, Tudela *et al.* (2011), estimaron económicamente los beneficios sociales generados por la implementación de un programa de recuperación y conservación que impacta en los atributos del área natural.

8- Contaminación

Se define como la presencia en el medio ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico, o la combinación de ellos, que perjudiquen la vida, la salud y el bienestar del humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad de aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general o de los particulares (Camacho y Naranjo, 1983).

En los últimos años se ha mostrado interés sobre este fenómeno; sin embargo, en las ANP ha sido poco estudiado. En los bosques del Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones se ha observado declinación forestal durante las últimas décadas. Se cree que la exposición a los vientos contaminados procedentes de la Ciudad de México es una de las causas (Castro *et al.*, 2007; González-Medina, 2010). Otro caso es el que se presenta en la región minera de San Joaquín, Querétaro, al sur de la Sierra Gorda de Querétaro en la que se identificaron cuatro áreas con contenidos de Hg (mercurio) en suelos por arriba de lo permitido por la Norma Oficial Mexicana y la World Health Organization (WHO) (Hernández-Silva *et al.*, 2012).

9- Dendrometría

Es la medición, cálculo, análisis y/o estimación de las dimensiones de los árboles y bosques desde un punto de vista estático (Romahn de la Vega y Ramírez, 2010).

Esta parte de la dasometría se ha empleado para estimar la densidad básica de la madera de *Pinus hartwegii* Lindl del volcán La Malinche (Rojas-García y Villers-Ruiz, 2005) y para evaluar la variación natural de la densidad de la madera de *Pinus montezumae* Lamb. en tres altitudes (2 650, 2 900 y 3 150 msnm) del PN La Malinche, Tlaxcala, con el objetivo de conocer las oportunidades que ofrece esta especie para implementar un programa de mejoramiento genético de esta característica en el estado de Tlaxcala y la región (Zamora *et al.*, 2007).

10- Deterioro del ecosistema

La continua explotación de los servicios del ecosistema y el deterioro generalizado de la mayoría de ellos, cada vez es mayor e insostenible y es probable que conduzca a cambios irreversibles (Corvalán *et al.*, 2005). Este deterioro incluye, en el componente ecológico: erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, destrucción de bosques y extinción de especies únicas en el mundo. En el componente social la calidad de vida de muchos mexicanos ha disminuido como resultado de ecosistemas agotados, contaminados o explotados más allá de su posible recuperación. La miseria en el campo, los grandes fenómenos migratorios y la contaminación son en parte consecuencias del deterioro del capital natural, lo cual incluye la pérdida de los componentes de la biodiversidad (CONABIO, 2006).

Paz y Cuevas (2006) hicieron un análisis sobre la consecuencia de la pérdida de los recursos

naturales y la importancia de la protección de los mismos de manera general, enfocándose en tres áreas del norte del estado de Morelos.

Arriola *et al.* (2014) menciona que la explotación desmedida de los recursos naturales, la contaminación, el cambio de uso de suelo, la introducción de especies exóticas, los incendios, las plagas y las enfermedades son los principales problemas que conllevan el deterioro de los ecosistemas de 35 ANP del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal o Eje Volcánico Transmexicano. Si bien, diversos temas que han sido expuestos en la presente investigación podrían incluirse en este, los resultados se han presentado acorde con la visión de los actuales investigadores.

11- Ecología de poblaciones

El estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos se denomina “ecología de poblaciones” (Worster, 1979).

En el Corredor Biológico Chichinautzin las especies de venado cola blanca han mostrado ser un gran potencial para promover la conservación y uso sustentable del ecosistema del que forman parte, por lo que antes de poner una estrategia de manejo es necesario conocer las características básicas de distribución de la especie en el área; en este sentido Flores-Armillas *et al.* (2011) determinaron el uso y la preferencia de hábitat del venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* Gmelin en el área.

En otro aspecto García-Vázquez, *et al.* (2006) estudiaron la densidad poblacional y algunos aspectos ecológicos de la Salamandra de montaña *Pseudoeurycea leprosa* Cope en dos tipos de vegetación del PN La Malinche, Tlaxcala.

12- Ecoturismo

El turismo en México representa un importante ingreso de divisas; en 2005 recibió 102,545 mil personas de otros países y se registró un ingreso de 11,795 millones de pesos (SEMARNAT, 2006). Debido a la importancia económica, Velázquez y Balslev (2012) exploraron las razones que explican el crecimiento actual del turismo en Tepoztlán, Morelos.

En el PN Nevado de Toluca, Franco-Maass *et al.* (2009) realizaron un análisis de las posibilidades de aprovechamiento recreativo-turístico en donde se consideró el inventario de 19 recursos

existentes y la evaluación cuantitativa con base en las técnicas de evaluación multicriterio discreta. Los resultados indican que la zona conocida como “La Peñuela” y el cráter del volcán contienen los recursos de mayor valor.

13- Edafología

Se encarga de estudiar al suelo en todos sus aspectos; desde su morfología, composición, las propiedades físicas, químicas y biológicas, formación, evolución, taxonomía, distribución, utilidad, recuperación y conservación (Barrios, 1985).

Flores-Román *et al.* (2009) examinaron y definieron el contexto de pedodiversidad el cual determina el sistema geoecológico de la Sierra de Guadalupe; consideran que su caracterización provee una herramienta única e indispensable para evaluar los riesgos ambientales del ecosistema y las interacciones e interrelaciones en el medio ambiente.

En la actualidad, los estudios de edafogénesis han cobrado mucha importancia, en virtud de que al suelo se le considere, de manera más apropiada, en los diversos programas de conservación de los recursos naturales, ya que se trata de un recurso no renovable, por lo que su degradación acarrea graves consecuencias económicas, sociales y ambientales (Artieda-Cabello, 2004); sin embargo, este tipo de estudios solo se ha realizado en el PN el Tepeyac (Vela-Correa y Flores-Román, 2004).

14- Educación ambiental

Actualmente es necesario que las personas conozcan y comprendan los efectos de sus acciones sobre la naturaleza para encontrar alternativas que permitan frenar el deterioro, la contaminación y sus causas, por lo que se debe contar con la participación de la escuela, la familia y la sociedad (Hermane, 2005).

Hermane (2005) hace un análisis de cómo la población y los visitantes perciben el espacio recreativo El valle del Columpio I, La Marquesa. Para los habitantes la naturaleza tiene un valor fundamental, es parte de su vida y les es imprescindible porque es la fuente más importante de los ingresos; mientras que, para los visitantes que viven en la ciudad el valor del ámbito natural no es tan homogéneo y la naturaleza cumple el papel del lugar para el descanso; sin embargo, tanto los visitantes como los trabajadores de La Marquesa expresaron su preocupación sobre la preservación del medio ambiente.

15- Especies exóticas

Estos organismos ocasionan elevadas pérdidas de biodiversidad en el mundo, ya que alteran la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas invadidos. En el caso de las especies acuáticas, uno de los principales vectores de movimiento o introducción de los peces de una región a otra son las actividades ornamentales y, en México, se han movilizado más de 115 especies exóticas por este medio (Constán-Nava, 2013).

Mejía-Mojica *et al.* (2012) identificaron peces no nativos establecidos en el ambiente acuático de la RB Sierra de Huautla; reconocieron cinco especies provenientes del Centro y Sudamérica, una africana y tres translocadas de otras cuencas de México. Asimismo, Miranda *et al.* (2012) caracterizaron la diversidad de peces en la RB Barranca de Metztitlán, Hidalgo; registraron un total de 7,290 ejemplares, representadas por 16 especies (incluidas 4 introducidas y 4 translocadas).

16- Estudios Multidisciplinarios

Este enfoque, es entendido como un proceso a través del cual se trascienden los límites entre las disciplinas para abordar problemas desde múltiples perspectivas y generar conocimiento emergente (Carrasco, 2016; Morales, 2011).

Un hecho que ejemplifica la inoperatividad de la visión unidisciplinaria es que, en los ámbitos rurales e indígenas, de manera tradicional, el antropólogo o el sociólogo abordan una problemática sin considerar el medio físico-natural y el biólogo o el ecólogo abordan una problemática sin pensar en el componente social. Esto no permite a ninguno de los especialistas entender la complejidad de un problema en el contexto rural e indígena. (Morales, 2011).

Ortíz-Pulido *et al.* 2009, realizaron un estudio en el que caracterizan la fauna, el clima y los aspectos sociales del PN El Chico, Hidalgo; si bien, la investigación en las ANP no debe ser aislada, a la fecha es el único que se realiza con trabajo de campo multidisciplinario.

17- Etología

Se define como la ciencia que estudia las bases biológicas del comportamiento animal, a través de la comprensión de las causas inmediatas de la conducta (Miranda-de la Lama, 2008).

La conducta trófica es un tema de interés para saber cuál es el papel que desempeñan los

organismos en el ecosistema que se encuentran. Trujillo-Jiménez y Espinosa-de los Monteros (2006) describen parte de la conducta alimentaria del pez *Girardinichthys multiradiatus* (MEEK, 1904) en el PN Lagunas de Zempoala. Por su parte, Colón-Quezada (2009) estudió la composición de la dieta de 24 patos mexicanos de la especie *Anas diazi* Ridway, y su variación en dos periodos de otoño consecutivos (2004-2005) en el vaso sur de las Ciénegas de Lerma, Estado de México.

En otro contexto, en la RB Barranca de Metztitlán se analizó por primera vez por medio de una secuencia de fotografías, la conducta de cuidados maternos de una hembra de *Puma concolor* Linnaeus que lleva a sus cachorros a alimentarse (Rojas-Martínez *et al.*, 2013).

18- Fenología

Es la ciencia que estudia las fases del ciclo de vida de los seres vivos y como las variaciones climáticas repercuten sobre los fenómenos biológicos (Valverde *et al.*, 2005). En el lago de Metztitlán, Hidalgo se definieron algunos aspectos reproductivos y de comportamiento sexual de *Menidia jordani* (Woolman, 1894) en un ambiente lacustre ubicado en el límite oriental de su área de distribución natural (Ibáñez *et al.*, 2008).

Díaz-Valenzuela y Ortiz Pulido (2011) evaluaron el efecto de una nevada severa sobre la actividad de colibríes, la abundancia floral y la interacción colibrí-planta en un bosque templado del centro de México.

19- Historia

Tipo de investigación sobre hechos acaecidos en el pasado, es el registro de las acciones realizadas por los hombres (Collingwood, 2000).

Uno de los componentes que se ha dejado a un lado es la manifestación social que conlleva la modificación del ambiente. Velázquez (2008) analiza los movimientos sociales que dieron origen a la oposición, por parte de los pobladores, a la construcción del complejo turístico del club de golf en Tepoztlán, Morelos.

Con respecto a los asentamientos humanos, Rendón-Hidalgo (2011), en su publicación *Hacia una historia de la arquitectura y el urbanismo en México*, describe los complejos arquitectónicos de los grupos que dieron origen a la cultura tolteca y que forman parte del actual PN de Tula.

Por su parte, Espinoza (2012) analizó y describió el surgimiento del Molino de las Flores a través

de la consulta de fuentes primarias con la finalidad de propiciar la conservación del patrimonio histórico-arquitectónico de un molino de trigo de más de 400 años de existencia.

20- Impacto ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3º al impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza” (DOF, 2012).

Dentro de la RB Barranca de Metztitlán se evaluaron los impactos ambientales que se pudieran originar en caso de la construcción del tercer túnel de desfogue en la laguna Metztitlán y justificar el régimen de desfogue que permitiría proteger el medio ambiente (Mendoza *et al.*, 2011).

21- Incendios forestales

Un incendio forestal se define como cualquier incendio de vegetación no programado o incontrolado (FAO, 2010). El fuego puede tener una influencia positiva en la naturaleza, ya que ayuda a mantener la biodiversidad, pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede conllevar a consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas (CONAFOR, 2010).

En este sentido, Wong y Villers (2007) evaluaron los combustibles y su disponibilidad en incendios forestales en el PN La Malinche, para ello analizaron la humedad de los combustibles muertos sobre el suelo, el cual depende principalmente de su diámetro y de la humedad relativa.

Asimismo, Estrada y Ángeles (2007) evaluaron los combustibles forestales en el PN “El Chico”, Hidalgo, con el objetivo de ejecutar acciones tendientes a minimizar el riesgo de que se inicie un incendio forestal.

22- Innovaciones

Existen muchas acepciones de innovación dependiendo del contexto en que se utilice (García, 2012). De forma sucinta se puede decir que la innovación es todo cambio que está basado en conocimiento y que genera valor (COTEC, 2010).

Dentro de las ANP las innovaciones de tecnologías para el desarrollo de estudios de diferente índole generaran dicho valor. Vázquez *et al.*, (2007) indican que el uso de métodos que resulten

en una baja tasa de recapturas o en el deceso de los individuos podría provocar la pérdida de valiosa información; debido a ello, diseñaron una trampa de red y la compararon con trampas de caja para evaluar la eficiencia de captura y recaptura, el sesgo de capturas respecto al sexo y peso corporal, y los tipos de lesiones que causan cada tipo de trampa sobre conejos durante su captura.

23- Legislación publica

Desde hace varias décadas México se enfoca en la regulación oficial respecto a la protección y conservación de sus recursos naturales; sin embargo, esto en gran parte pasa desapercibido dentro de la legislación, ya que en la realidad cada vez es más evidente el deterioro de esos recursos. Durante el 2001, se elaboró un Plan de Manejo de los Parques Nacionales Iztaccíhuatl-Popocatepetl y Zoquiapan y Anexas, no obstante, hasta el 2015 poco se sabía de la implementación de ese plan. Al parecer se han pospuesto indefinidamente las acciones planteadas que tenían como finalidad poner en práctica las políticas de conservación y manejo derivadas de la legislación ecológica (Hernández-García y Granados-Sánchez, 2006).

En el 2006, Hernández-García y Granados-Sánchez analizaron cual es el papel y la trascendencia que a lo largo de la historia moderna han tenido las políticas y la legislación en materia ecológica en el PN Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y Anexas.

24- Microbiología

Es la ciencia que estudia los microorganismos (bacterias, hongos, parásitos y virus), tanto aquellos causantes de enfermedades como los saprófitos y beneficiosos (Granados y Villaverde, 1997).

Leptospira interrogans es una bacteria que ha sido registrada en cualquier especie de mamífero tanto terrestre como acuático. Hernández-Camacho *et al.* (2010) realizaron un estudio en el PN El Cimatario para determinar si esta bacteria está afectando a las poblaciones de caninos silvestres del parque. Los caninos estudiados fueron positivos a ocho de las 11 pruebas realizadas, no obstante, no presentaron sintomatología asociada al patógeno, lo que sugiere que los caninos podrían ser reservorios del mismo.

25- Plagas y enfermedades

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las plagas y enfermedades, debido a que modifican los ecosistemas, provocan daños ambientales y pérdidas económicas en el área donde se presentan (Gurevitch y Padilla, 2004; CONABIO, 2012).

Las plantas parásitas son un grupo polifilético de amplia distribución mundial. En México se encuentran con gran frecuencia las del género *Arceuthobium* M. Bieb. (Viscaceae), conocidos comúnmente como muérdagos enanos. Al sur del cerro Papayo en el ANP “Zoquiapan y Anexas”, Estado de México, coexisten *Arceuthobium vaginatum* (Willd) Presl. subsp. *vaginatum* y *A. globosum* Hawksw. & Wiens subsp. *grandicaule*. Queijeiro-Bolaños *et al.* (2011) estudiaron la distribución diferencial de dos especies de muérdago enano sobre *P. hartwegii* Lindl.

26- Servicios ambientales

Los bosques de las ANP se consideran como un importante depósito de carbono cuya permanencia en el ecosistema depende en gran medida de que no se manifiesten fenómenos naturales y antropogénicos nocivos (Razo-Zárate, *et al.*, 2013a).

En el PN El Chico, Hidalgo se determinó el mejor escenario para el almacenamiento y captura de carbono en bosques de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. Se realizó un inventario forestal en el 2011 en una superficie de 212.95 ha que comprendían tres tipos de bosques: 1) conservado, 2) medianamente alterado y 3) alterado (Razo-Zárate *et al.*, 2013a). Asimismo, Razo-Zárate *et al.* (2013b) estimaron la biomasa y el carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el PN “El Chico”, Hidalgo.

27- Valoración de recursos

En la investigación científica, la relación entre la economía y el medio ambiente ha cobrado fuerza, especialmente la cuantificación del valor de los recursos naturales (Cura *et al.*, 2013).

Martínez (2005) estimó el valor económico de los beneficios que obtienen los usuarios directos del PN Desierto de los Leones, ya que este valor permite que los responsables de tomar decisiones, consideren algunas utilidades que comúnmente no se cuantifican. Por otra parte, en la RB Barranca de Metztitlán, Monroy *et al.* (2011) analizaron la valoración económica del servicio ambiental hidrológico basándose en que los usuarios de estos servicios no están pagando por la recarga del manto freático.

28- Vulcanología

Es la ciencia especializada en el estudio de los fenómenos magmáticos y volcánicos que ocurren tanto en el manto como en la corteza terrestre, involucra la generación, y salida de los minerales que se van formando en el interior de la tierra por el calor que se genera desde el centro del planeta (Carreto *et al.*, 2000).

En 2005, Gómez-Tuena *et al.* realizaron un estudio con el objetivo de promover y facilitar el estudio interdisciplinario del arco magmático mexicano, mediante la revisión de los datos y las ideas que han sido planteadas a lo largo de los años para explicar su origen. Asimismo, Macías (2005) explica la geología e historia eruptiva de los volcanes Nevado de Colima, Nevado de Toluca, Popocatepetl, Pico de Orizaba, Tacaná y Chichón.

Conclusiones

Durante los últimos 10 años la biodiversidad es el tema de mayor interés por parte de los investigadores en las ANP del Centro y Eje Neovolcánico Transversal, seguido de cambio de uso de suelo, ecología de poblaciones y aprovechamiento de recursos. Se considera que esto es debido al enfoque que se le ha dado a las ANP.

Temas de gran relevancia en la actualidad como contaminación, deterioro del ecosistema, especies exóticas, impacto ambiental y educación ambiental no han tenido la atención que se merecen. Se deben considerar debido a los diversos cambios en los ecosistemas por estos factores en los últimos años y que posiblemente en un futuro lleven a consecuencias irreversibles.

Las áreas Naturales en las que se ha divulgado y focalizado la investigación han sido la RB Barranca de Metztitlán y el PN Iztaccíhuatl-Popocatepetl.

La investigación multidisciplinaria abre ventanas de oportunidad permitiéndonos abordar problemas desde múltiples perspectivas y generar conocimiento emergente; sin embargo, es una perspectiva poco abordada al igual que educación ambiental, innovaciones y microbiología.

Se desconocen las causas por las que los investigadores priorizan temas de investigación y áreas naturales protegidas; sin embargo, y debido a la función de un ANP, la legislación gubernamental, los institutos de investigación y los centros de enseñanza deben de considerar la inclusión de todas para su manejo y conservación.

Agradecimientos

A Daniel Torres Orozco Jiménez por las sugerencias, en el diseño de imágenes que pudieron ser incluidas en el artículo. A los comentarios y observaciones que han hecho los revisores anónimos y que permitieron mejorar este trabajo. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Áreas Naturales Protegidas (RENANP). ómico a través de los proyectos SIP-IPN 2012. Asimismo este trabajo Protegidas (RENANP) y con el apoyo economico del proyecto 269540 de Redes Tematicas de CONACYT. Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Literatura citada

- Arribas, P., P. Abellán, J. Velasco, D. Bilton, J. Lobo, A. Millán y D. Sánchez-Fernández. 2012. *La vulnerabilidad de las especies frente al cambio climático, un reto urgente para la conservación de la biodiversidad*. Ecosistemas, Revista Científica De Ecología y Medio Ambiente. 3 (21): 79-84.
- Arriola, P. V. J., E. Estrada, A. Ortega-Rubio, R. Pérez y A. R. Gijón. 2014. *Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal*. Investigación y Ciencia. 60 : 37-49.
- Arriola-Padilla, V. J., E. Estrada-Martínez, R. Medellín-Jiménez, A. R. Gijón-Hernández, L. A. Pichardo-Segura, R. Pérez Miranda y A. Ortega-Rubio. 2015. Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones. pp. 337-374. En: Ortega-Rubio, A., Pinkus-Rendón M. y Espitia-Moreno I. Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste de S.C., La paz B. C., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.
- Artieda-Cabello, O. 2004. *Génesis y distribución de suelos en un medio semiárido*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Quinto (Zaragoza), España. <http://www.geocities.com/RainForest/Andes/4080/genesis.htm> (05 marzo 2004).
- Barragan F, C.E. Moreno, F. Escobar, G. Halffter y D. Navarrete. 2011. *Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity*. PLOS ONE 3 (6): e17976.

- Barrera-Moreno, O., T. Escalante y G. Rodríguez. 2011. *Panbiogeografía y modelos digitales de elevación: un caso de estudio con roedores en la Faja Volcánica Transmexicana*. Revista de Geografía Norte Grande. 48: 11-25.
- Barrios, I. 1985. *La edafología: origen, desarrollo y conceptos*. Vasconia: Cuadernos de historia-geografía. 5 : 89-113.
- Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 385-431.
- Brena-Bustamante, P., R. Lira-Saade, E. García-Moya, A. Romero-Manzanares, H. Cervantes-Maya, M. López-Carrera y S. Chávez-Herrera. 2013. *Aprovechamiento del escapo y los botones florales de Agave kerchovei en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, México*. Botanical Sciences. 2 (91): 181-186.
- Brunett, E., J. Emilio, E. Cadena y M. Vicenta. 2010. *Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México*. Ciencia ergo-sum. 3 (17): 286-294.
- Carrasco L., R. 2016. *La investigación interdisciplinaria e internacional*. Consultado: 2-01-2016. En: <http://www.unife.edu.pe/centro-investigacion/boletin/enlaces/1.pdf>
- Carreto, F., R. González y J. J. Villavicencio. 2000. Geografía General. Universidad Autónoma de estado de México. Estado de México, México. 257 p.
- Castro, B. C., L.I. Bauer, A. Trinidad y R. Carrillo. 2007. *Cadmio, plomo, níquel y zinc en suelos del Parque Desierto de los Leones*. Terra Latinoamericana, 2 (25): 95-103.
- Camacho, N. S. y R. Naranjo. 1983. *Glosario de Recursos Naturales. Agua, Suelo y Vegetación*. Ed. Limusa. Ciudad de México, México. 314 pp.
- Cibrián, T. y J. Cibrián. 2007. Escenarios forestales y enfermedades. En: Cibrián, T. D., Alvarado, D.R. y García, S.E. (Eds.), *Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México*, pp. 4-9, México: Universidad Autónoma Chapingo; CONAFORSEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, 2007.
- Corvalán, C., S. Hales y A. Mcmichael. 2005. *Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre salud*. Un informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM). Consultado: 22/01/2016.

- Disponible en: <http://www.millenniumassessment.org/documents/MA-Health-Spanish.pdf>
- Collingwood, R. G. 2000. *Idea de la Historia*. Ed. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México. 324 pp.
- Colón-Quezada, D. 2009. *Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (Anas diazi) en el vaso sur de las ciénegas del Lerma, Estado de México*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 1 (80): 193-202.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2015. Áreas Protegidas Decretadas. Consultado: 10-12-2015. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores*. Consultado: 15-12-2015. En: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. Consultado: 20/12/2015. En: http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/3/37/capital_natural_2EP.pdf
- Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. *Biodiversidad Mexicana*. Consultado: 15-01-2016. En: http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/pdf/Que_es.pdf
- Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Consultado: 17-01-2015. En: http://www.conanp.gob.mx/pdf_publicaciones/Especies%20invasoras%20Mexicodic2010.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (CONANP-SEMARNAT). 2006. *Programa de conservación y manejo: Parque Nacional Desierto de los Leones*. Consultado: 15-01-2016. En: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/554>
- Constán-Nava, S. 2013. *Ecología de la especie invasora Ailanthus altissima (Mill.) Swingle. Bases para su control y erradicación en Espacios Naturales Protegidos*. Ecosistemas, Revista Científica De Ecología y Medio Ambiente. 1 (22): 83-85.
- Cura, R. A. R., O. D. Zarabozo, G. G. País, H. F. Azcona, G. B. Rodríguez, M. S. Celada y D. V. Alberdi. 2013. *Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la cuenca del*

- río Guanabo, La Habana, Cuba. Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica. (20): 45-55.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente*. Consultado: 20-01-2016. En: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1133/1/ley_general_del_equilibrio_ecologico_y_la_proteccion_al_ambiente.pdf
- Díaz-Valenzuela, R. y R. Ortiz-Pulido. 2011. *Efecto de una tormenta de nieve sobre la interacción colibrí-planta: los patrones espaciotemporales se recobran rápido*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 1 (13): 1243-1248.
- Durand, L. y J. Jiménez. 2010. *Sobre áreas naturales protegidas y la construcción de no-lugares. Notas para México*. Revista Lider. 12 (16): 59-72.
- Elbers, J. (Editor). 2011. *Las áreas protegidas de América Latina: Situación actual y perspectivas para el futuro*. Quito, Ecuador, UICN, 227 pp.
- Endara, A. A. R., G. Nava, S. Franco, A. Espinoza, J. A. B. Ordóñez y C. Mallén. 2012. *Extracción de madera en el Parque Nacional de Nevado de Toluca*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 11 (3): 81-90.
- Erazo, P. M. y R. Cárdenas. 2013. *Ecología: Impacto de la problemática actual sobre la salud y el ambiente*. ECOE. 248 pp.
- Estrada, C. I. y E. R. Ángeles. 2007. *Evaluación de combustibles forestales en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo*. Ecología y biodiversidad, claves de la prevención. Sevilla, España.
- Espinoza, O. R. 2012. *El Molino de Tuzcacuaco. Antecedentes de la hacienda Molino de Flores, Texcoco, Estado de México, 1567-1667*. Boletín de Monumentos Históricos-Tercera Época. 25 : 94-108.
- Flores-Armillas, V., S. Gallina, B. García, V. Sánchez-Cordero y M. Jaramillo. 2011. *Selección de hábitat por el venado cola blanca Odocoileus virginianus mexicanus (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México*. Therya, 3 (2): 263-277.
- Flores-Román, D., G. Vela-Correa, J. E. Gama-Castro y Luis Silva-Mora. 2009. *Pedological diversity and the geoecological systems of Sierra de Guadalupe, central México*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 3 (26): 609-622.
- Franco, S. y M. Valdez. 2003. *Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México. 160 pp.

- Franco, S., H. Regil y J. Benjamín. 2009. *Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca*. Madera y Bosques. 1 (12): 17-28.
- Franco-Maass, S., M. Osorio-García, G. Nava-Bernal y H. Regil-García. 2009. *Evaluación multicriterio de los recursos turísticos, Parque Nacional Nevado de Toluca – México*. Estudios y perspectivas en turismo. 2 (18): 208-226.
- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (COTEC). 2010. *La innovación en sentido amplio: Un modelo empresarial. Análisis conceptual y empírico*. COTEC, Madrid, España. 69 pp.
- Gámez, N., T. Escalante, G. Rodríguez, M. Linaje y J. Morrone. 2012. *Caracterización biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna*. 1(83): 258-272.
- García G. F. 2012. *Conceptos sobre innovación. Contribución al análisis Pest (política, economía, sociedad, tecnología)*. Consultado: 20-01-2016. En: http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/DOC_PE_Conceptos_Innovacion.pdf
- García-Flores, A. M. A. Lozano-García, A. L. Ortiz-Villaseñor y R. Monroy-Martínez. 2014. *Uso de mamíferos silvestres por habitantes del Parque Nacional El Tepozteco, Morelos, México*. Etnobiología. 3 (12): 57-67.
- García-Vázquez, U., M. Gutiérrez-Mayén, C. Hernández-Jiménez y V. Auriolos-López. 2006. *Estudio de la densidad poblacional y algunos aspectos ecológicos de Pseudoeurycea Leprosa en El Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México*. BOL. SOC. HERPETOL. MEX. 1 (14): 10-17.
- Gómez-Díaz, J. D., A. I. Monterroso-Rivas, J. A. Tinoco-Rueda y J. López-García. 2007. *Comportamiento de la vegetación bajo escenarios de cambio climático en la reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México*. Zonas Áridas. 1(11): 61-69.
- Gómez-Tuena, A., Ma. T. Orozco-Esquivel y L. Ferrari. 2005. *Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 3 (57): 227-283.
- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, O., Jiménez, P., Navar J. 2003. *Cambio climático mundial: origen y consecuencias*. Ciencia UANL. 003 (6): 377-385.
- González-Medina R. E., M. Mendoza-Briseño y D. Alvarado-Rosales. 2010. *Exposición a ozono en relación a vitalidad en un bosque de oyamel (Abies religiosa (Kunth) Schltdl. & Cham)*. Madera y Bosques. 4 (16): 7-19.
- González-Ocampo, H., G. Rodríguez-Quiroz y A. Ortega-Rubio. 2015. *Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México*. pp. 19-40. En: Ortega-Rubio, A., Pinkus-Rendón

- M. y Espitia-Moreno, I. Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste de S.C., La paz B. C., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.
- Gurevitch, J. y D.K. Padilla. 2004. *Are invasive species a major cause of extinctions?* Trends in Ecology and Evolution, 9 (19): 470-474.
- Granados, R. y M. del C. Villaverde. 1997. *Microbiología*. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 352 pp.
- Halffter, G. 1995. *¿Qué es la biodiversidad?* Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural. 62 :5-14.
- Halffter, G. 2011. *Reservas de la biosfera: Problemas y oportunidades en México*. Acta Zoológica Mexicana (ns), 27 (1): 177-189.
- Halffter, G., C. Tinoco-Ojanguren, L. Iñiguez-Dávalos y A. Ortega-Rubio. 2015. *La investigación científica y las Áreas Naturales Protegidas en México: una relación exitosa*. pp.3-18. En: Ortega-Rubio, A., Pinkus-Rendón M. y Espitia-Moreno, I. Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste de S.C., La paz B. C., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.
- Hernandez, E. 2005. *La conciencia ambiental en los espacios recreativos naturales. Estudio de caso: el Valle del Cumpio I, La Marquesa*. El Periplo Sustentable. 10 : 23-44.
- Hernández-Camacho, N., C. López-González y M. Guerrero-Carrillo. 2010. *Seroprevalencia de Leptospira interrogans, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. México*. THERYA. 2 (1): 121-128.
- Hernández-García, M. A. y A. Granados-Sánchez. 2006. *El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y el impacto ecológico-social de su Deterioro*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 2 (12): 101-109.
- Hernández-Silva, G., R. García-Martínez, S. Solís-Valdez, S. Martínez-Trinidad, I. Mercado-Sotelo, M. Ramírez-Islas, P. Scharek y G. Solorio-Munguía. 2012. *Presencia del Hg total en una relación suelo-planta-atmósfera al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México*. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 1 (15): 5-15.

- Ibáñez, A., J. García y E. Torres-Orozco. 2008. Aspectos reproductivos de una población del charal *Menidia jordani* (Woolman) del Lago de Metztitlán, Hidalgo. *Hidrobiología*. 1 (18): 1-9.
- Macías, J. L. 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 3 (57): 379-424
- Martínez, C. A. L. 2005. El valor consuntivo del Desierto de los Leones. *Gaceta Ecológica*. 75 : 51-64
- Mejía-Mojica, H., F. Rodríguez-Romero y E. Díaz-Pardo. 2012. Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. *Revista de Biología Tropical*. 2 (60): 669-681.
- Mendoza, M., A. Quevedo, L. Nikolskii, E. Rubiños y E. Hernández. 2011. Impacto y caudales ambientales del túnel propuesto en la laguna Metztitlán, Hidalgo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 4 (2): 111-129.
- Miranda, R., D. Galicia, S. Monks y G. Pulido-Flores. 2012. Diversity of Freshwater Fishes in Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, Mexico, and Recommendations for Conservation. *The Southwestern Naturalist*. 3 (57): 285-291.
- Miranda-de la Lama, G. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *REDVET Revista electrónica de Veterinaria*. 1 (9): 1-8.
- Molina, N. 2005. ¿Qué es el estado del arte?. *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*. 5 : 73-75.
- Monroy, H. R., R. Valdivia, M. Sandoval y J. E. Rubiños. 2011. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico en una Reserva de la Biosfera. *Terra Latinoamericana*. 3 (29): 315-323.
- Monroy, R., G. Castillo-Cedillo y H. Colin. 2007. La Perlita o Perlilla *Symphoricarpos microphyllus* H.B.K. (Caprifoliaceae) especie no maderable utilizada en una comunidad del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Polibotanica*. 23 (1): 23-36.
- Monroy, R.; Quezada-Martínez, A. 2010. Estudio etnobotánico del frijol yepatlaxtle (*Phaseolus coccineus* L.), en el área natural protegida Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 1 (14): 23-34.
- Monterroso-Rivas, A., J. Gómez-Díaz y J. Tinoco-Rueda. 2009. Servicios ambientales hidrológicos bajo escenarios de cambio climático en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo. *Madera y Bosques*. 2 (15): 5-26.
- Morales, J. 2011. Las alternativas ante la crisis y la sustentabilidad. En: Morales, J. 2011. La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural. Ciudad de México, México.

ITESO. 318 pp.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Consultado: 22/10/2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- Ortíz-Pulido, R., A. Ramírez-Bautistas, A. E. Rojas-Martínez, M. Sánchez-Meza, J. A. Granados-Alcantar, A. L. Vega-Sánchez, I. García-Paredes, S. Daniel Hernández-Flores y A. Ramírez-Pérez. 2009. *Caracterización faunística, climática y sociodemográfica del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México*. pp. 49-59. En: Monks S., G. Pulido-Flores y M. López-Herrera. (Eds.). *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas Vol. I*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México.
- Pavón, N. P., R. I. Escobar y R. Ortiz-Pulido. 2006. *Extracción de hojas de la palma "Brahea dulcis" en una comunidad otomí en Hidalgo, México*. Interciencia. 1(31): 57-61.
- Paz, S. M. F. y L. Cuevas. 2006. *Las áreas naturales protegidas del norte de Morelos*. CRIM. Ciudad de México, México. 92 pp.
- Pérez-Pérez, R. E., N. Miramontes-Rojas, J. Aguilar-Rosales y H. Quiroz-Castelán. 2008. *Macrolíquenes cortícolas en dos especies de coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. Acta Universitaria. 2 (18): 33-39.
- Peters, C., A. Gentry y R. Mendelsohn. 1989. *Valuation of an Amazonian rainforest*. Nature 339 : 655-656.
- Queijeiro-Bolaños, M., Z. Cano-Santana e I. Castellanos-Vargas. 2011. *Distribución diferencial de dos especies de muérdago enano sobre Pinus hartwegii en el Área Natural Protegida "Zoquiapan y Anexas", Estado de México*. Acta Botánica Mexicana. 96 (1): 49-57.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, F. Mendoza-Quijano, R. Cruz-Elizalde, R. B. Stephenson, V. D. Vite-Silva, A. Leyte-Manrique. 2010. *Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 114 pp.
- Razo-Zárate, R., A. Gordillo-Martínez, R. Rodríguez-Laguna, C. Maycotte-Morales y O. Acevedo-Sandoval. 2013a. *Escenarios de carbono para el bosque de oyamel del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México*. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 1 (19): 17-21.
- Razo-Zárate, R., A. Gordillo-Martínez, R. Rodríguez-Laguna, C. Maycotte-Morales y O. Acevedo-

- Sandoval. 2013b. *Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el Parque nacional "El Chico", Hidalgo, México*. Madera bosques 2 (19): 73-86.
- Rendón-Hidalgo, V. 2011. *Hacia una historia de la arquitectura y el urbanismo en México, 2011*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 23 pp.
- Rojas-García, F. y L. Villers-Ruiz. 2005. *Comparación de dos métodos para estimar la densidad de madera de Pinus hartwegii Lindl. Del Volcán La Malinche*. Madera y Bosques. 1 (11):63-71.
- Rojas-García, F. y L. Villers-Ruiz. 2008. *Estimación de la biomasa forestal del Parque Nacional Malinche: Tlaxcala-Puebla*. Rev. Ciencia Forestal en México. 104 (33): 59-86.
- Rojas-Martínez, A., M. Aguilar-López y B. Muñoz. 2013. *Cuidados maternales y registros recientes de Puma (Puma concolor) y Gato Montes (Lynx rufus) en el estado de Hidalgo, México*. THERYA. 3 (4): 565-573.
- Romahn de la Vega, C. F. y H. Ramírez. 2010. *Dendrometría*. Serie de apoyo académico No. 26. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). División de Ciencias forestales. México. 294 p.
- Ruiz, V., R. Savé y A. Herrera. 2013. *Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotentente Nicaragua, 1993 – 2011*. Ecosistemas, Revista Científica De Ecología y Medio Ambiente. 3 (22): 117-123.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Flora. México. 504 pp.
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) 2006. *Introducción al ecoturismo comunitario*. Consultado: 17-01-2016. En: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/semarnat_ecoturismo.pdf
- Torres-García, U., C. X. Pérez-Valladares, Y. Herrería-Diego, R. F. Pineda-López. 2014. *Efecto de los factores ambientales sobre la diversidad de insectos hemimetábolos y coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Xichú, Guanajuato, México*. Revista de Biología Tropical. 2 (62): 69-80.
- Trujillo-Jiménez, P. y E. Espinosa-de los Monteros. 2006. *La ecología alimentaria del pez endémico Girardinichthys multiradiatus (Cyprinodontiformes: Goodeidae), en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México*. Revista de biología tropical. 4 (54): 1247-1255.
- Tudela, J., M. Martínez, R. Valdivia, J. Romo, M. Portillo y R. Ventura. 2011. *Valoración económica de los beneficios de un programa de recuperación y conservación en el Parque Nacional Molino de*

- Flores, México. Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(2): 231-244.
- Valdez-Lazalde, J. R., C. A. Aguirre-Salado y G. Ángeles-Pérez. 2011. *Análisis de los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztitlán (México) usando imágenes de satélite: 1985-2007*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 3 (17): 313-324.
- Valverde, T., J. A. Meave, J. Carabias, Z. Cano-Santana. 2005. *Ecología y medio ambiente*. PEARSON EDUCACIÓN. México. 240 pp.
- Vázquez, J., L. Rodríguez-Martínez, A. Bautista, R. Hudson y M. Martínez-Gómez. 2007. *Evaluación de una nueva trampa para capturar conejos silvestres (Sylvilagus cunicularius y S. floridanus)*. Revista Mexicana de Mastozoología. 1 (11): 34-46.
- Vela-Correa, G. y D. Flores-Román. 2004. *Génesis de suelos del Parque Nacional "El Tepeyac"*. TERRA Latinoamericana. 4 (22): 389-399.
- Velázquez G. M. A. 2008. *La construcción de un movimiento ambiental en México. El club de golf en Tepoztlán, Morelos*. Región y Sociedad. 43 (20): 61-96.
- Velázquez, M. y H. Balslev. 2012. *Tepoztlán, una economía de la experiencia íntima*. Latin American Research Review. 3 (47): 134-154.
- Wong, G. J. C. y M. L. Villers. 2007. *Evaluación de combustibles y su disponibilidad en incendios forestales: un estudio en el Parque Nacional La Malinche*. Investigaciones Geográficas (Mx). 62 : 87-103.
- Worster, D. 1979. *Nature's Economy.: The Roots of Ecology* (Garden City, N. Y.: Anchor) Press/ Doubleday, XIV. 424 pp.
- Zamora C. E. M., O. G. Vázquez, A. Pérez, R. Cano, A. Aparicio y E. Fernández. 2007. *Variación Natural de la densidad de la madera en Pinus montezumae Lamb. En tres altitudes del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México*. Foresta Veracruzana. 2 (9): 33-37.

Cita

Ramírez-Huerta L. C. M. López-Guzmán, V. J. Arriola-Padilla*, Z. Trejo-Sandoval, R. Pérez-Miranda y C. L. Jiménez-Sierra. 2016. La investigación en las Áreas Naturales Protegidas de la Región Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México. Áreas Naturales Protegidas Scripta. Vol.2 (2): 37-66. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0003>

Sometido: 19 de Junio de 2016

Revisado: 18 de Julio de 2016

Aceptado: 24 de Agosto de 2016

Editora asociada: Dr. Joaquín Sosa Ramírez

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Human population, socio-economic activities and social-environmental problems of Protected Natural Areas of Mexico

Población humana, actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México

Magdalena Lagunas-Vázquez^{1*}, Luis Felipe Beltrán-Morales¹,

Mariana Bobadilla-Jiménez¹ y Alfredo Ortega-Rubio¹

Abstract:

This work includes a descriptive review of the basic social aspects of a protected natural area (PNA) and of the human populations settled in the PNAs in the country where approximately 3.9% of the Mexican population lives in them. The main socioeconomic activities developed by the inhabitants of PNAs and their most representative socioenvironmental issues are categorized. Just over 80% of the communities located within the geographical limits of the PNAs are populated with less than 15,000 people. This eminent rurality determines the current and potential conditions, especially the actions of rural development and resource management in all PNAs of Mexico by local residents. Undoubtedly, the solution of the socioenvironmental problems described, as well as improving life quality of local inhabitants, must be achieved through local actions of rural sustainable development.

Key words: Protected Natural Areas, human population, local inhabitants, indigenous, socioeconomic activities, socioenvironmental problems, rurality.

Resumen

El presente trabajo incluye una descripción de los aspectos sociales básicos de las ANP: se hace una revisión de la población humana de las ANP del país. Aproximadamente el 3.9% de la

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., 230906, México.

*Autora correspondencia: mlagunas@cibnor.mx

población mexicana vive en una ANP. Se categorizan las principales actividades socioeconómicas que desarrollan los habitantes de las ANP, así como sus problemáticas socioambientales más representativas. Poco más del 80% de los asentamientos que se encuentran dentro de los límites geográficos de las ANP son localidades con poblaciones menores a los 15,000 habitantes. Esta eminente ruralidad determina las condiciones actuales y las potenciales, especialmente en cuanto a las acciones de desarrollo rural y manejo de recursos en las ANP de México, por parte de sus pobladores locales. Indudablemente, la resolución de las problemáticas socioambientales descritas y el incremento de los niveles de vida de los pobladores locales de las ANP de México deben de transitar por soluciones locales de desarrollo sustentable rural.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, población humana, habitantes locales, indígenas, actividades socioeconómicas, problemáticas socioambientales, ruralidad.

Antecedentes

Las Áreas Naturales Protegidas son una de las principales herramientas utilizadas para propiciar la conservación de la naturaleza tanto alrededor del mundo (Duran y Jiménez, 2010; WCPA, 2016), como en nuestro país (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009). En México antes de que la gran mayoría de las ANP fueran declaradas como tales ya tenían grupos humanos habitándolas y haciendo uso de sus recursos naturales (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009). En Centro y Sur América poco más del 80% de sus ANP están habitadas por pueblos indígenas (Alcorn, 1994). Alcorn establece que gran parte de la biodiversidad del planeta se encuentra en territorios indígenas, situación que también ocurre en el caso de México según lo expuesto por Boege (2008, 2009).

Existe un traslape muy claro entre las áreas de mayor biodiversidad del planeta y las regiones densamente habitadas por población indígena del mundo, haciendo coincidir las porciones de alta diversidad biológica y lingüística (Toledo, 2001, 2005; Maffi, 2005). De acuerdo con el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF siglas en inglés) (2000), en el 94% de las 238 eco-regiones terrestres reconocidas como las más importantes por su diversidad biológica en el mundo se encuentran 4,635 grupos etnolingüísticos; esa cifra representa el 67% de todos los grupos etnolingüísticos identificados en el mundo.

Los acuerdos internacionales en temas sobre conservación biológica y desarrollo sostenible consideran en primer orden de importancia la participación en las prácticas de manejo, la interacción y la dependencia de los ecosistemas naturales por parte de las comunidades indígenas y locales en el mundo (Maffi, 2005). Así, el Capítulo 26 de la Agenda 21, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) reconocen y fortalecen el papel de las poblaciones indígenas y sus comunidades y sus estilos tradicionales de vida en pro de la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

Berkes *et al* (2000), consideran que existe una co-evolución entre cultura y naturaleza; y de acuerdo a Pretty *et al* (2008) esta interacción es un proceso que se ha venido dando desde hace miles de generaciones; por lo que la conservación de la biodiversidad es imposible sin tomar en cuenta el conjunto de factores sociales que la condicionan (Mascia *et al.*, 2003). De acuerdo a lo planteado por Davidson-Hunt *et al.* (2016) es imprescindible conocer y valorar la diversidad de interrelaciones entre la gente de las comunidades rurales remotas y la naturaleza para promover la continuidad de los conocimientos existentes y generar nuevos conocimientos (resiliencia) sobre las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza. Muchas sociedades tradicionales rurales que coexisten con la naturaleza adyacente y dependen de ella para su sobrevivencia implementan convivencias que permiten la conservación de la biodiversidad (MMBT., 2004; Pretty *et al.*, 2008).

Durante las últimas décadas, a nivel mundial, se ha generado un conjunto considerable de información que respalda el conocimiento ecológico tradicional (*Traditional Ecological Knowledge*) y los saberes locales en el uso y manejo de los recursos naturales por parte de los habitantes locales de los entornos rurales, incluyendo la concepción del término sistema socioecológico (Ostrom, 1991; Chambers y Conway, 1991; Berkes, 2001; Toledo 2001, 2005; Pretty *et al.*, 2008; Merino y Martínez, 2013).

En un minucioso estudio Boege (2009) analizó la coincidencia geográfica de los territorios con presencia mayoritaria de población indígena con las regiones de mayor importancia en diversidad biológica de México propuestas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Al aplicar los criterios CONABIO encontró que la mayoría de pueblos indígenas se encuentra en ellas, con más de 10, 786,914 hectáreas. Esto representa 7% del total de sus áreas y 26.3% de la superficie de ANP.

De acuerdo con Boege (2009) los indígenas han interactuado en procesos de larga duración con

los ecosistemas de muy alta diversidad biológica, reconocidos como Centros de diversificación biocultural (biocultural hotspots), que son los territorios que coinciden con los centros de origen y diversificación tanto de la biodiversidad natural así como de la diversidad domesticada con los territorios de los pueblos (Boege, 2008). Trabajando en esta misma línea Toledo (2007) ha generado una propuesta Bio-Regional, para el país, que incluye conservación natural y cultural, la cual comprende tres axiomas: 1. Axioma bio-social, 2. Axioma bio-cultural, y 3. Axioma bio-productivo.

México cuenta con un rasgo fundamental que se requiere abordar para tratar temas de conservación, biodiversidad y desarrollo rural: más de la mitad de su superficie está distribuida entre más de 30,000 ejidos y comunidades rurales, 77% de los cuales tienen superficies menores a 3,000 hectáreas, y poco más del 50% de estos núcleos agrarios poseen al menos cada uno de ellos 200 hectáreas de ecosistemas de bosque, selva o matorral forestal (Reyes *et al.*, 2012). De acuerdo a un estudio nacional liderado por el Registro Agrario Nacional (RAN) el país está conformado por un mosaico de unidades territoriales rurales con una alta correlación entre la propiedad social y la distribución de los recursos naturales (Reyes *et al.*, 2012).

De acuerdo a Merino y Martínez (2013) México tiene la mayor extensión de bosques y selvas manejada por comunidades en el mundo (el 18% de los bosques son manejados por comunidades locales), los bosques comunitarios aportan 80% de la madera que se produce a nivel nacional. Según las mismas autoras una tercera parte de las comunidades analizadas en su estudio cuenta con un Plan de Manejo Forestal, 15% procesan la madera agregándole valor, el 46% de las comunidades han creado áreas dedicadas exclusivamente a la protección de los sistemas forestales. Muchas de estas comunidades han invertido ganancias en generar bienes y servicios públicos en los pueblos que habitan, en general tal como lo mencionan las autoras México tiene una extensa experiencia en el manejo de sus bosques comunitarios (Merino y Martínez, 2013).

El objetivo principal del trabajo es hacer una descripción de los aspectos sociales básicos de las ANP del país, cuantificando la población humana de las ANP, identificando la población indígena. Asimismo se ubican los entornos rurales de las ANP. Categorizando las principales actividades socioeconómicas que desarrollan dichos habitantes de las ANP, así como sus problemáticas socioambientales más representativas.

El término rural en ciencias sociales tradicionalmente se ha venido utilizando como lo opuesto

a lo urbano, reconocido en el siglo pasado como el concepto más tajante de diferenciación sobre la división del trabajo (rural/urbano) (García-Bartolomé, 1991). Otra variante para diferenciar lo urbano de lo rural es la categoría censal de número de habitantes (Dirven, 2007). En México el criterio censal que se utiliza a través del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) es el siguiente: una localidad rural es aquella donde habitan 2,500 habitantes (Dirven, 2007).

Para los fines del presente análisis se tomó básicamente el tamaño de la población para definir el entorno rural del ANP, hemos considerado lo rural por entorno (donde a veces se incluyen más de una localidad medianamente cercanas entre sí), que comparten ecosistemas, es decir se encuentran en una misma ANP; por lo tanto en lugares donde confluyen más de una localidad o exista una localidad con una población de hasta 15,000 habitantes se considerara entorno rural dentro de este trabajo, por obvias razones el entorno rural en este trabajo será un espacio geográfico no plenamente georreferenciado.

La información sobre la población humana se tomó de las bases de datos que ofrece la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP en línea, vertida en las fichas técnicas de cada ANP decretada (http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/. Link principal y a partir de dicha dirección electrónica se procedió a consultar individualmente cada ficha técnica de cada ANP por categoría, por lo que resulta imposible poner aquí desplegada la liga para cada ANP consultada). Es importante mencionar que de 177 ANP decretadas en el país, para 71 ANP no existen datos o no tienen población humana (pues las bases de datos de la CONANP no son específicas), eso corresponde aproximadamente al 40% de las ANP. De las 41 Reservas de la Biosfera (RB) decretadas nueve no tienen datos de población humana. De 66 Parques Nacionales (PN) 37 no tienen datos de población humana. De los cinco Monumentos Naturales (MN) solo tres tienen datos sobre la población humana. De las 8 Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN) en una no hay datos población. De las 39 Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) en 6 no hay datos sobre habitantes humanos. En los 18 Santuarios (S) no hay datos de población en 16 de ellos.

Para clasificar las actividades socioeconómicas se consideró la definición del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016), donde: Actividades económicas: Son las actividades cuyo propósito fundamental es producir bienes y/o servicios. Las actividades económicas se pueden clasificar en distintos niveles de desagregación según el tipo de bien o servicio.

Para la clasificación de problemática ambiental en este estudio se consideraron las definiciones

sobre daño ambiental e impacto ambiental vertidas en el Artículo 3. Del Reglamento en materia de impacto ambiental de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente vigente. Que contiene las siguientes definiciones. III.- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso; IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Para identificar las principales actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales, se consultó la información vertida en el portal de la CONANP, específicamente de todas y cada una de las fichas técnicas para cada ANP decretada. Se utilizó la lista de actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales que contienen las fichas, haciendo una base de datos, posteriormente. Se organizó y clasificó la información con criterios relacionales de acuerdo a las definiciones utilizadas en INEGI (2016) para actividades socioeconómicas y en la legislación ambiental para problemática ambiental: agrupándose en el caso de las actividades socioeconómicas sin considerar su magnitud ni continuidad en el tiempo, las actividades fueron consideradas por el solo hecho de estar en la lista de las fichas técnicas de cada ANP (tomando de forma invariable las palabras tal como están redactadas en las fichas, es decir cómo fueron nombradas por las personas que proporcionaron dicha información, es decir desde la dirección administrativa de cada ANP), al final se procesó la información con estadística descriptiva y se elaboraron histogramas de frecuencia por actividad y problemática, así como por ANP y por cada una de las seis categorías (RB, PN, MN, APRN, APFF, S).

La población humana de las ANP de México

De acuerdo a la información analizada aproximadamente el 3.9% de la población mexicana vive en un ANP (Para detalles sobre la población en cada ANP ver el Anexo 1). En México de 4, 689, 557 de habitantes de las ANP, el 5.7% de ellos corresponde a población indígena, es decir aproximadamente 270, 476 personas (Tabla 1). Del total de ANP del país hasta abril del 2016 un 46% de ellas albergan población indígena. Del total de la superficie de terreno que conforma a las ANP del país que son 25, 628,238 hectáreas CONANP (2016), más del 60% de ésta superficie es de propiedad social (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009), incluyendo en este tipo de propiedad más de un 30% de territorio indígena (Boege, 2009).

Tabla 1. Población humana por categoría en las ANP del país

Categoría	Población total	Población Indígena y % de la población total	% población por categoría
RB	438 263	64917 (15%)	9%
PN	3 544 296	79716 (2%)	76%
MN	168	63 (38%)	0.004%
APRN	408 009	109811 (27%)	9%
APFF	298 737	15969 (5%)	6%
S	84		0.002%
Totales	4 689 557	270476 (6%)	100%

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Figura 1a. Proporción de la población concentrada por cantidad de habitantes en RB

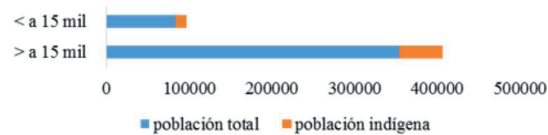


Figura 1b. RB con localidades de más de 15 mil habitantes

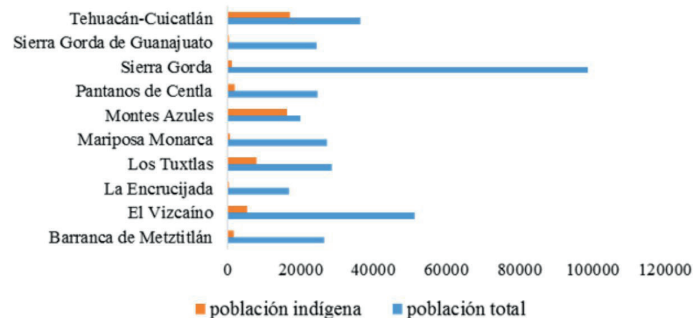
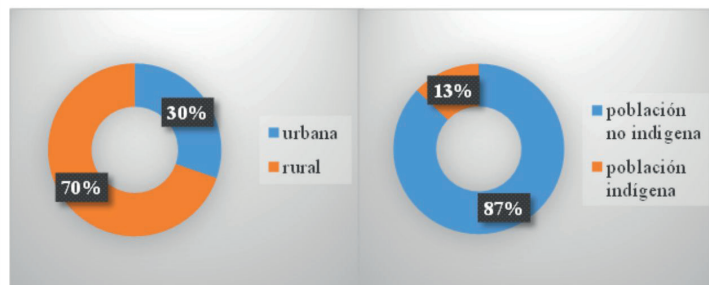


Figura 1c. Proporción de la población por tamaño de la localidad en RB y Proporción de población total e indígena en RB



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

FIGURA 1: RESERVAS DE LA BIOSFERA

Las RB representan un 23% de las ANP del país, poseen un 9% de la población de las ANP. Es la categoría con mayor territorio protegido 12 751 149 hectáreas repartido en 41 ANP, incluyen a 438 263 habitantes, presentan 11 localidades con población superior a los 15 mil habitantes (Figuras 1a y 1b), sin embargo la mayoría de las RB presentan un ambiente rural (Figura 1c). Entre sus habitantes el 13% son indígenas.

Figura 2a. Porcentaje de la población concentrada por cantidad de habitantes en PN

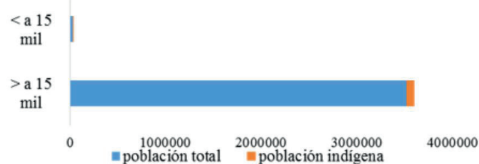


Figura 2b. PN con localidades de más de 15 mil habitantes

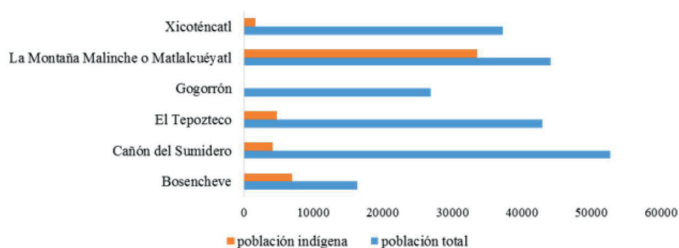
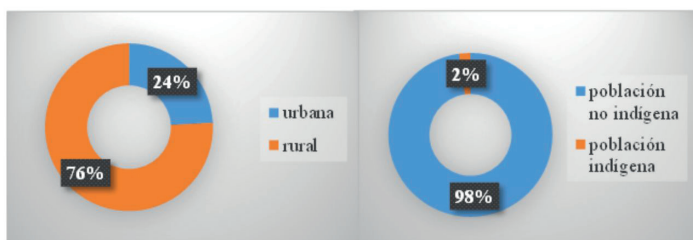


Figura 2c. Proporción de la población por tamaño de la localidad en PN y Proporción de población total e indígena en PN



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

FIGURA 2. PARQUES NACIONALES

Los PN representan un 37% de las ANP del país (son 66 PN en total), poseen un 76% de la población humana de las ANP. Son la categoría con mayor número de habitantes 3 544 296, seis PN presentan poblaciones superiores a los 15 mil habitantes (Figuras 2a y 2b), el PN Cañón de Río Blanco no se consideró en la figura porque él solo posee 3 297 999 habitantes, por lo que se salía de contexto en la misma. Este PN se ubica dentro de 11 municipios y dos Regiones CONANP.

Sin embargo la mayoría de los PN presentan un entorno rural (Figura 2c). Entre sus habitantes el 2% son indígenas.

Monumentos Naturales y Santuarios

Los monumentos naturales son cinco en todo el país, los cuales por su naturaleza poseen muy poca población humana, pues suelen ser recintos muy puntuales, en algunos casos sitios arqueológicos. Es interesante notar por su importancia cultural, que algunos de ellos cuentan con población indígena (Tabla 2).

Tabla 2. Monumentos naturales y su población

Monumento Natural	Población total	Población indígena
Bonampak	11	11
Cerro de la Silla	8	
Río Bravo del Norte		
Yagul	149	52
Yaxchilán		
	168	63

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Figura 3a. Proporción de la población concentrada por cantidad de habitantes en APRN

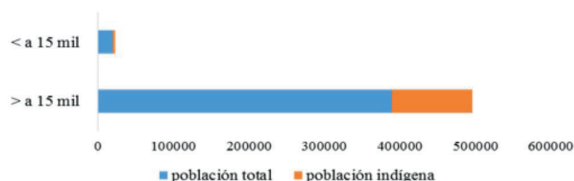


Figura 3b. APRN con localidades de más de 15 mil habitantes

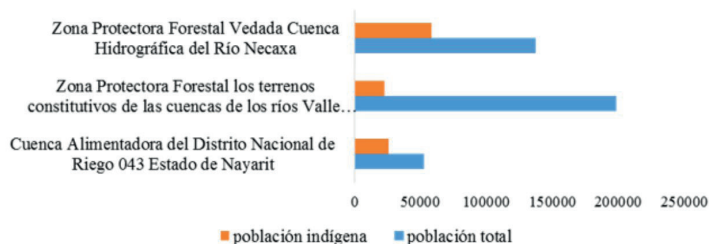


Figura 3c. Proporción de la población por tamaño de la localidad en APRN y Proporción de población total e indígena en APRN

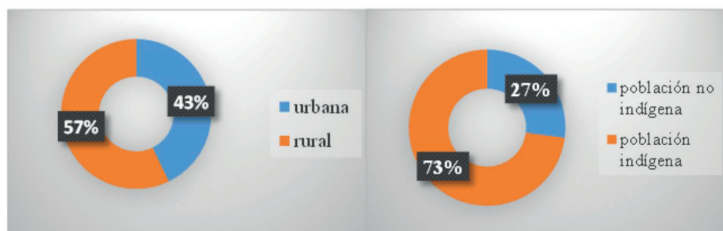


FIGURA 3. ÁREAS DE PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Las APRN representan un 5% de las ANP del país (son 8 APRN en total), poseen un 9% de la población humana de las ANP. Es una de las categorías que posee más población indígena. Más del 50% de su entorno es rural (Figuras 3a, 3b y 3c).

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Figura 4a. Proporción de la población concentrada por cantidad de habitantes en APFF

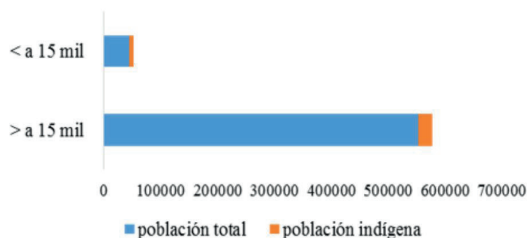


Figura 4b. APFF con localidades de más de 15 mil habitantes

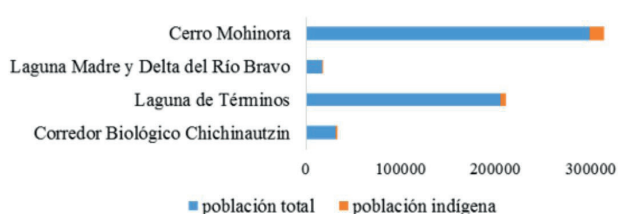


Figura 4c. Proporción de la población por tamaño de la localidad en APFF y Proporción de población total e indígena en APFF

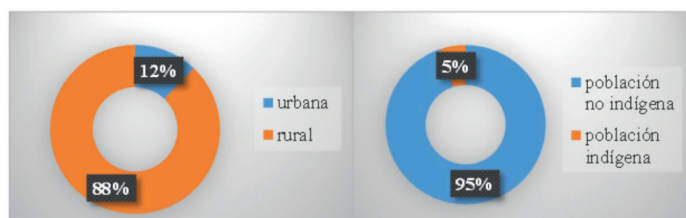


FIGURA 4. ÁREAS DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA

Las APFF representan un 22% de las ANP del país (son 39 APFF en total), poseen un 6% de la población humana de las ANP. Esta categoría presenta una alta concentración de población urbana en pocas localidades (Figuras 4a y 4b); sin embargo presenta muchas localidades de pocos habitantes lo que la hace que presente un predominio de su entorno de tipo rural (Figura 4c), también posee muy poca población indígena.

Los Santuarios, representan el 10% de las áreas protegidas del país, en total son 18, solamente dos tienen población humana y estas son: 1. Islas La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita, y 2. los islotes Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarinos y Playa de Puerto Arista con 15 y 69 habitantes rurales respectivamente.

Principales actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales por frecuencia de presencia en las fichas técnicas de todas las ANP del país

En la Figura 5 se observan las principales actividades y problemáticas por frecuencia de presencia en todas las ANP del país sin tomar en cuenta la categoría de ANP a la que pertenecen. En cuanto a las actividades económicas el desarrollo urbano y cambio de uso de suelo predomina en las ANP del país en una gran proporción, la ganadería extensiva es otra actividad muy representada, y por último en menor grado la infraestructura turística de alto impacto (en este estudio turismo de alto impacto es considerado como equivalente a la definición de turismo de masas, Rábago y Revah, 2014) (Figura 5b). En cuanto a las principales problemáticas más comunes, es decir cacería y/o pesca ilegal y furtiva, contaminación de agua y suelo e incendios forestales ocurren casi con la misma frecuencia (Figura 6 b).

En la Figura 6 se puede notar que existe una proporción casi equitativa en la presentación de actividades y problemáticas, y que en estas se repiten dos actividades y dos problemáticas, tanto en la presencia global de las ANP del país, como en las más presentes en las seis categorías. Dichas actividades son: socioeconómicas infraestructura turística de alto impacto y ganadería extensiva; y en problemáticas cacería/tráfico ilegal de especies e incendios forestales

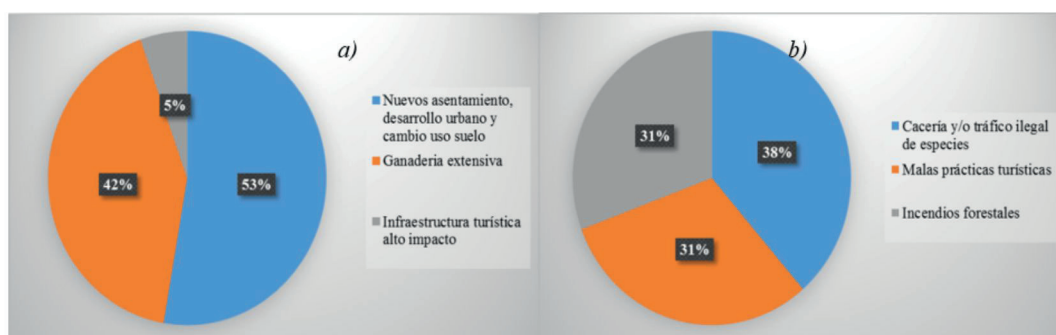


Figura 5. Las actividades socioeconómicas (a) y las problemáticas socioambientales (b) más presentes globalmente en todas las ANP del país sin importar categoría a la que pertenecen.
Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Por último en las Figuras del Anexo 2 se concentraron las 13 actividades socioeconómicas y las 13 problemáticas socioambientales más presentes en todas las fichas técnicas de las ANP del país, el principal objetivo de presentar estas figuras es dar un panorama más completo sobre lo que acontece en las ANP a nivel nacional. En dichas figuras se observan las actividades socioeconómicas y se nota que las más frecuentes tienen que ver con 1) el ramo de la infraestructura y desarrollo

urbano (actividades tales como nuevos asentamientos, cambio de uso de suelo, infraestructura turística de alto impacto, construcción de autopistas). Otro rubro representativo serían las actividades 2) agrícolas y ganaderas, incluyendo aquí la explotación forestal. Como tercer ramo de importancia por su repetitividad sería la 3) extracción de materiales y la minería. En esos tres grandes grupos de actividades socioeconómicas se pueden condensar las principales actividades de las poblaciones humanas de las ANP de México.

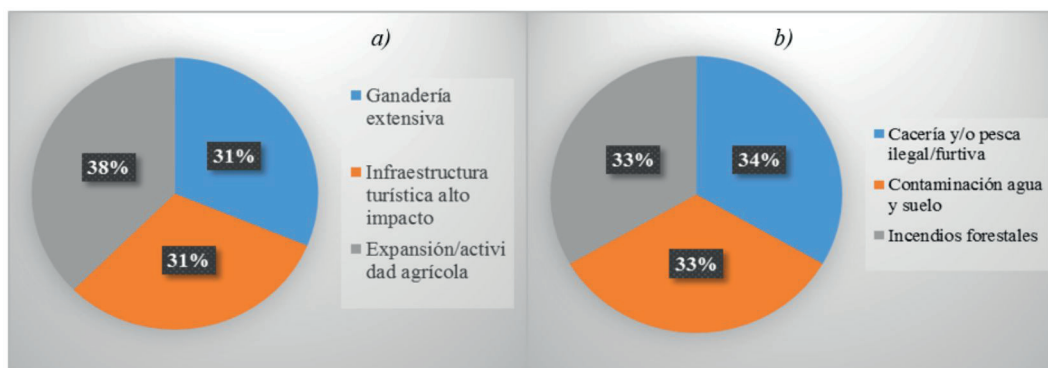


Figura 6. Las actividades socioeconómicas (a) y las problemáticas socioambientales (b) más presentes en las 6 categorías de ANP: RB, PN, MN, APRN, APFF y S.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Las problemáticas socioambientales más frecuentes en todas las ANP del país son preocupantes para la conservación de la biodiversidad y la integridad de la naturaleza, básicamente se conjuntan en dos grandes grupos (Anexo 2): 1) contaminación (suelo y agua), erosión, malas prácticas turísticas e incendios forestales y 2) tráfico ilegal de especies (tala clandestina), caza y pesca ilegal e introducción de especies exóticas.

Discusión Académica

Las ANP del país son instrumentos de conservación de la política ambiental mexicana, dichas ANP se podrían considerar reservas vitales para la vida en general, y por supuesto, la contención humana. Sociopolíticamente hablando son los entornos marco para la sostenibilidad. Es indispensable ubicar qué situaciones y actividades sociales, económicas y políticas se están llevando a cabo en las ANP (Yang *et al.*, 2015), con el fin de reconocer y/o propiciar aquellas actividades más solidarias, equitativas, saludables, es decir: más sostenibles (Bennett y Dearden, 2014a; Bennett y Dearden, 2014b).

Las principales actividades socioeconómicas que ocurren con mayor frecuencia en las ANP del país son el desarrollo de infraestructura turística de alto impacto, y la ganadería extensiva. Asimismo las principales problemáticas socioambientales que ocurren con mayor frecuencia en las ANP del país son la Cacería/tráfico ilegal de especies y los Incendios forestales.

Considerando que las listas donde se registraron estas actividades y problemáticas fueron expuestas en cada ficha técnica de cada ANP, y que dichas fichas han sido descritas por personas que están en cada una de las direcciones administrativas de cada ANP a lo largo y ancho del país, y que interactúan con el día a día en la dinámica sociocultural-ambiental de sus lugares; estas entidades discursivas, que serían las cuatro palabras-frases arriba enumeradas pueden ser un marco de referencia para abocar esfuerzos y recursos para subsanar y/o mejorar en estos rubros, o para indagar más sobre los mismos y sus situaciones locales.

En este mismo orden de los tres grandes grupos de actividades socioeconómicas en los que se condensan las principales actividades de las poblaciones humanas de las ANP de México: 1. Infraestructura y desarrollo urbano, 2. actividades agropecuarias y 3. Minería. Sería importante que los futuros trabajos de planificación y desarrollo sean compatibles, consensuados y reflexionados en todos los niveles de organización y gobierno (sociedad civil, comunidad, delegación, municipio, estado y federal). Asimismo es importante organizar el territorio de manera armoniosa, pensando en lo que la gente va a hacer, lo que puede hacer, y como quiere vivir. En este sentido es interesante conocer y profundizar en apegarse a lo establecido en *Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad* del programa ONU-Habitat (que no es exclusiva de un entorno urbano).

Sobre las problemáticas socioambientales más frecuentes arriba enunciadas, las estrategias implementadas hasta la fecha no han logrado disminuirlas (Bobadilla-Jiménez et al. 2011), mucho menos erradicarlas, al parecer es indispensable emprender acciones diferentes a las que se han venido haciendo. Se presupone que estas problemáticas están relacionadas con malas prácticas, conductas y hábitos; y que pueden interactuar con las condiciones de pobreza y violencia que abarcan a todo el país. Por lo que las estrategias a implementar tienen que tener un fuerte componente de concientización, además de ser integrales y transversales.

Poco más del 80% de las localidades que se encuentran dentro de los límites geográficos de las ANP albergan poblaciones menores a los 15,000 habitantes, a pesar de que ciertas ANP presentan conglomeraciones de localidades o una sola localidad con cientos de miles de habitantes. El hecho

de que un porcentaje mayor de ANP este poco poblada otorga una característica rural eminente a las ANP del país. Por lo mismo esta ruralidad determina las condiciones actuales y las potenciales, especialmente en cuanto a las acciones de desarrollo rural y manejo de recursos en las ANPs de México.

El 40% de ANP decretadas registradas en la CONANP no tienen datos sobre su población humana, probablemente ello obedece a que no tengan habitantes humanos, como es el caso de los Santuarios. Pero en las bases de datos de la CONANP, no se especifica si esta carencia de los datos de población humana es por ausencia de población o por falta de censos. En virtud de las principales actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales que este trabajo identifica, se recomienda ampliamente la planificación y organización del territorio para realmente incidir en la conservación y el desarrollo sustentable. Asimismo se recomienda un mayor énfasis en promover el cambio en las estrategias estatales de conservación pues la resolución de las problemáticas más frecuentes necesariamente transitan por acciones locales, tales como los aspectos de concientización y cambio de conductas, así como con las situaciones de violencia y pobreza que son comunes en estas localidades. Indudablemente, la alianza con grupos humanos locales y su respectiva concientización es una componente importante a considerar en la conservación de la naturaleza (Chambers y Conway, 1991).

La real integración de las poblaciones locales, campesinas e indígenas, es esencial y requerida para el manejo y conservación de la naturaleza, por la estrecha simbiosis que se da entre los habitantes locales y sus recursos naturales. Al respecto se han documentado diferentes experiencias y perspectivas, desde hace varias décadas, por especialistas de diversas disciplinas que coinciden en temas de comunidades originarias, grupos humanos rurales diversos y desarrollo rural o manejo de recursos, así como conservación de la naturaleza, y todas ellas presuponen los beneficios mutuos de estas interacciones entre las comunidades locales y los recursos naturales (Berkes, 2001; Toledo, 2001, 2005; MMBT., 2004; Maffi, 2005; Pretty *et al.*, 2008; Merino y Martínez, 2013). La integración efectiva de los pobladores locales en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas de México, los sitios más biodiversos del país es la única garantía para el desarrollo sustentable dada la condición de ruralidad, que se evidenciada en este estudio.

Consideraciones finales y perspectivas

El papel de las poblaciones locales, especialmente los campesinos y más enfáticamente los indígenas, es esencial y requerido para el manejo y conservación de la naturaleza (Rodríguez-Quiroz, y Álvaro Bracamonte, 2008). Al respecto MMBT (2004), considera que de la gran diversidad de prácticas tradicionales, en diferentes lugares naturales alrededor del mundo; es posible identificar algunas características comunes a numerosas sociedades en su utilización de la biodiversidad: a) tienden a basarse en principios de reciprocidad; b) tienden a ser holísticas, percibiendo al entorno natural en su compleja trama de sistemas ecológicos que interactúan entre sí y del cual la comunidad es un componente más; c) generalmente tienen un vínculo estrecho con la identidad cultural y la autodeterminación local. Para algunos pueblos, las características del paisaje son parte integral de la forma en que reproducen su cultura.

Hablar de patrimonio natural en términos de manejo de los recursos naturales, encierra pues cierta forma de valorar, preservar y explotar la naturaleza; se trata de valores y categorías que no son universales (MMBT., 2004). Las personas de cada lugar tienen su manera propia de categorizar, valorar y usar su entorno natural, de hacer sus propias interpretaciones (Geertz, 1994), de forjarse su propia cultura e identidad. La propuesta teórica Axiomática de Toledo (2007), incluye propiciar la construcción de las *Regiones Bioculturales de Conservación y Desarrollo* con procesos de autonomías y autodeterminación. Lo cual coincide con lo descrito en Lagunas-Vázquez et al. (2013): *es menester la implementación de acciones de co-manejo, gobernanza local y derechos consuetudinarios partiendo de las conceptualizaciones teórico-prácticas más actuales, sobre desarrollo local comunal, desarrollo sostenible, desarrollo humano y bienestar humano.*

De acuerdo a Boeger (2009) es importante reconocer que en México, así como la biodiversidad en general, incluyendo la cultural, los recursos fitogenéticos y los agroecosistemas indígenas en particular se encuentran amenazados. Dentro de las perspectivas de conservación propuestas por Boeger (2009), las estrategias de conservación de la biodiversidad *in situ* figuran como de primera importancia. Así como una serie de recomendaciones para integrar a los pueblos indígenas y al patrimonio biocultural de México en pro de la naturaleza (Boeger, 2009).

Este trabajo destaca la eminente ruralidad que existe en las ANP de México, así como la descripción de las principales actividades socioeconómicas y principales problemáticas

sociambientales que son más comunes y generalizadas en ellas. Estas tres aportaciones conducen a la conclusión de que la resolución de tales problemáticas y el incremento de los niveles de vida de los pobladores locales de las ANP de México deben de transitar por soluciones locales de desarrollo rural sustentable.

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado con el apoyo económico de los Proyectos 251919 de CONACYT Ciencia Básica y del Proyecto CONACYT-Redes Temáticas 269540. Este trabajo es parte de los resultados de las actividades de la Red Nacional Áreas Naturales Protegidas del CONACYT (RENANP). A la Dra. Alba Eritrea Gámez Vázquez Profesora-investigadora Departamento Académico de Economía Área de Conocimiento de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma de Baja California Sur, por su lectura al documento y sus acertadas observaciones. Se agradecen además las acertadas observaciones de dos personas que revisaron el texto de forma anónima. Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Literatura citada

- Alcorn, J. B. 1994. Noble savage or noble state? Northern myths and southern realities in biodiversity conservation. *Etnoecológica*, 2(3), 7-19.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. 2000. *Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management*. *Ecological Applications*. 10: 1251-1262.
- Berkes, F. 2001. *Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods*. IDRC. USA. 320 pp.
- Bennett N. y P. Dearden. 2014a. *Why local people do not support conservation: Community perceptions of marine protected area livelihood impacts, governance and management in Thailand*. *Marine Policy*, Volume 44. Pages 107-116.
- Bennett N., and P. Dearden, 2014b. *From measuring outcomes to providing inputs: Governance, management, and local development for more effective marine protected areas*. *Marine Policy*, Volume 50, Part A. Pages 96-110.
- Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez Carbonell et al. 2009. *Áreas naturales protegidas y desarrollo social*

- en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 385-431.
- Bobadilla M., Alvarez-Borrego S., Avila-Foucat S., Lara-Valencia F., y I. Espejel. 2011. *Evolution of environmental policy instruments implemented for the protection of totoaba and the vaquita porpoise in the Upper Gulf of California*. Environmental Science & Policy, Volume 14, Issue 8, Pages 998-1007
- Boege E. 2008 El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. INAH, CDI, México. Consultado: 25-02-2016. En: http://www.cdi.gob.mx/biodiversidad/biodiversidad_0_preliminares_1-31_eckart_boege.pdf
- Boege, E. 2009. *El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas*, En: Dirzo, R., Gonzalez, R., & March, I. J. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. (pp. 603-649). Conabio, México. 819 pp.
- Chambers, R. y G. Conway. 1991. Sustainable rural livelihoods: Practical concepts for the 21st century. IDS Discussion paper 296. UK. 33p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP. 2016. Áreas Naturales Decretadas. Consultado: 05-01-2016. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- Davidson-Hunt, I.J., Suich, H., Meijer, S.S. and Olsen, N. (eds.). 2016. People in Nature: Valuing the diversity of interrelationships between people and nature. Gland, Switzerland: IUCN. Gland, Switzerland: IUCN. 108pp.
- Dirven, M. 2007. Pobreza rural y políticas de desarrollo: avances hacia los objetivos de desarrollo del Milenio y retrocesos de la agricultura de pequeña escala. CEPAL
- Durand L. y J. Jiménez. 2010. Sobre áreas naturales protegidas y la construcción de no-lugares. Notas para México. Revista Lider Vol. 16 Año 12 2010 pp. 59-72
- García-Bartolomé J.M. 1991. Servicios de Estudios del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Política y Sociedad, 8 (1991), Madrid. 87-94 pp.
- Geertz, C. 1994. Conocimiento local. Editorial Paidós. España. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Metodologías para las encuestas a hogares. Consultado: 16/08/2016. En: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/encuestas/hogares/Cae_ene.pdf
- Lagunas-Vazques, M., Beltrán-Morales, L. F., Santiago-León, F. y A. Ortega-Rubio. 2013. *Indicadores*

- sociales: desarrollo humano en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna*. En: M. Lagunas-Vázquez, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio. (Editores). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. (pp. 303-322). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 475 pp.
- Maffi, L. 2005. Linguistic, cultural, and biological diversity. *Annu. Rev. Anthropol.*, 34, 599-617.
- Mascia, M. B., Brosius, J. P., Dobson, T. A., Forbes, B. C., Horowitz, L., McKean, M. A., & Turner, N. J. (2003). Conservation and the social sciences. *Conservation biology*, 17(3), 649-650.
- Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (MMBT). 2004. Áreas Protegidas: ¿Protegidas contra quién? Uruguay. MMBT. 432 pp.
- Adams B., Berkes F., Ferreira de Athayde S., Dudley N., Hunn E., Maffi L., Milton K., Rapport D., Robbins P., Samson C., Sterling E., Stolton S., Takeuchi K., Tsing A., Vintinner E. and S. Pilgrim. 2008. ¿How Do Biodiversity and Culture Intersect? Plenary paper for Conference "Sustaining Cultural and Biological Diversity In a Rapidly Changing World: Lessons for Global Policy". Organized by American Museum of Natural History's Center for Biodiversity and Conservation, IUCN-The World Conservation Union/Theme on Culture and Conservation, and Terralingua. April 2-5th 2008
- Ostrom, E. 2001. Protecting the Commons: A Framework for Resource Management in the Americas. J. Burger, R. B. Norgaard, D. Policansky y B. Goldstein (Eds.). Island Press. Washington, DC.
- Rábago, N. L. B., y Revah, L. O. 2014. El ecoturismo: ¿una nueva modalidad del turismo de masas? Economía Sociedad y Territorio.
- Reyes, J.A., J.P. Gómez, R.O. Muis, R. Zavala, G.A. Ríos y O. Villalobos. 2012. Atlas de Propiedad Social y Servicios Ambientales en México. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Cooperación Técnica Registro Agrario Nacional - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México. 157 pp.
- Rodríguez-Quiroz y A. Bracamonte. 2008. Pertinencia de las ANP como política de conservación y mejoramiento de la calidad de vida. Análisis de percepción en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. *Estudios Sociales*, 16(32): 143-177.
- Toledo, V. M. 2001. Biodiversity and indigenous peoples. En: Levin, S. (ed) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press: 1181-1197.

- Toledo V., 2005. La ecología rural. Ciencia y Desarrollo (México) 174: 36-43.
- Toledo, V. M. 2005. Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bio regional? Gaceta Ecológica, núm. 77, octubre-diciembre, 2005, pp. 67-83
- Yang H., Rhett H., Zhuang-Fang Y., Goodale E., Ming-Xu Z., and X. Jian-Chu. 2015. *"Changing Perceptions of Forest Value and Attitudes toward Management of a Recently Established Nature Reserve: A Case Study in Southwest China"*. Forests 6, no. 9: 3136-3164.
- Yang H., Rhett H., Zhuang-Fang Y., Goodale E., Ming-Xu Z., y X. Jian-Chu. 2015. *"Changing Perceptions of Forest Value and Attitudes toward Management of a Recently Established Nature Reserve: A Case Study in Southwest China"*. Forests 6, no. 9: 3136-3164.
- World Commission on Protected Areas (WCPA). 2016. What is a protected area? Consultado: 15/08/2016. En: <https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about>
- World Wildlife Fund (WWF). 2000. Indigenous and Traditional Peoples of the World and Ecoregion Conservation. Suiza. 120 pp.

Cita

Lagunas-Vázquez M., L. F. Beltrán-Morales, M. Bobadilla-Jiménez y A. Ortega-Rubio. 2016. Población humana, actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México. Áreas Naturales Protegidas Scripta. Vol.II (2): 7-26. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0004>

Sometido: 24 de Agosto de 2016

Revisado: 21 de Septiembre de 2016

Aceptado: 17 de Octubre de 2016

Editora asociada: Dra. Alba Eritrea Gámez Vázquez

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

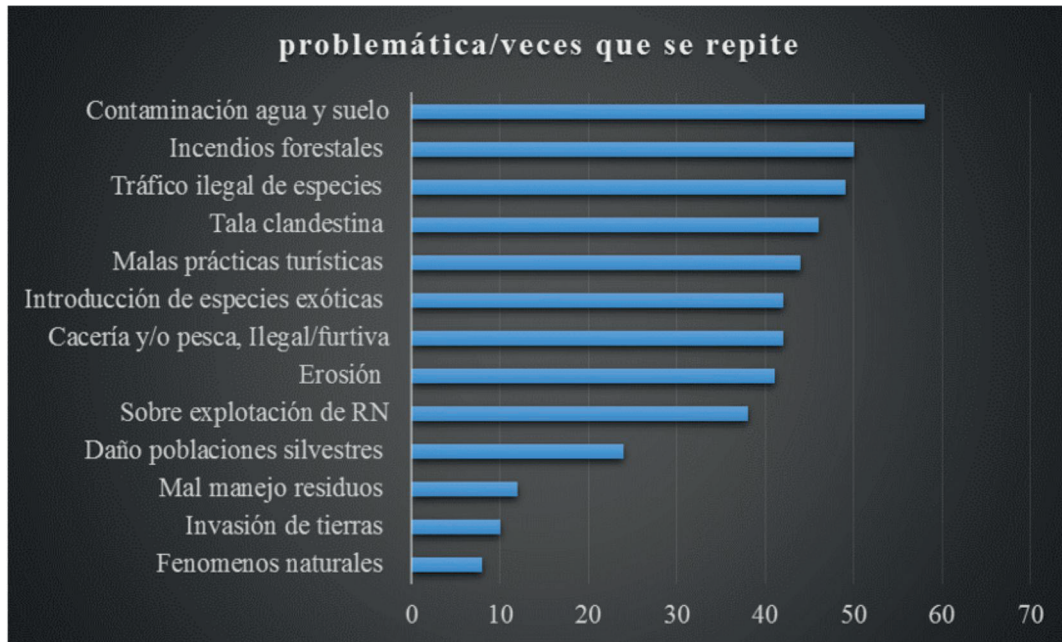
Anexo 1. Población total de cada ANP, que cuentan con datos de habitantes y porcentaje de población indígena (%) en México. Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)

Categoría	Nombre	Población	P. Indígena
	Alto Golfo de California y Delta del	5141	101 (2%)
RB	Rio Colorado		
RB	Barranca de Metztitlán	26533	1533 (5.8%)
RB	Calakmul	2707	1594 (60%)
RB	Chamela-Cuixmala	26	
RB	El Pinacate y Gran Desierto de Altar	49	1 (2%)
RB	El Triunfo	10747	971 (9%)
RB	El Vizcaino	51211	5340 (10.4%)
RB	Isla Guadalupe	92	4 (4.3%)
RB	Islas Marias	2788	131 (4.7%)
RB	Janos	3411	475 (14%)
RB	La Encrucijada	16688	71 (0.4%)
RB	La Sepultura	8468	1032 (12.2%)
RB	Los Tuxtlas	28611	7824 (27.3%)
RB	Mapimí	401	
RB	Mariposa Monarca	27346	644 (2.4%)
RB	Marismas Nacionales Nayarit	1474	
RB	Montes Azules	19921	16204 (81.3%)
RB	Pantanos de Centla	24536	1991 (8.1%)
RB	Ria Celestún	7580	1455 (19.2%)
RB	Ria Lagartos	6782	1825 (27%)
RB	Selva El Ocote	8017	4922 (61.4%)
RB	Sian Ka'an	634	202 (32%)
RB	Sierra de Huautla	3922	27 (0.7%)
RB	Sierra de Manantlán	8416	87 (1%)
RB	Sierra del Abra Tanchipa	3	
RB	Sierra Gorda	98811	1193 (1.2%)
RB	Sierra Gorda de Guanajuato	24385	117 (0.5%)
RB	Sierra La Laguna	409	
RB	Tehuacán-Cuicatlán	36471	16934 (46.4%)
RB	Volcán Tacaná	738	196 (26.6%)
RB	Zicuirán-Infiernillo	11944	43 (0.4%)
RB	Zona marina Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y Salsipuedes	1	
PN	Arrecife de Puerto Morelos	2	
PN	Bahía de Loreto	4	
PN	Bosencheve	16351	6999 (42.8%)
PN	Cañón del Río Blanco	3297999	26900 (0.8%)
PN	Cañón del Sumidero	52672	4130 (7.8%)
PN	Cascada de Bassaseachic	94	7 (7.4%)
PN	Cofre de Perote o		
PN	Nauhcampatépétl	4229	27 (0.6%)
PN	Cumbres de Majalca	35	1 (3%)
PN	Cumbres de Monterrey	2848	42 (1.5%)
PN	Desierto del Carmen o de Nixcongo	1032	
PN	El Chico	505	6 (1.2%)
PN	El Potosí	81	

Categoría	Nombre	Población	P. Indígena
PN	El Tepozteco	42904	4789 (11.2%)
PN	El Veladero	575	32 (5.6%)
PN	General Juan Álvarez	29	
PN	Gogorrón	26872	108 (0.4%)
PN	Grutas de Cacahuamilpa	1359	6 (0.4%)
PN	Huatulco	109	20 (18.3%)
PN	Insurgente José María Morelos	1755	25 (1.4%)
PN	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	2666	141 (5.3%)
PN	Iztaccihuatl-Popocatepetl	244	
PN	La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl	44097	33562 (76%)
PN	Lagunas de Chacahua	2766	187 (6.8%)
PN	Lagunas de Montebello	1587	15 (1%)
PN	Los Mármoles	6043	1052 (17.4%)
PN	Palenque	186	42 (23%)
PN	Sacromonte	18	
PN	Tulum	13	3 (23%)
PN	Xicoténcatl	37221	1622 (4.4%)
MN	Bonampak	11	11 (100%)
MN	Cerro de la Silla	8	
MN	Yagul	149	52 (35%)
APRN	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego Pabellón	1025	2 (0.2%)
APRN	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego Don Martín	2665	12 (0.5%)
APRN	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 0 Bajo Río San Juan	5509	16 (0.3%)
APRN	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego Estado de Nayarit	52498	25768 (50%)
APRN	Zona de Protección Forestal en los terrenos que se encuentran en los municipios de La Concordia, Angel Albino Corzo, Villa Flores y Jiquipilas	10095	3059 (30%)
APRN	Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	198708	22424 (11%)
APRN	Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	137509	58530 (43%)
APFF	Bala'an K'aax	158	105 (66.5%)
APFF	Balandra	2	
APFF	Cabo San Lucas	33	
APFF	Campo Verde	97	1 (1%)
APFF	Cañón de Santa Elena	1454	5 (0.3%)
APFF	Cañón del Usumacinta	8156	3158 (38.7%)
APFF	Cascada de Agua Azul	1872	1815(97%)
APFF	Ciénegas del Lerma	574	9(1.6%)

Categoría	Nombre	Población P. Indígena	
APFF	Corredor Biológico Chichinautzi	31653	1354(4.3%)
APFF	Cuatrociénegas	92	
APFF	El Jabalí	60	
APFF	Islas del Golfo de California	3214	131(4%)
APFF	La porción norte y la franja cost	17	16(94%)
APFF	La Primavera	97	11(11%)
APFF	Laguna de Términos	205487	5584(2.7%)
APFF	Laguna Madre y Delta del Río Br	17199	746(4.3%)
APFF	Maderas del Carmen	45	
APFF	Médanos de Samalayuca	1578	27(1.7%)
APFF	Meseta de Cacaxtla	1162	
APFF	Metzabok	96	96(100%)
APFF	Nahá	204	204(100%)
APFF	Nevado de Toluca	5297	93(1.8%)
APFF	Ocampo	1073	
APFF	Otoch Ma'ax Yetel Kooh	151	151(100%)
APFF	Papigochic	6907	712(10.3%)
APFF	Pico de Tancitaro	1289	49(3.8%)
APFF	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	542	4(0.7%)
APFF	Sierra de Álvarez	1110	
APFF	Tutuaca	4168	991(23.8%)
APFF	Valle de los Cirios	1993	71(3.6%)
APFF	Yum Balam	2957	636(21.5%)
APFF	Cerro Mohinora	298737	15969(5.3%)
SAN	Islas La Pajarera, Cocinas, Mam	15	
SAN	Playa de Puerto Arista	69	

Anexo 2. Principales actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales por frecuencia o veces que se presentan en las fichas técnicas de cada una de las ANP. Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la CONANP (2016)



**The Hydrogeological Conditions in the San José
del Cabo Basin, Baja California Sur, Mexico**

**Las Condiciones Hidrogeológicas en
la Cuenca San José del Cabo,
Baja California Sur, México**

Jobst Wurl^{1*} y Miguel Ángel Imaz Lamadrid ²

Abstract

An analysis of the hydrogeological conditions in the San Jose del Cabo Basin and their interactions with the San Jose del Cabo Estuary is discussed. The estuary consists of fresh-brackish water whose natural influx depends on the runoff from the upper part of the San Jose del Cabo Basin flowing into the San Jose creek down to the estuary and a salt water flux from the sea. The aquifer system and the San Jose del Cabo estuary are affected by different anthropogenic modifications. According to official data, the aquifer of San Jose del Cabo has been over-exploited since 1985 because the volume of permitted water extractions and the ecological discharge that supplies the Estero de San Jose, exceed the calculated mean recharge volume. To reduce the effects of over-extraction, such as seawater intrusion, the wastewater treatment station of San Jose discharges treated water into the Estero San José. Although it pollutes the estuary, it represents an additional source of water for a water body and the associated vegetation. The sandbar is also an important component in the hydrological dynamics of San Jose del Cabo estuary since its break caused by natural or human activity allows water exchange with the sea (outflow of freshwater and inflow of seawater). From 2007 to 2014 a progress of saltwater intrusion was observed, based on results from electrical resistivity sections.

Key words: Fresh water and salt water interface; over-extraction; aquifer; contamination; electrical resistivity.

¹ Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz Baja California Sur, México

² Petróleos Mexicanos (Pemex), Villahermosa, Tabasco, México

*Autor Correspondencia: E-mail: jwurl@uabcs.mx

Resumen

Se presenta un análisis de las condiciones hidrogeológicas en la cuenca San José del Cabo y su interacción con el Estero de San José. El estero consta de un cuerpo de agua dulce-salobre cuya fuente natural de alimentación son los escurrimientos generados en la parte alta de la cuenca y que fluyen en el cauce del arroyo San José hasta la zona del estero y un flujo de agua salada proveniente del mar. El sistema acuífero y el estero están afectados por diferentes modificaciones antropogénicas; de acuerdo a fuentes oficiales el acuífero de San José del Cabo se encuentra desde 1985 en condiciones de sobre-explotación, debido a que el volumen de agua concesionado para la extracción y el gasto ecológico que abastece al estero, sobrepasan la recarga. Para reducir los efectos de la sobre-extracción como la intrusión de aguas del mar, la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales de San José descarga aguas grises hacia el Estero de San José, lo cual contamina el agua, pero también representa una fuente de agua para el cuerpo de agua y la vegetación asociada del estero. La barra arenosa también es un componente importante en la dinámica hidrológica del Estero de San José, ya que su ruptura por causas naturales o humanas permite el intercambio de agua con el mar (salida de agua dulce y entrada de agua de mar). Entre 2007 y 2014 se observó un avance de la intrusión de agua de mar en el acuífero de San José del Cabo, basándose en resultados de secciones de resistividad eléctrica.

Palabras clave: Interfase agua dulce - agua salada; sobre-explotación; acuífero; contaminación; resistividad eléctrica.

Introducción

La Región del Cabo, en el sur de la península de Baja California, es una zona de gran importancia natural y económica. Durante la última década se ha convertido en la región de mayor tasa de crecimiento urbano, debido al desarrollo de actividades turísticas. Uno de los rasgos naturales más distintivos de la región es el Estero de San José, el cual se localiza en la desembocadura de la cuenca San José del Cabo. La cuenca con una superficie de 1,278 km² tiene la mayor importancia con respecto a la extracción de agua subterránea en esta región. El Estero de San José se localiza en la desembocadura de la cuenca San José del Cabo y representa a uno de los pocos cuerpos

de agua dulce costeros en el sur del Estado. De acuerdo a CONANP (2013) el Estero de San José constituye uno de los más grandes ambientes epi-continenciales de la Península de Baja California. La importancia de este estero radica en que es uno de los pocos cuerpos de agua dulce costeros en el sur del Estado y que al formar parte de la cuenca San José del Cabo está sujeto a explotación de sus aguas superficiales y subterráneas, principalmente para uso turístico y urbano (Valdez-Aragón, 2006). De acuerdo al Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Baja California Sur (1994, 2004), un área del estero con una superficie actual de 473ha fue declarada Reserva Ecológica Estatal. En este trabajo se presenta un análisis de las condiciones hidrogeológicas de la cuenca y del acuífero de San José del Cabo, con enfoque a su interacción con el Estero de San José. Especialmente de interés se discute sobre las afectaciones naturales y antropogénicas que sufrió el estero en años pasados.

Materiales y métodos

Se analizó las características físicas e hidrogeológicas de la Cuenca San José del Cabo. Se definió la cuenca hidrológica y su red de drenaje, basándose en el modelo de elevación del terreno de INEGI (Figura 1). Además se reinterpretó las unidades del mapa geológico de la cuenca San José del Cabo (Figura 2) con respecto a su comportamiento hidráulico, definiendo cinco unidades principales en un mapa hidrogeológico (Figura 3). El análisis de las condiciones y cambios en el Estero de San José se basa en imágenes de Google Earth, entre 2006 y 2013 (Figura 4). La interacción entre el acuífero y el estero fue analizada e interpretada en un esquema hipotético hidrogeológico (Figura 5). Además se reconoció la posición de la interfase agua dulce - agua salada por medio de mediciones de la resistividad eléctrica en 2014 y basadas en una reinterpretación de mediciones del años 2007 (Figura 6).

Resultados

Características físicas e hidrogeológicas de la Cuenca San José del Cabo

Esta cuenca se ubica entre dos cadenas montañosas; en el oeste la Sierra La Laguna y al este la Sierra La Trinidad. La Sierra La Laguna es una cadena montañosa alargada en dirección norte-sur con elevaciones desde 800 hasta 2,080 msnm (Padilla *et al.*, 1988), la cual forma el parteaguas entre los escurrimientos hacia el Océano Pacífico y el Golfo de California. Al norte se encuentra limitada

por la cuenca Santiago y al sur por el Océano Pacífico (Figura 1). El flujo del agua subterránea es fundamentalmente a través del relleno de los cauces de los tributarios del Arroyo San José y continua por este arroyo hasta el mar (Puy Alquiza, 1995). La población de mayor importancia, destino de la mayor parte de los aprovechamientos superficiales y subterráneos de la cuenca es la ciudad de San José del Cabo con 69,788 habitantes (INEGI, 2010).

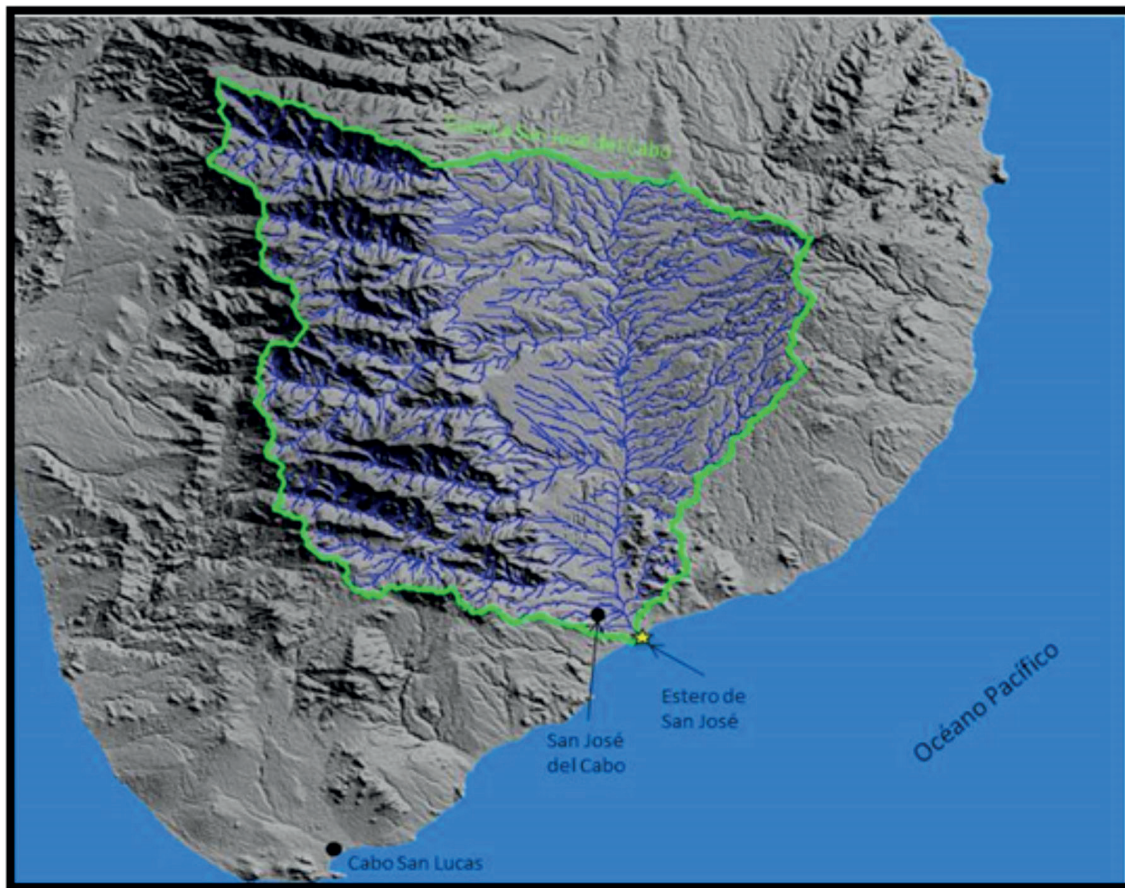


Figura 1. Ubicación de la cuenca San José del Cabo, red de drenaje y principales poblaciones.

En la cuenca dominan climas cálido-seco hacia el norte, y templado-seco en las partes altas de la Sierra de La Laguna (Wurl y Valdéz-Aragón, 2012). Los días más fríos se presentan en enero y la temperatura media anual es de 24°C con un rango de 7 a 40°C (CONAGUA, 2009). El régimen de lluvias es veraniego, siendo septiembre el mes con mayor precipitación pluvial debido principalmente a la aproximación de tormentas tropicales. Según Wurl y Martínez (2006), casi 50% de la precipitación total anual en el área, proviene directamente de los huracanes, aunque en raras ocasiones se presentan fuertes lluvias monzónicas. De acuerdo a CONAGUA (2009), la precipitación media anual es de 404 mm y la evapotranspiración potencial media de 1,573 mm.

En general en la Región del Cabo no existen corrientes superficiales permanentes, los caudales se presentan solo después de lluvias. En este contexto el principal cauce en la cuenca es el arroyo San José el cual corre de norte a sur, recibiendo por su margen occidental escurrimientos de los arroyos Miraflores, Caduaño, La Palma, San Miguelito, San Lázaro, Santa Anita y el Saltito (CONAGUA, 2009). Hacia el oriente, el arroyo de San José recibe aportes de microcuencas provenientes de la Sierra La Trinidad. El orden Strahler de los arroyos que salen de la Sierra La Laguna llega hasta 6, mientras que los arroyos de la Sierra La Trinidad sólo alcanzan el orden 5. El arroyo San José alcanza un orden 7.

La cuenca San José del Cabo tiene una estructura de medio graben y su relleno sedimentario alcanza un espesor aproximado de 1.6 km en el centro de la cuenca (Arreguín-Rodríguez, 2010). En ambos lados de la cuenca se encuentran rocas del basamento del Cretácico, que corresponden a las Sierra La Laguna (al oeste) y La Trinidad (al este). El basamento está conformado por un ensamble ígneo compuesto de granito, granodiorita y un complejo metamórfico. El relleno de la cuenca se encuentra caracterizado por unidades sedimentarias conformadas por las Formaciones Calera, Trinidad, Refugio, Los Barriles y El Chorro cuyas edades van del Mioceno Medio hasta el Pleistoceno (Martínez-Gutiérrez y Sethi, 1997) así como rocas volcánicas del Mioceno Temprano. Hacia el occidente, la Falla San José del Cabo, representa el contacto entre el basamento Cretácico y los estratos sedimentarios. Los depósitos más jóvenes en la cuenca son los aluviones y terrazas pleistocénicas ubicados en los cauces principales y márgenes de los arroyos (Figura 2)

El aluvión es la unidad de mayor relevancia para la infiltración y recarga del acuífero (CONAGUA, 2009; Wurl y Valdéz-Aragón, 2012) ya que en ésta se infiltra no sólo el agua que cae directamente en el área sino también la proveniente de los escurrimientos de las zonas altas de la cuenca. En cambio, los Basaltos, Granitos, Granodioritas y Calcosilicatos representan acuíferos fracturados de media a baja productividad y soportan la mayor cantidad de escurrimientos superficiales que posteriormente se infiltran en mayor cantidad en el aluvión (Figura 3). Los datos sobre balance hídrico en la cuenca indican que existe una recarga de aproximadamente 5% del total de la precipitación, alrededor de 17% en escurrimientos y más del 75% de la precipitación se pierde por evapotranspiración (Wurl *et al.*, 2007). Desde la perspectiva geohidrológica, la región del Aluvión es la zona de mayor relevancia para la recarga del acuífero de San José. La conductividad del Aluvión, tanto en la superficie como a mayor profundidad es alta, lo que

significa una infiltración relativamente alta; se trata de un acuífero libre con un gran potencial de almacenamiento de agua.

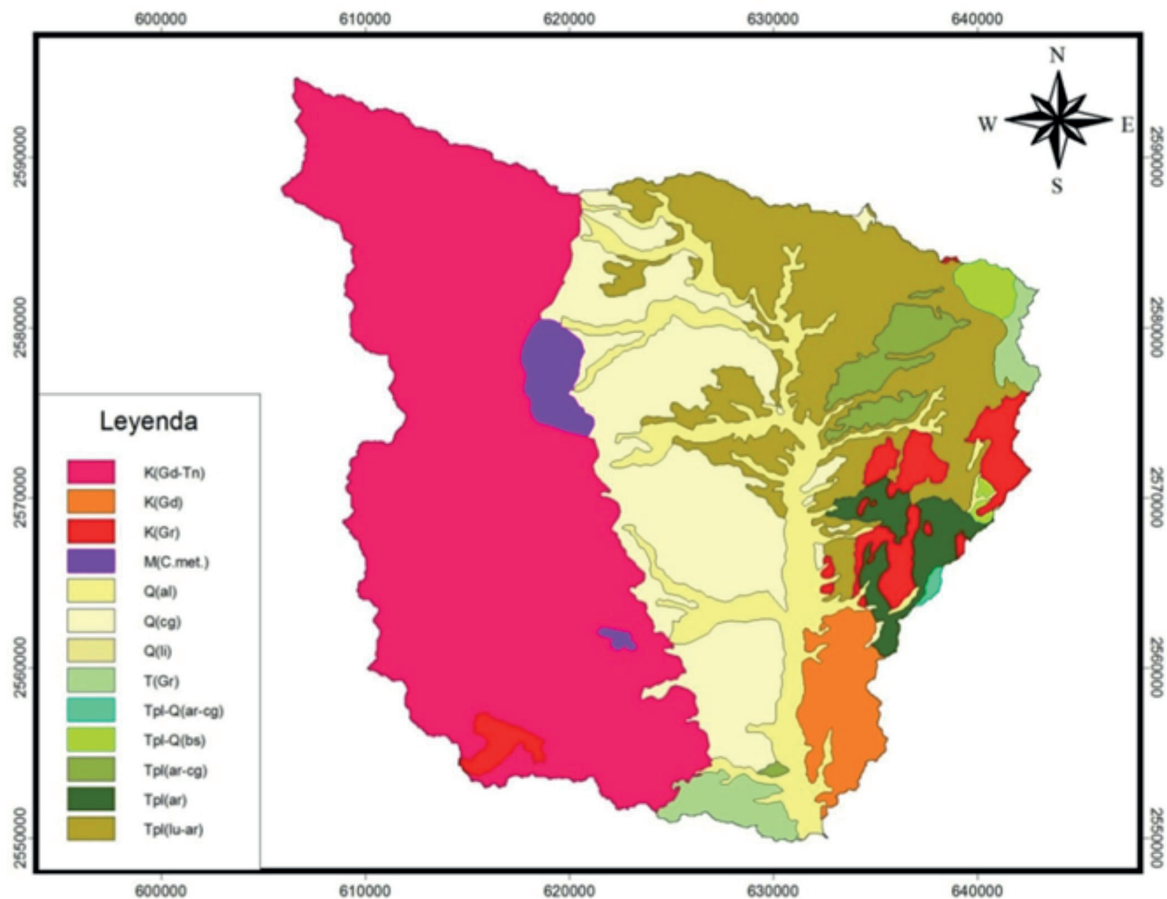


Figura 2. Mapa geológico de la cuenca San José del Cabo.

El Estero de San José, localizado en la desembocadura de la cuenca San José del Cabo, consta de un cuerpo de agua dulce-salobre cuya fuente natural de alimentación son los escurrimientos generados en la parte alta de la cuenca San José del Cabo y que fluyen en el cauce del arroyo San José hasta la zona del estero y un flujo subterráneo de agua salada proveniente del mar. La frontera entre la zona lagunar y el Océano Pacífico es una barra arenosa, de 2200 m de largo. El estero recibe agua del arroyo como flujo superficial y del acuífero.

El sistema acuífero en combinación con el Estero San José están afectados por diferentes modificaciones antropogénicas: El acuífero de San José del Cabo se encuentra desde 1985 en condiciones de sobre-explotación (CONAGUA, 2009); el volumen de agua concesionado para la extracción (actualmente 27.7 millones de m³ al año) y un gasto ecológico que abastece el Estero de San José (de 10.8 millones de m³ al año), sobrepasan la recarga por 2.6 millones de m³ al año

(CONAGUA, 2015). Mediciones de la resistividad eléctrica en 2014 y además la reinterpretación de mediciones del año 2007, realizadas en los puntos A, B, C (Figura 6), indican un levantamiento de la inter-fase agua dulce - agua salada, definida por una resistividad eléctrica de 10 Ohm*m entre 2007 y 2014 (Figura 7).

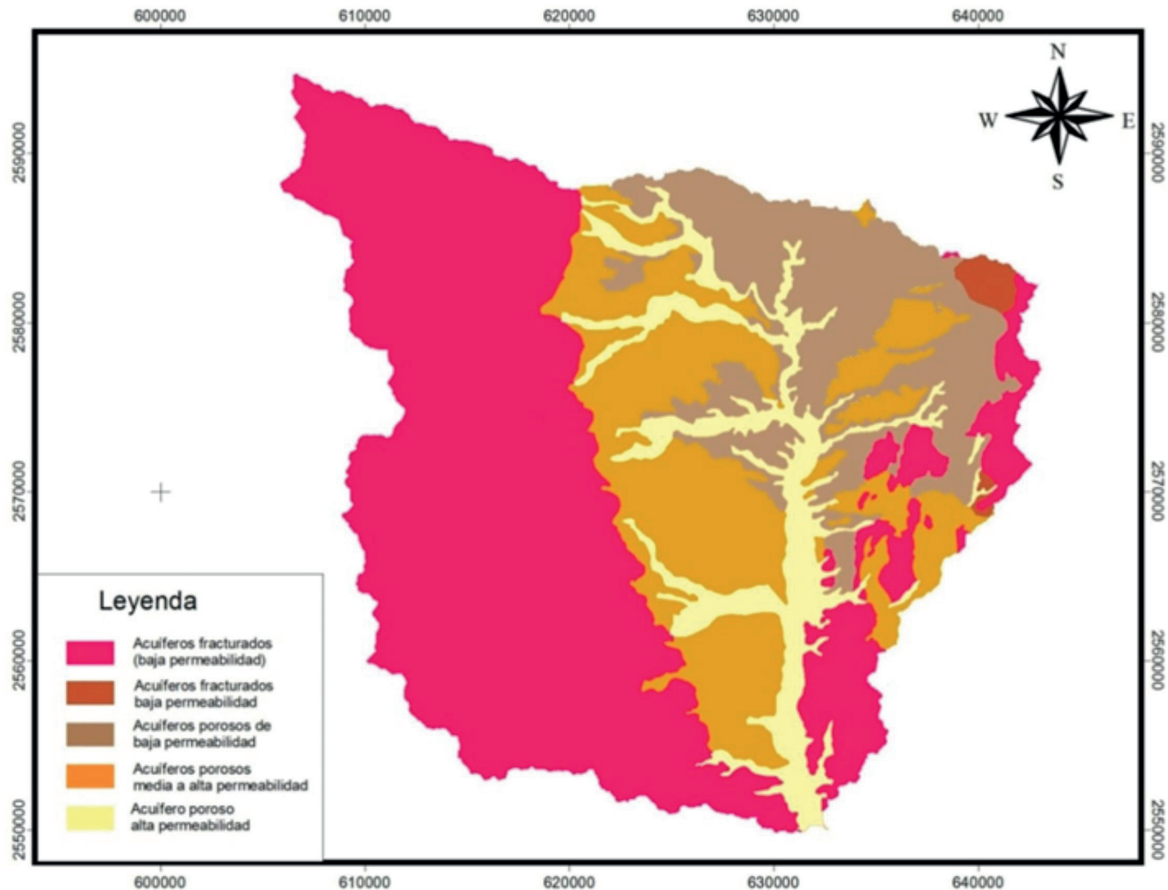


Figura 3. Mapa hidrogeológico de la cuenca San José del Cabo.

Discusión

El Estero está afectado por fenómenos hidrometeorológicos de gran impacto (huracanes), e incendios (entre otros), y siendo parte de la cuenca San José del Cabo depende del aporte de aguas superficiales y subterráneas. La barra arenosa es un componente importante en la dinámica hidrológica del Estero, ya que su ruptura por causas naturales o humanas permite el intercambio de agua con el mar (salida de agua dulce y entrada de agua de mar) (Figura 4).

La intrusión salina es un proceso natural que ocurre en acuíferos costeros cuando el agua de mar se infiltra, y bajo condiciones naturales mantiene un equilibrio controlado por el flujo y la

presión del agua dulce, las mareas y la porosidad de las rocas. Entre el agua dulce y agua del mar se establece una interfase de mezcla entre ambos. Bajo condiciones de sobreexplotación del acuífero costero, como en el caso del acuífero de San José del Cabo, la interfase agua dulce - agua salada avanza tierra adentro.



Figura 4. Arriba. Se observa la zona lagunar cerca de su capacidad máxima con la barra arenosa adelgazada. Derecha. Se observa una pérdida considerable del agua lagunar debido al rompimiento de la barra arenosa. Derecha inferior. La zona lagunar presenta un nivel moderado hídrico y la barra arenosa se ve intacta.

Para reducir los efectos de la sobre-extracción, la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales de San José descarga aguas grises hacia el Estero de San José, lo cual contamina el agua, pero también representa una fuente de agua dulce para el cuerpo de agua y la vegetación asociada al Estero. El aporte excesivo de nutrientes hacia el cuerpo lagunar ha ocasionado que sus aguas se encuentren eutrofizadas, lo cual favorece durante los meses de más calor el crecimiento excesivo de plantas acuáticas flotantes y el crecimiento desmedido del tular, lo cual disminuye la superficie del espejo de agua (PRONATUR, 2010).

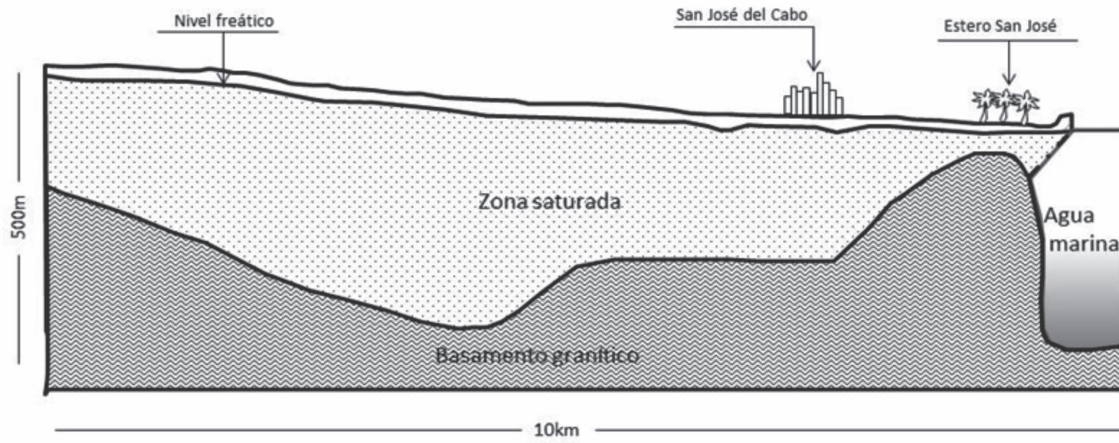


Figura 5. Esquema en el que se muestra la localización inferida del alto del basamento el cual probablemente favorece la acumulación de agua dulce en la zona lagunar del Estero de San José.



Figura 6. Vista actual del Estero de San José (13/08/2016) y la ubicación de los Sondeos geo-eléctricos (registrados en 2007 y 2014).

Conclusiones

El sistema acuífero y el Estero de San José están afectados debido a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos de gran impacto (especialmente avenidas provocadas por huracanes) y modificaciones artificiales (como pérdidas de suelos y la modificación del cauce natural de los arroyos). La construcción de la marina Puerto Los Cabos en 2006, debido a su cercanía al estero y el relleno de la parte norte del estero modificaron sus características hidráulicas. La Estación de Tratamiento de Aguas Residuales de San José descarga aguas negras y grises hacia el Estero de San José. Entre 2007 y 2014 se observó una reducción del espesor de la capa somera de agua dulce en el Estero. Se recomienda observar la variación interanual de la interfase por medio de secciones geo-eléctricas y medición de la conductividad eléctrica en pozos de observación.

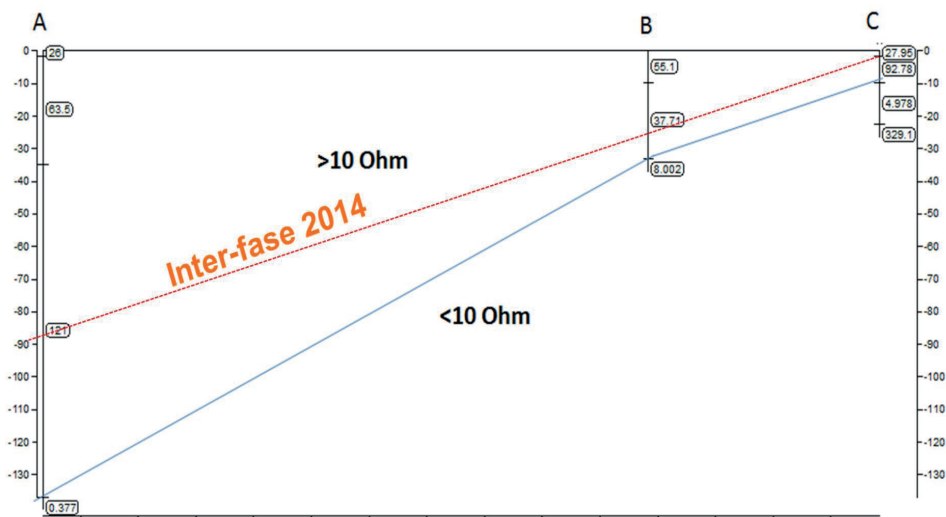


Figura 7. Posición de la inter-fase entre aguas dulces y aguas saladas en 2007 (azul) y 2014 (naranja).

Agradecimientos

Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Literatura citada

Arreguín-Rodríguez, G. d. J. 2010. *Evolución estratigráfica en el margen occidental de la cuenca San José del Cabo, arroyo San Dionisio, Baja California Sur*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 67 pp.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2009. *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero (0319) San José del Cabo*. Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. 28 pp.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015. *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero (0319) San José del Cabo*. Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. 31 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas). 2013. Ficha informativa del sitio RAMSAR Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo. Consultado: 03-12-2013. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Estero%20San%20Jos%C3%A9%20del%20Cabo/Mexico%20Sistema%20Ripario%20de%20la%20Cuenca%20y%20Esteros%20San%20Jos%C3%A9%20del%20Cabo%20RIS%20S%202008.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Consultado: 04-02-2013. En: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/default.aspx?ev=5>
- Martínez-Gutiérrez G. y S.P. Sethi. 1997. *Miocene-Pleistocene sediments within the San José del Cabo Basin, Baja California Sur, México*. Geological Society of America 318: 145-166.
- Padilla, A.G., S. Pedrín Avilés y E. Díaz Rivera. 1988. *Historia geológica y paleoecología*. Pp. 27-36. En: Arriaga, L. y A. Ortega (Eds.). *La Sierra La Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. La Paz, México. 191 pp.
- PRONATURA Noroeste, A.C. (compiladores). 2010. *Plan de Conservación del Estero de San José del Cabo, B.C.S., México*. La Paz, Baja California Sur, México. 54 pp.
- Puy Alquiza M.I. 1995. *Relación Recurso Agua, Población y Corredor Turístico de San José Del Cabo, B.C.S., México*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). México. 225 pp.
- Valdez Aragón, A.R. 2006. *Diagnóstico, Servicios Ambientales y Valoración Económica del Agua en el Corredor Turístico-Urbano de Los Cabos, B.C.S.* Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México 146 pp.
- Wurl, J. y G. Martínez Gutiérrez. 2006. *El efecto de ciclones tropicales sobre el clima en la cuenca de Santiago, B.C.S., México*. Ponencia presentada en el III Simposio Internacional en Ingeniería y Ciencias para la Sustentabilidad Ambiental y Semana del Ambiente 2006, 5-6 de junio, México, D.F.

- Wurl, J. P. Hernández, J. Gaytán, J. Martínez, M. Imaz. 2007. En. Breceda, A.; Maya Y.; Castoreña L.; Martínez G.; Wurl J.; Miranda R. y Valdez, A. "Manejo Integral de la Cuenca Hidrológica Forestal de San José del Cabo, B.C.S." Informe Técnico CONAFOR-CONACYT (CO1-5671). 69 pp.
- Wurl J. y A.R. Valdéz-Aragón. 2012. *Las condiciones hidrogeológicas en el municipio de Los Cabos*. pp. 23-37. En: Gangster, G., O. Arizpe, A. Ivanova (Eds.). Los Cabos: Prospectiva de un Paraíso Natural y Turístico. San Diego State University Press. Estados Unidos de América. 533 pp.

Cita

- Wurl J. y M. Á. Imaz Lamadrid. 2016. Las Condiciones Hidrogeológicas en la Cuenca San José del Cabo, Baja California Sur, México. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2016. Vol. 2 (2): 91-102. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0005>

Sometido: 15 de agosto de 2016

Revisado: 07 de noviembre de 2016

Aceptado: 29 de noviembre de 2016

Editor asociado: Dr. Alejandro Maeda Martínez

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Geomorphic and Hydrographic characteristics in the San José del Cabo Basin, Baja California Sur, Mexico, as a risk factor for floods

Aspectos Geomorfológicos e Hidrográficos de la Cuenca San José del Cabo, Baja California Sur, México, como Factor de Riesgo a Inundaciones

Saúl Chávez López^{1*}, Anahí Mendoza Albañez¹

Abstract

The San José del Cabo drainage basin located in the southern tip of the State of Baja California Sur is threatened mainly by the high incidence of hurricanes. In addition to the meteorological phenomena, the geomorphological and hydrographical aspects of the basin represent a risk factor that increases flood vulnerability. In this study, widely recognized conventional geological techniques were used to identify three geomorphological units: mountain ranges, flood plains, and coastal strips, which are segmented by a dense network of intermittent dendritic drainage systems, integrating a sixth order exorheic basin. The San José del Cabo basin is funnel-shaped representing a risk factor due to its huge catchment area and reduced outlet. These characteristics along with intrinsic aspects of the basin cause heavy rains to flood the bottom plain where the San José estuary and human settlements are located showing a higher natural vulnerability to flooding.

Key words: Hurricane, Run-off, Water flow, Vulnerability, Pristine.

Resumen

La cuenca de San José del Cabo, se localiza en la porción meridional del estado de Baja California Sur, en cuya región la principal amenaza es la alta incidencia de huracanes. Adicional a los fenómenos meteorológicos, los aspectos geomorfológicos e hidrográficos de la cuenca, destacan como factor

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B. C. S., México, C. P. 23096, Teléfono: 612 1238428

* Autor Correspondencia: E-mail: schavez04@cibnor.mx

de riesgo que incrementan la vulnerabilidad a inundaciones. Para su análisis se emplean técnicas convencionales de la geología ampliamente reconocidas tanto en campo como en gabinete. Se reconocieron tres unidades geomorfológicas: sierras, planicie aluvial y franja costera, las cuales se encuentran segmentadas por una densa red de drenaje dendrítico de régimen intermitente, que en conjunto integran una cuenca exorreica de sexto orden. La forma de embudo de la cuenca destaca como factor de riesgo, por su amplia área de captación y reducida desembocadura; lo que aunado al resto de los aspectos intrínsecos de la cuenca, condicionan que durante lluvias intensas, la parte baja de la llanura aluvial en donde se ubica el poblado y estero de San José del Cabo, presente la mayor vulnerabilidad natural a ser inundada.

Palabras clave: Huracán, Esguerrimiento, Caudal, Vulnerabilidad, Prístino.

Introducción

En el estado de Baja California Sur, existen evidencias de una intensa actividad volcánica, cuyas rocas integran la orografía de la sierra de La Giganta que se extiende desde el sur del vecino estado de Baja California, hasta al suroeste de la Bahía de La Paz. De igual manera las numerosas fallas normales que afectan la región peninsular evidencian la actividad tectónica de esfuerzos extensionales, que dieron origen al Golfo y Península de California y cuya actividad continúa en la actualidad con el Sistema de Fallas de San Andrés. Sin embargo y sin dejar de considerarlos como un riesgo, ni el vulcanismo y la sismicidad, han causado tantos daños como las inundaciones por efecto de lluvias intensas asociadas a fenómenos hidrometeorológicos.

Autores como Serra (1971), Latorre y Penilla (1988) y Martínez-Gutiérrez y Mayer (2004), coinciden en que Baja California Sur, es uno de los estados de la República Mexicana con mayor probabilidad a la incidencia de huracanes; los cuales representan la amenaza principal a ocasionar inundaciones, afectando a la mayoría de los poblados que integran el estado. Aunado a esto se suma las variaciones climáticas interanuales del índice de oscilación austral (IOA); a lo que autores como Pavía y Badan (1998), Reyes-Coca y Troncoso-Gaytán (2001) y Magaña *et al.* (2003) refieren que las relaciones estadísticas indican que durante años de El Niño (ENOS), la génesis, trayectorias e intensidad de huracanes aumenta en el Pacífico. Así los poblados del Municipio de Los Cabos son los más afectados, destacando los poblados de Cabo San Lucas y San José del Cabo

al ocupar el límite sur de la península, y ser los más expuestos y primeros en recibir el impacto por la trayectoria hacia el norte de las depresiones, tormentas tropicales y huracanes, que se originan en el Océano Pacífico Oriental.

Las amenazas meteorológicas que condicionan el riesgo de inundaciones, no siempre ocasionan desastres, ya que estos son el resultado de la conjugación de diferentes factores que inciden en un tiempo y lugar determinado con una periodicidad aleatoria. Así la intensidad o magnitud del desastre se presenta en principio por la suma de la vulnerabilidad inherente al medio físico-ambiental y las características intrínsecas del fenómeno (frecuencia, magnitud, intensidad, duración, etc.) en el área donde se produce.

Lugo-Hubp (1986), refiere que un primer paso para el estudio de una región es el análisis morfológico en mapas topográficos, fotografías aéreas o imágenes satelitales, ya que a partir de las rupturas de las pendientes principales, se puede obtener altura, orientación, simetría, configuración de la red fluvial, entre otros aspectos físicos de la región a estudiar. Por su parte Gutiérrez-Elorza (2008), menciona que la combinación de la forma de la cuenca y del sistema de drenaje, influyen en la capacidad de erosión y en los máximos o picos de la inundación. En este sentido Sánchez y Batista (2005) proponen la relación entre altura del terreno e inundaciones, considerando que los terrenos que se encuentran por debajo de los 160 metros sobre el nivel medio del mar (msnm), son vulnerables a inundarse como producto de fuertes precipitaciones.

Considerando estas aseveraciones, el objetivo del presente trabajo es analizar los aspectos geomorfológicos e hidrográficos de la cuenca de San José del Cabo, como factores de riesgo a inundaciones. Esto adquiere interés debido al acelerado crecimiento poblacional y mancha urbana, así como a la importancia que dicho poblado ha adquirido en las últimas décadas como destino turístico nacional e internacional, con una dinámica socioeconómica importante para el estado.

Materiales y métodos

Como plataforma de trabajo para la elaboración de mapas, perfiles y obtención de parámetros morfométricos, se emplearon los programas de cómputo Arc-GIS versión 10.2, Surfer versión 8 y Google Earth. Para la elaboración de las bases de datos de precipitación e incidencia de huracanes, así como de gráficos se utilizó la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2010.

El mapa base se elaboró con cartografía vectorial del Instituto Nacional de Estadística y

Geografía (INEGI), escala 1: 50,000 (San José del Cabo F12B44; Palo Escopeta F12B45; Cabo Pulmo F12B35; y Santiago F12B34), así como el Modelo Digital de Elevación (MDE) con resolución de quince metros. Para la delimitación y digitalización de unidades y subunidades geomorfológicas se emplearon imágenes SPOT pancromáticas del año 2010 (E564/303, E565/303, y E565/304).

El trabajo de campo se efectuó del 9 al 12 de julio de 2012 y del 25 de febrero al 1 de marzo de 2013; este trabajo consistió, en el reconocimiento y descripción de unidades y subunidades geomorfológicas de la cuenca de San José del Cabo previamente identificadas en gabinete, mediante caminatas y vistas panorámicas en áreas elevadas apoyados con un GPS MobileMapper 6 de la marca Magellan. El análisis de precipitaciones (medias mensuales, media anual y total anual) se realizó con datos por día para los años de 1926 al 2010, de las estaciones meteorológicas San José del Cabo, San Felipe y Santa Anita, cuya información fue proporcionada por la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Baja California Sur, mientras que la información de las estaciones Caduaño, Yeneka y Mangle, se obtuvo de CONAGUA en línea (<http://www.smn.cna.gob.mx/>).

La incidencia de huracanes se obtuvo con la depuración de la base de datos de las estaciones meteorológicas antes referidas, como lluvias extraordinarias y cotejadas con información proporcionada por la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de CONAGUA, Baja California Sur, así como la obtenida en línea en UNISYS (<http://weather.unisys.com/hurricane/>), y el Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos (Secretaría de Desarrollo Social de Los Cabos, 2006). El mapa de vulnerabilidad natural a inundaciones, se elaboró y analizó empleando los aspectos geomorfológicos, y la información generada en los apartados de hidrología superficial, análisis de precipitaciones e incidencia de huracanes, apoyados en los criterios de relación entre altura del terreno e inundaciones de Sánchez y Batista (2005) y de la combinación de forma de la cuenca y sistema de drenaje de Gutiérrez-Elorza (2008).

Área de estudio

El área de estudio se ubica en la porción meridional del estado de Baja California Sur, México.

Corresponde a la cuenca hidrográfica de San José del Cabo, limitada geográficamente por las coordenadas 23° 27', 23° 01' latitud norte y por los meridianos 109° 59', 109° 32' de longitud oeste (Fig. 1). El clima en la parte alta de la cuenca (Sierra La Laguna) es templado subhúmedo,

con temperatura media anual de 14.7 °C y precipitación total anual entre 500 a 700 mm. Hacia la parte baja, el clima es muy seco y muy cálido con temperatura media anual de entre 22 a 24 °C y precipitación total anual de entre 200 a 300 mm (INEGI, 1996). Las características orográficas y climáticas, condicionan a su vez la distribución de vegetación en la región, la cual presenta condiciones ecológicas muy particulares, como el caso de la Sierra La Laguna en donde se ubica, el único bosque de pino-encino, del estado, contrastando con la vegetación tipo Matorral Sarco Crasicaule de la parte baja de la cuenca y la cual caracteriza la aridez de la mayor parte del estado de Baja California Sur (Arriaga *et al.*, 1992; INEGI, 1996).

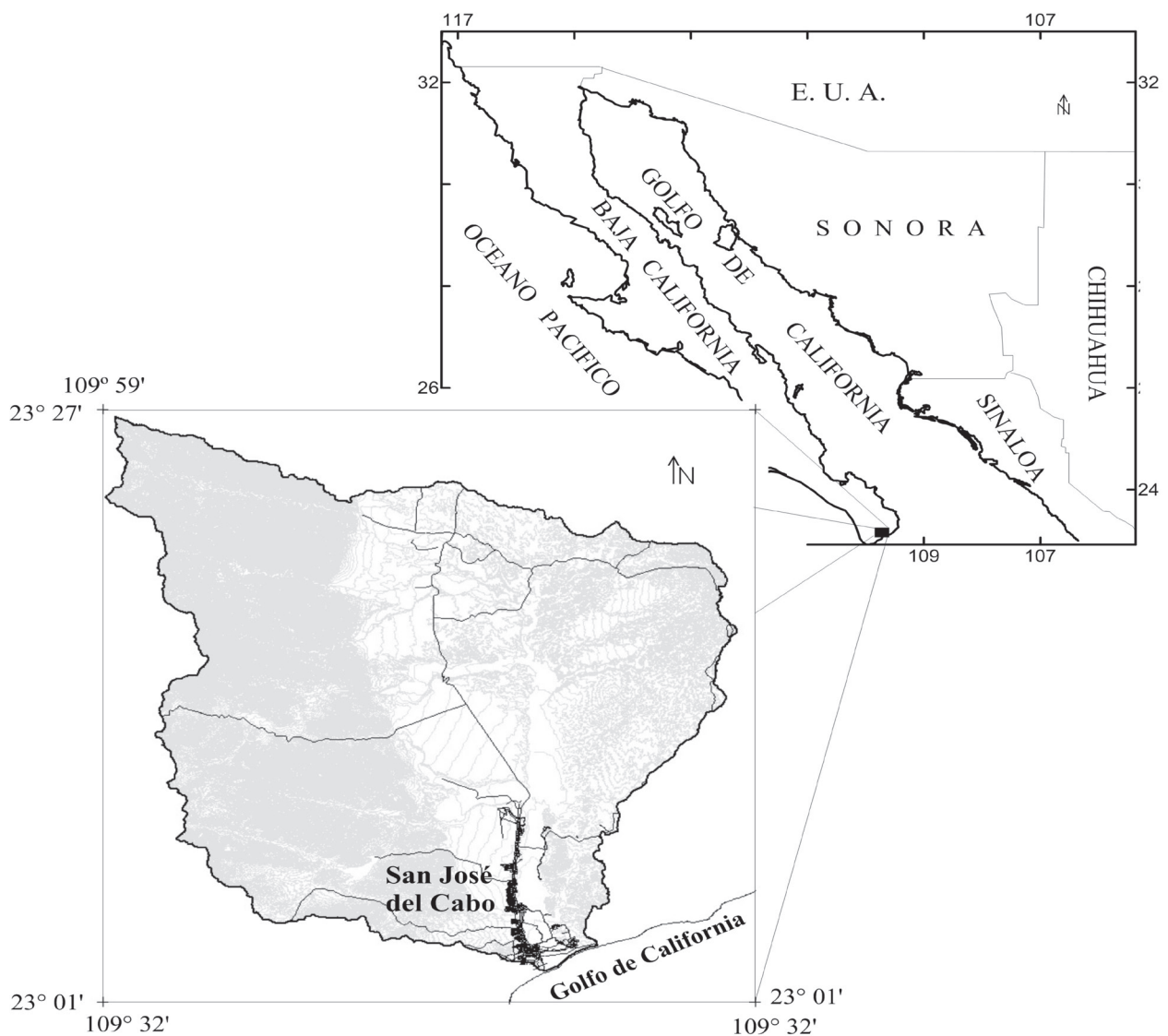


Figura 1. Localización de la cuenca hidrográfica de San José del Cabo.

Los suelos de la Sierra La Laguna son en general someros y fácilmente erosionables, en la parte baja de la cuenca presentan una clase textural gruesa, principalmente regosoles, constituidos por materiales sin consolidar del tamaño de la arena (Cancino *et al.*, 1994). El origen de la mayoría de estos suelos es el resultado del intemperismo y erosión de las rocas de composición granítica que integran la Sierra La Laguna (Chávez-López, 2012).

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 1999), la cuenca San José del Cabo forma parte de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad del Cabo, la cual Ortega-Gutiérrez (1982), refiere como Complejo Cristalino de La Paz, y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1995), como el Bloque de Los Cabos, cuya génesis y evolución se relaciona con el emplazamiento de los terrenos tectonoestratigráficos que conforman el Estado, y cuya porción meridional, Campa y Coney (1983) denominan como Terreno Alisitos, y Sedlock *et al.* (1993) como Terreno Pericú, integrado en dos terceras partes por rocas ígneas intrusivas del Cretácico.

Resultados

Geomorfología

Las topoformas que integran la geomorfología de la cuenca San José del Cabo son: 1) Sierras, 2) Llanura Aluvial y 3) Franja Costera (Fig. 2), todas ellas integradas a su vez por subunidades geomorfológicas de menor escala:

Sierras, se diferencia en Sierra Alta (1) y Sierra Baja (1'), las cuales estructuralmente corresponden a pilares tectónicos (*horst*) (SGM, 2008):

(1) Sierra Alta, integra la porción occidental de la cuenca, y corresponde a parte de la vertiente oriental de la Sierra La Laguna. En el área de estudio esta sierra se diferencia desde la cota de los 300 msnmm, a partir de donde las pendientes se hacen más pronunciadas con un rango de entre 30° a 68°. Las mayores elevaciones en esta porción de la cuenca, corresponden a los cerros Tezcalote con 1,500 msnmm, y Salsipuedes con 1,900 msnmm; se encuentra constituida por rocas de composición granítica del Cretácico Superior y afloramientos aislados de rocas metamórficas del Mesozoico intensamente falladas y fracturadas (Fig. 3).

Las subunidades geomorfológicas que caracterizan la Sierra Alta son:

- **Picachos**, forman las partes más elevadas de la cuenca y presentan forma irregular y pendientes abruptas.

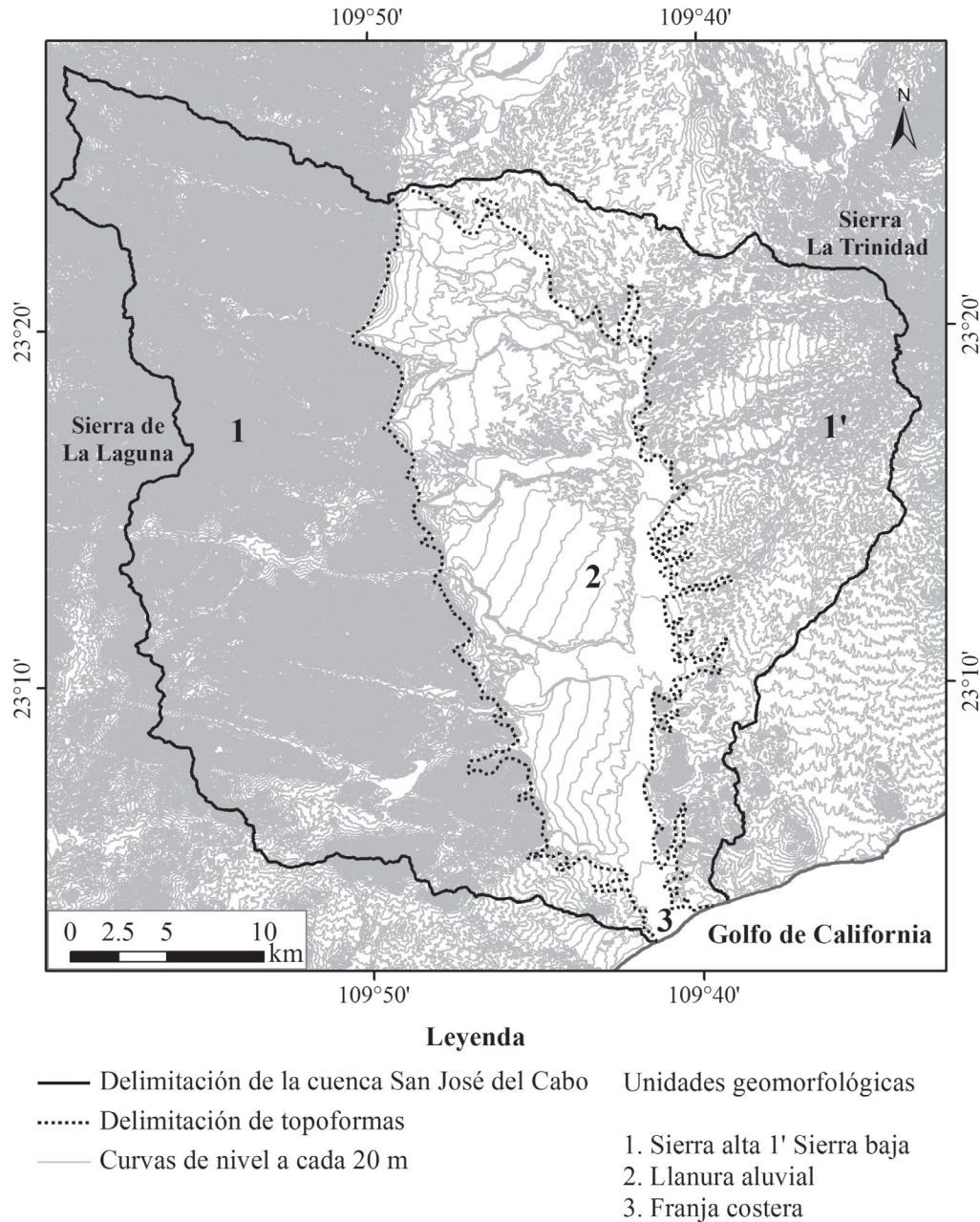


Figura 2. Unidades geomorfológicas de la cuenca San José del Cabo.

- **Valles Intermontanos**, se forman entre las montañas en donde confluyen arroyos por lo que pueden considerarse como valles aluviales intermontanos. Un ejemplo es el área en donde se construyó la presa San Lázaro.

- **Cañadas**, corresponden a trazas de fallas con orientación noroeste-sureste, paralelas entre sí y perpendiculares al parteaguas occidental de la cuenca. Presentan pendientes pronunciadas y valles aluviales angostos que dan forma a los arroyos El Saltito, San Lázaro, San Miguelito, La

Palma, San Ignacio, Portezuelo y arroyo Boca de La Sierra, los cuales cortan la llanura aluvial para integrarse al cauce principal que corresponde al arroyo San José.

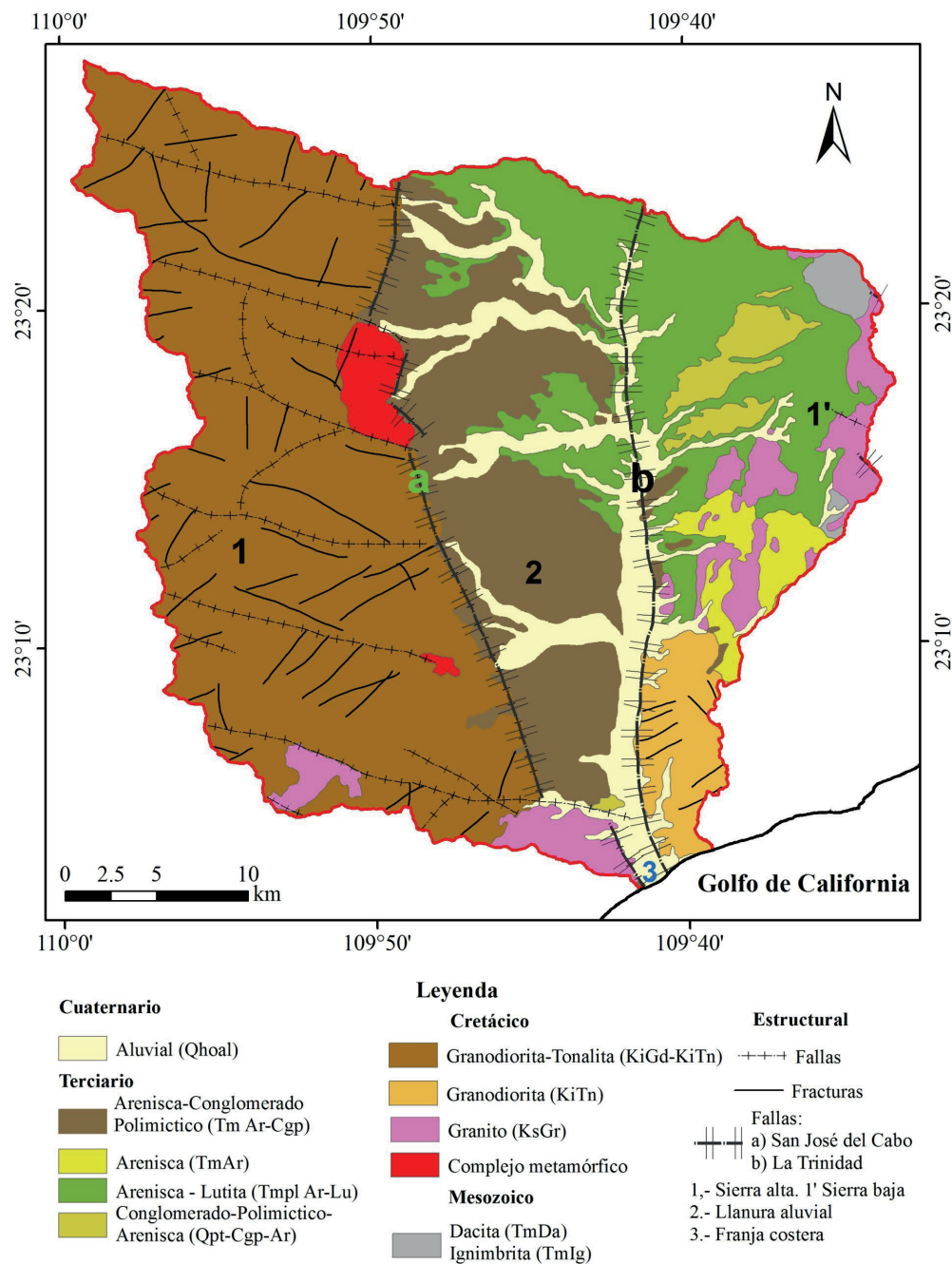


Figura 3. Geología de la cuenca de San José del Cabo (INEGI, 1996, SGM, 1999).

(1') **Sierra Baja**, integra el límite oriental de la cuenca, y corresponde a parte de la vertiente oeste de la Sierra La Trinidad (Fig. 2). Esta sierra se diferencia en el área de estudio a partir de la cota 40 msnmm, con pendiente moderada de entre 13° y 30°; presenta su mayor elevación en

el cerro El Cuete, con 620 msnmm. Se encuentra integrada por rocas sedimentarias terciarias, de las Formaciones Trinidad, Los Barriles, Refugio y el Chorro. A diferencia de la Sierra Alta, ésta se encuentra menos afectada por fallas y fracturas (Fig. 3).

Las subunidades geomorfológicas que caracterizan la Sierra Baja son:

- **Cañadas**, a diferencia de las de la porción occidental de la cuenca (Sierra Alta), éstas son menos profundas y con valles amplios. Son paralelas entre sí y perpendiculares al parteaguas de la cuenca, sus valles aluviales tienden a ampliarse conforme se aproximan a la llanura aluvial y se incorporan como tributarios al cauce principal del arroyo San José.

- **Bajada con lomeríos**, distribuida de forma irregular entre la cota de los 40 a 160 msnmm, destacan los cerros con alturas menores a los 250 msnmm, con cimas redondeadas y pendiente moderada.

(2) **Llanura Aluvial**, integra la porción central del área de estudio (Fig. 2), estructuralmente corresponde a una fosa tectónica (*graben*) limitada tajantemente al oeste con el *horst* de la Sierra Alta, mediante la falla San José y al este con el *horst* de la Sierra Baja, mediante la falla La Trinidad (Fig. 3). Presenta pendiente suave de entre 5° a 30°, y se encuentra integrada por depósitos Cuaternarios de aluvión. En esta unidad geomorfológica, destaca el cauce del arroyo principal San José, que segmenta a la Llanura Aluvial en una porción occidental y una oriental (Fig. 2).

- **Porción occidental**, tiene mayor amplitud comparada con la porción oriental, debido al desarrollo de abanicos aluviales y erosión diferencial, que dan origen a las mesas La Palma, La Palmilla y San Bernabé con elevaciones entre los 100 y 250 msnmm, compuestas de conglomerado del Cenozoico y depósitos Cuaternarios aluviales (Fig. 3).

- **Porción oriental**, se encuentra poco desarrollada, por lo que el Valle Aluvial, se encuentra limitado por la bajada con lomeríos de la unidad geomorfológica de Sierra Baja (Sierra La Trinidad), así como por los valles aluviales de los arroyos que provienen de las cañadas de dicha sierra que se integran como tributarios del arroyo San José.

- **Cerros isla** (*inselbergs*), estos se encuentran diseminados en la porción norte de la llanura aluvial, en general son de poca altura (100 – 200 msnmm) y se encuentran constituidos tanto por rocas sedimentarias (Arenisca-lutita) del Terciario, como por rocas de composición granítica del Cretácico (Fig. 3).

(3) **Franja costera**, forma el límite inferior de la cuenca, con una extensión de 4.5 km y amplitud

variable e integrada por depósitos litorales Cuaternarios. En esta unidad geomorfológica destaca el Estero San José del Cabo, por ser la porción baja de la cuenca, acotada entre la línea de costa y los 10 msnmm, con una longitud de 1.2 km, que se integra como continuidad y desembocadura del arroyo San José hacia el Golfo de California. Dicho estero corresponde a un valle aluvial inundado por agua de mar y cuyo origen se asocia a la elevación del nivel del mar del último periodo interglaciar con el cual se establece la actual línea costera del Holoceno. En el estero se encuentra vegetación acuática como tule (*Typha domingensis*), carrizo (*Arundo donax*), lentejilla de agua (*Lemna gibba*), entre otras, formando un frente irregular de islotes separados por canales intermareales con depósitos areno limosos y limo arcillosos.

Otras subunidades geomorfológicas que caracterizan la franja costera son:

- **Barrera arenosa**, presenta una longitud de 0.6 km y amplitud promedio de 40 m, su porción emergida no sobrepasa los 1.5 msnmm; cierra la desembocadura del estero por lo que en conjunto y desde el punto de vista geomorfológico corresponde a una pequeña laguna costera. El desarrollo y establecimiento de esta barrera arenosa es producto del aporte sedimentario a través de la cuenca de San José del Cabo y cuencas vecinas, así como del nivel energético del oleaje que condiciona el transporte longitudinal y transversal de sedimentos.

- **Playas**, integradas por arena de textura de gruesa a fina de color café claro, presentan pendiente suave de 13°, y se ubican a ambos extremos de la barrera arenosa.

Hidrología superficial

La cuenca San José del Cabo se encuentra formando parte de la región hidrológica RH6 Baja California Sureste, La Paz (INEGI, 1996). Su morfometría la limita el parteaguas con un perímetro de 184 km, el cual enmarca un área de 1,275 km², en forma de embudo con su mayor amplitud hacia la parte media con 40 km y menor en su desembocadura con 4.5 km (Fig. 4). La red hidrográfica en el área de estudio está integrada por un drenaje denso de régimen intermitente, de tipo dendrítico subparalelo, que de acuerdo a la estructura de bifurcación y distribución espacial de Horton-Strahler, corresponde a una cuenca exorreica de sexto orden (Fig. 4). Su corriente principal tiene un recorrido aproximado de 78 km, iniciando en la Sierra Alta (Cerro San Bernardo) a 1,580 msnmm. En sus primeros 44 km la corriente es de tercer a quinto orden, presenta pendiente de pronunciada a moderada con dirección noroeste-sureste hasta alcanzar la cota de los 140 msnmm, a cuyo tramo

se le conoce como arroyo Boca de La Sierra. A partir de aquí y hasta la línea de costa el arroyo principal es de quinto a sexto orden con dirección norte-sur, con pendiente de moderada a suave y es conocido como arroyo San José (Fig. 4).

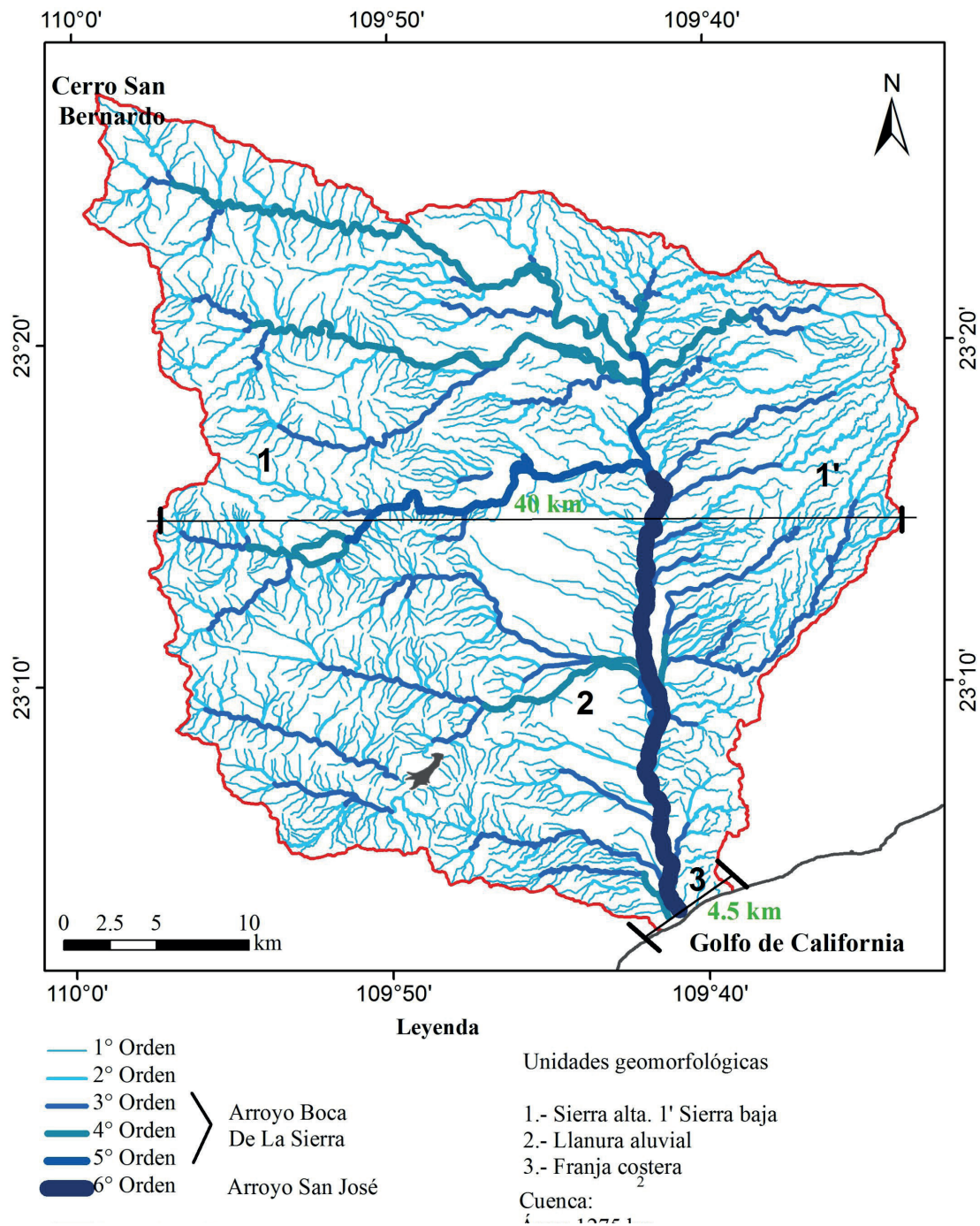


Figura 4. Morfometría e hidrografía de la cuenca San José del Cabo, de acuerdo al orden cuantitativo de Horton-Strahler.

En el área de estudio la longitud y densidad de drenaje se encuentra influenciada por los aspectos geomorfológicos descritos anteriormente, por lo que al igual que en la descripción de las subunidades geomorfológicas de llanura aluvial, es posible diferenciar los aspectos hidrográficos teniendo como referencia al arroyo San José.

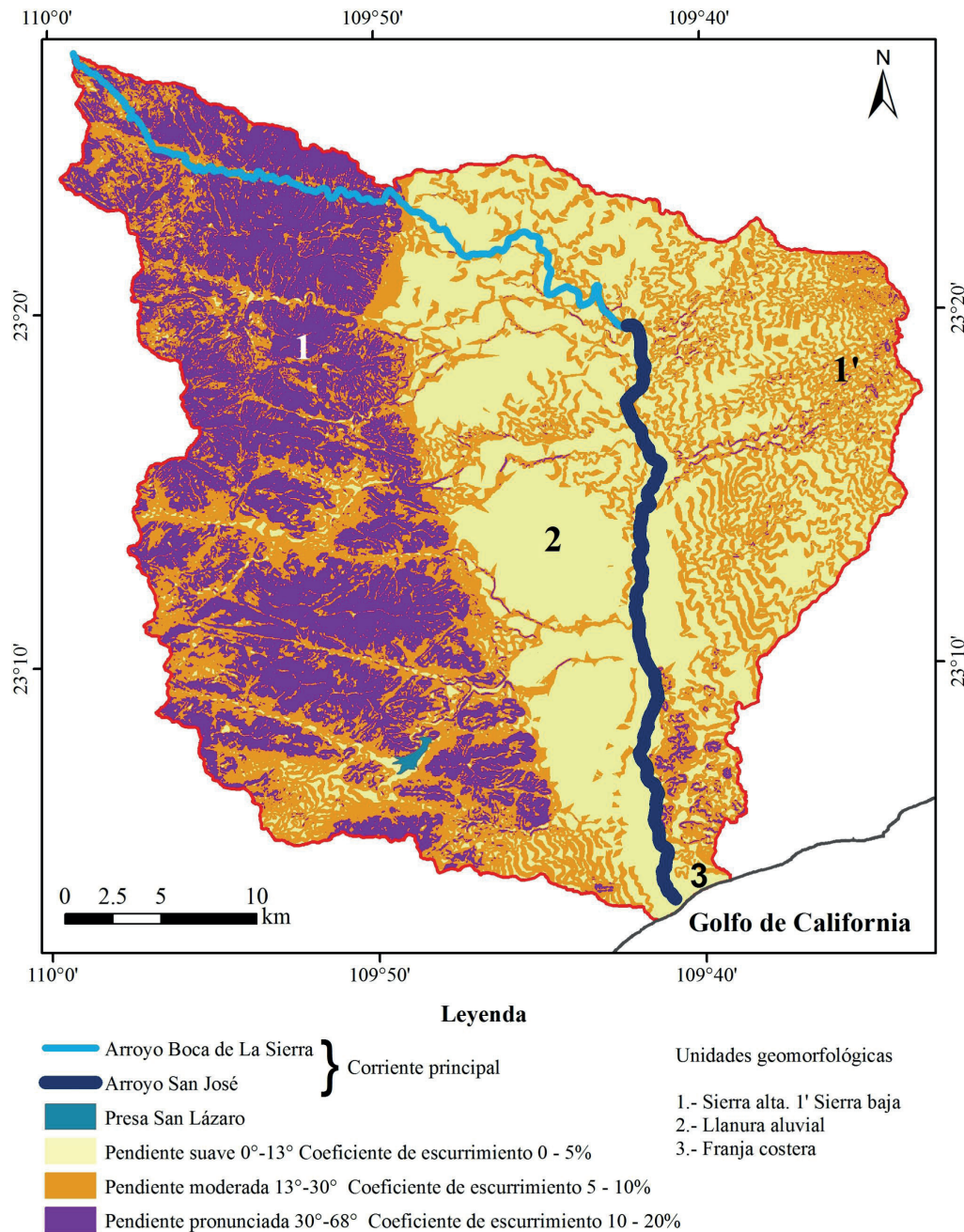


Figura 5. Modelo de pendientes y coeficientes de escurrimiento de la cuenca San José del Cabo.

De acuerdo al modelo de pendientes que se muestra en la Figura 5, encontramos que hacia la porción occidental del arroyo San José se presentan los mayores coeficientes de escurrimiento de 10 a 20%, asociados a las pendientes pronunciadas (30° - 68°) de la unidad geomorfológica de Sierra Alta, así como una mayor densidad de drenaje y los arroyos que se integran a la corriente principal presentan mayor longitud en comparación a la porción oriental donde se ubica la Sierra Baja, con pendiente moderada (13° - 30°) y coeficiente de escurrimiento de 5 a 10%, en donde la densidad de drenaje es de segundo y tercer orden, por lo que los tributarios que se integran a la corriente principal son de escaso recorrido. El cauce del arroyo Boca de La sierra y San José, que integran la corriente principal de la cuenca destaca en la llanura aluvial, presentando inicialmente pendiente pronunciada en la Sierra Alta y en la llanura de moderada a suave (13°) con un coeficiente de escurrimientos de 0 a 5% (INEGI, 1998).

Análisis de precipitaciones e incidencia de huracanes

En la Tabla I, se presenta información de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca San José del Cabo y en las Figuras 6 y 7 se presenta la ubicación de estaciones, distribución de isoyetas de precipitación media anual y la gráfica de precipitación media mensual respectivamente.

Tabla I. Ubicación de estaciones meteorológicas en la cuenca de San José del Cabo y precipitación media anual para el periodo de 1978 a 2010.

Estación	CNA clave	Latitud	Longitud	Altura (msnmm)	Prec. Media Anual (mm)
a	San José (3056)	23.0694	109.7069	40	135.7
b	San Felipe (3051)	23.1083	109.8542	380	254
c	Caduaño (3007)	23.3319	109.9472	1220	333.5
d	Yeneka (3067)	23.2708	109.7792	160	245.4
e	Santa Anita (3094)	23.1783	109.7017	80	212.6
f	Mangle (3144)	23.3458	109.6458	285	315.5

De la información de la Tabla I y Figura 7, se observa que los valores de precipitación altos son los de la estación Caduaño (3007), ubicada a 1220 msnmm, mientras que los valores bajos se reportan en la estación San José (3056) ubicada a 40 msnmm. Esta situación se observa en la tendencia de distribución de isoyetas de la Figura 6, en donde el gradiente altimétrico de la Sierra Alta (Sierra La Laguna) influye en la cantidad de lluvia que precipita en la cuenca con valor de isoyetas de 333 mm, las cuales disminuyen gradualmente a 135 mm, hacia la parte baja de la Llanura Aluvial.

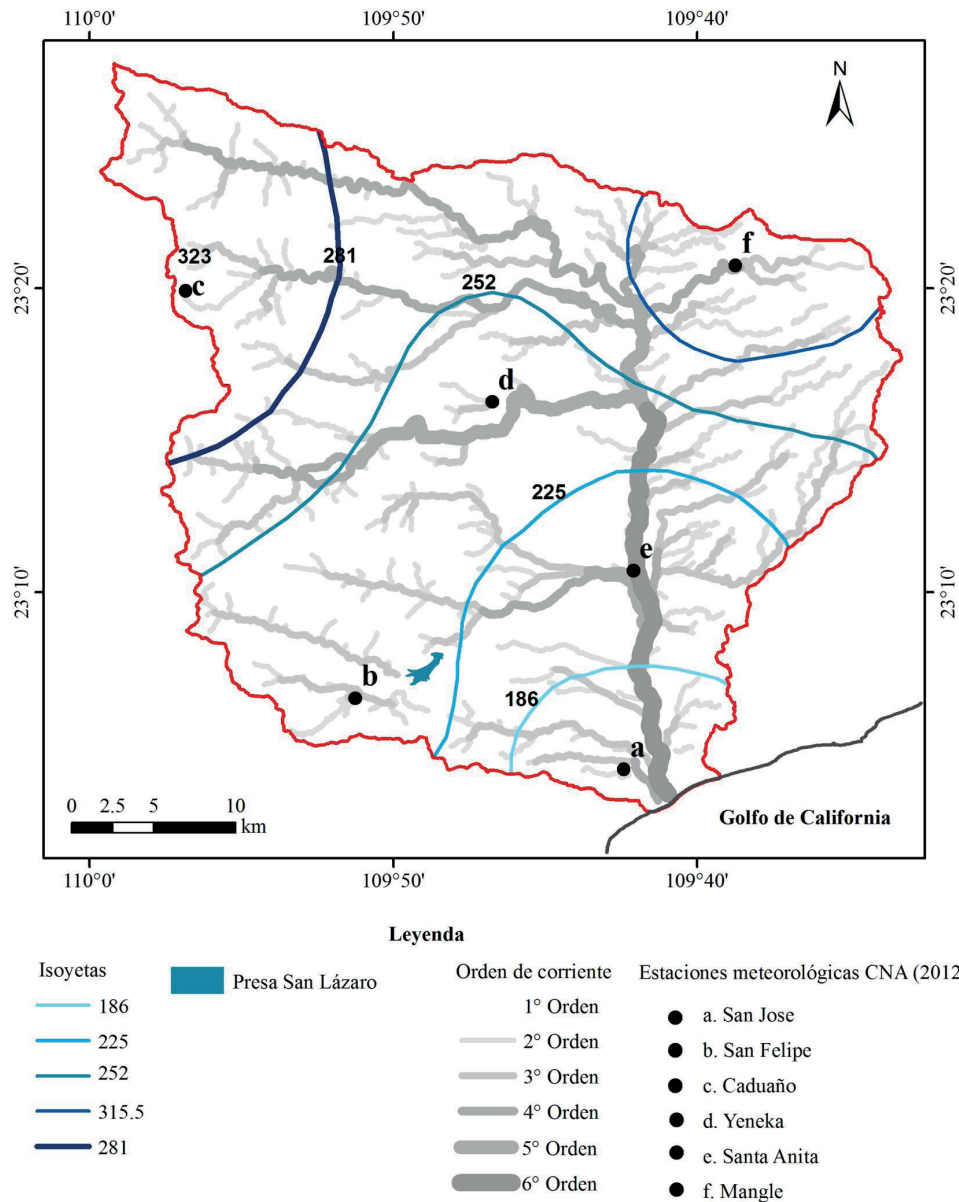


Figura 6- Ubicación de estaciones meteorológicas y distribución de isoyetas de la cuenca San José del Cabo.

Así podemos asumir que la diferencia en los registros de precipitación entre las estaciones meteorológicas, aún para un mismo evento de lluvias se encuentra condicionado por el gradiente altimétrico de la unidad geomorfológica de Sierra Alta, lo cual ocasiona variaciones importantes en la temperatura, en distancias relativamente cortas, ya que según INEGI (1996), mientras en las partes altas de la sierra se presenta un clima templado subhúmedo y hacia las partes bajas en donde se ubica el poblado de San José del Cabo predomina el clima seco muy cálido.

De acuerdo a la información de la Figura 7, el periodo más lluvioso en la cuenca es de julio a

octubre, con precipitaciones promedio mensual que oscilan entre los 20 y 100 mm, destacando los meses de agosto y septiembre en los que además la probabilidad de incidencia de huracanes en la región es mayor. De noviembre a febrero se distingue otro periodo con precipitaciones menores a los 20 mm y de marzo a junio como periodo de estiaje. Esta situación es consistente con la reportada por INEGI (1996) para la región noroeste del país, con lluvias en los meses de verano y otoño, asociadas a sistemas nubosos convectivos con desarrollos verticales que precipitan grandes volúmenes de agua, que incluso llegan a convertirse en perturbaciones atmosféricas denominadas chubascos. Mientras que las lluvias invernales se asocian al sistema de alta presión semipermanente del Pacífico nororiental, así como a la influencia de la celda de alta presión de las Bermudas-Azores, y cuyas precipitaciones de menor intensidad, en la región son conocidas como equipatas.

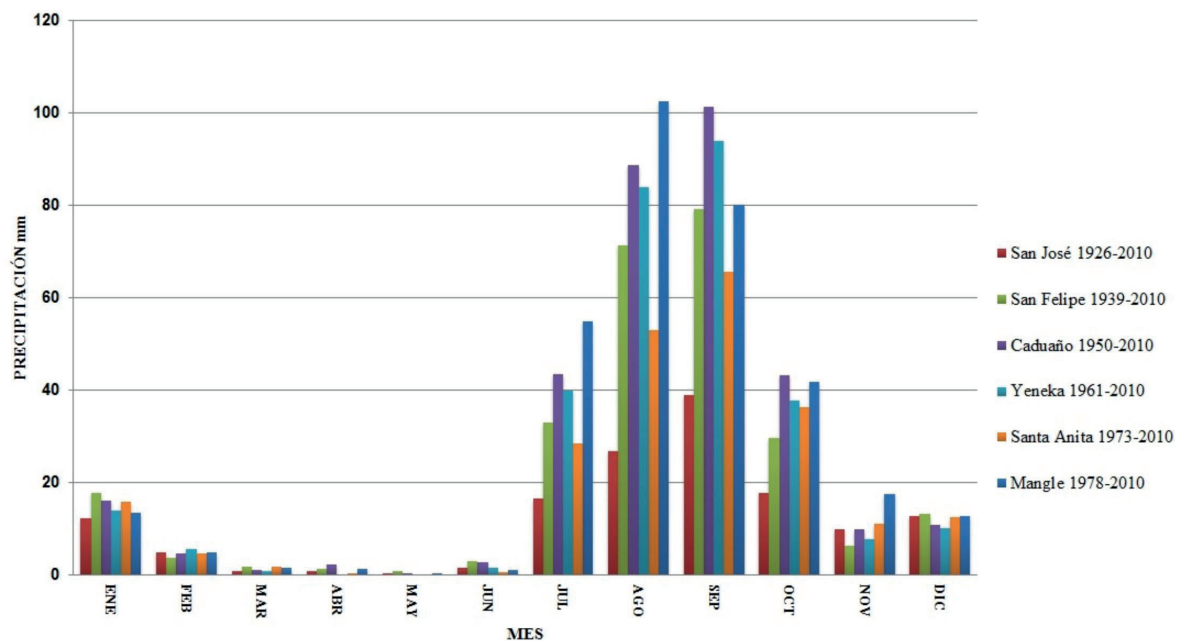


Figura 7. Precipitación media mensual, registrada en las estaciones meteorológicas de la cuenca San José del Cabo.

Como se ha hecho notar en los apartados de introducción y área de estudio, en la cuenca San José del Cabo, pese a su aridez, han sido recurrentes las inundaciones en su parte baja. Esto debido a la incidencia de huracanes, los cuales cobran importancia como la principal amenaza y cuya temporada en el Pacífico Oriental va de mayo a noviembre. Para el presente trabajo se generó una base de datos de tormentas tropicales y huracanes formados en el periodo de 1949 al 2010, obteniendo un registro de 584 eventos. Siguiendo el criterio de Latorre y Penilla (1988), de los 584

eventos, se identificaron 92 que se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, entre los años de 1950 al 2010; por lo que para el presente trabajo se obtiene que de los huracanes formados en la cuenca oriental del Pacífico Norte, el 16 % han afectado la región de Los Cabos, lo cual representa una probabilidad de incidencia de 1.5 huracanes por año, siendo consistente con las estimaciones de Serra (1971) y Latorre y Penilla (1988).

En la Tabla II se muestra información de precipitación captada en cada una de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca durante 29 eventos, que según el Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos, son los que mayor influencia han tenido en Baja California Sur, en el periodo de 1970 al 2010. De esta información es de destacar que los registros de precipitación para cada una de las estaciones referidas, superan en su mayoría en un lapso de 24 horas a los promedios mensuales (Fig. 7), e incluso a los anuales (Tabla I, Fig. 6). De igual manera de la Tabla II se observa la condición aleatoria e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos de los cuales aunque se conozca y se acepte que los eventos ENOS incrementan las posibilidades de lluvia así como el número de huracanes, aún se desconocen los escenarios más probables de lluvias asociadas a estos fenómenos hidrometeorológicos.

Considerando lo anterior, para analizar la distribución de lluvias extraordinarias en la cuenca San José del Cabo, se emplea la información de 17 eventos reportados en la Tabla II (resaltadas en color gris), teniendo como criterio que todos estos, presentan registros de precipitación en las seis estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca entre los años de 1970 al 2010. Así la Figura 8, representa un escenario de lluvia máxima probable en un lapso de 24 horas, asociada a fenómenos hidrometeorológicos, y cuya distribución de isoyetas al igual que el de la Figura 6, indican la influencia del gradiente altimétrico de la unidad geomorfológica de Sierra Alta, con valores de precipitación de 250 mm, los cuales disminuyen gradualmente a hacia la llanura aluvial, a 208 mm. Sin embargo en este caso los valores altos de precipitación se ubican en la porción suroeste de la cuenca, lo cual concuerda con la trayectoria de los fenómenos hidrometeorológicos provenientes del Pacífico Oriental.

En la Figura 8, el grosor de las flechas representa la red hidrográfica de acuerdo a los órdenes de corrientes de Horton-Strahler, por lo que al mismo tiempo infieren su caudal y el aumento de este, conforme aumenta el orden de la corriente hacia la parte baja de la cuenca

Tabla II. Registros de precipitación de las estaciones meteorológicas de la cuenca San José del Cabo, durante las tormentas y huracanes, con influencia en B.C.S. para el periodo de 1970-2010. Depresiones Tropicales (DT), Tormentas Tropicales (T) y Huracanes (H), el número asociado en la tabla representa la categoría.

No	Nombre	Año	Cat. Impacto	a San José	b San Felipe	c Caduaño	d Yeneka	e Santa Anita	f Mangle	Total mm	Promedio mm
1	Norma	1970	DT	41	108.5	95	64.5	-	-	309.0	77.3
2	Irah	1976	H1	75	210	114	77.5	68	-	544.5	108.9
3	Liza	1976	H4	-	235	320	235	239	-	1029.0	257.3
4	Kathleen	1976	T	-	120	43	45.5	9	-	217.5	54.4
5	Doreen	1977	H	256.7	-	325	375	208	-	1164.7	291.2
6	Guillermo	1979	H	148.5	380	243.8	225	122.5	175	1294.8	215.8
7	Irwin	1981	DT	49.5	91	65	96	105	43.5	450.0	75.0
8	Lidia	1981	T	-	250	-	217	148	135.5	750.5	187.6
9	Paúl	1982	H2	268	336.5	259.5	38.5	101	242	1245.5	207.6
10	Norbert	1984	T	21	45	14.5	14	-	26.3	120.8	24.2
11	Norma	1987	DT	13.3	0	45	20	14	0	92.3	15.4
12	Kiko	1989	H3	23.5	96	28	93	55	122.9	418.4	69.7
13	Rachel	1990	T	230	-	-	-	240	124	594.0	198.0
14	Lester	1992	H	32	34	20	14	8	14.2	122.2	20.4
15	Hilary	1993	H	147.3	252	132.5	143	229.1	84	987.9	164.7
16	Henriette	1995	H2	150.5	310	184.5	194	151	229	1219.0	203.2
17	Fausto	1996	H1	150	300	293	240	204	171	1358.0	226.3
18	Nora	1997	H3	40	235	207	239	190	162	1073.0	178.8
19	Isis	1998	H	340	324	610	450	326	396	2446.0	407.7
20	Frank	1998	T	234	103	180	79	286	206.8	1088.8	181.5
21	Greg	1999	T	49	105	28	-	-	36	218.0	54.5
22	Miriam	2000	T	-	20	31	-	27	117.2	195.2	48.8
23	Juliette	2001	H	432	620	1011	743	687	660	4153.0	692.2
24	Marty	2003	H2	601	386	335	390	274	284	2270.0	378.3
25	Ignacio	2003	H2	147.5	198	148	500	111	189.5	1294.0	215.7
26	Otis	2005	H	7.5	0	51	0	8	81.1	147.6	24.6
27	Henriette	2007	H	214	262	214	309	168	282.5	1449.5	241.6
28	Lowell	2008	T	115	178	115	70	145	132.5	755.5	125.9
29	Georgette	2010	T	71	-	60	50	70	72.2	323.2	64.6

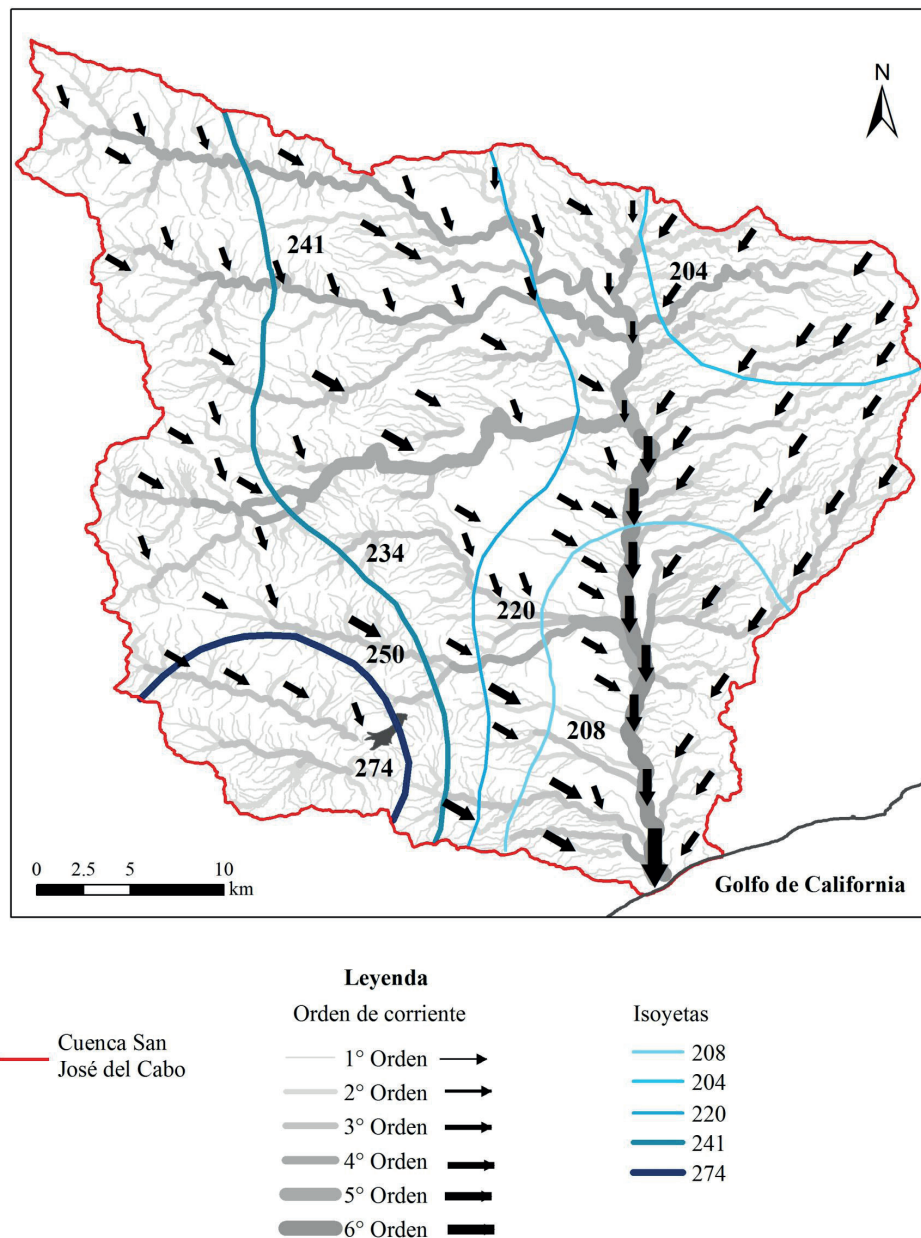


Figura 8. Escenario de lluvia máxima probable en un lapso de 24 horas en la cuenca San José del Cabo.

Discusión

De acuerdo a la información presentada, empleando el modelo digital de elevación (MDE) de la Figura 9, es posible diferenciar la cuenca San José del Cabo, en función de sus aspectos geomorfológicos e hidrográficos como factores que incrementan el riesgo a inundaciones en la llanura aluvial, durante eventos de lluvias intensas. En el MDE destacan la forma de embudo de la cuenca, las unidades geomorfológicas de sierras y planicie aluvial, así como la red de drenaje

que desemboca al Golfo de California, integrando en su conjunto una cuenca exorreica de régimen intermitente de sexto orden. En este contexto y como parte de los aspectos geomorfológicos resulta importante destacar la forma de la cuenca ya que como se apunta en la introducción, en combinación con el sistema de drenaje, influyen en la capacidad de erosión y en los máximos o picos de la inundación (Gutiérrez-Elorza, 2008). De esta manera una vez que la precipitación llega al suelo, la conversión en el flujo dependerá de las características físicas de la cuenca y de su red de drenaje fluvial. Consecuentemente la forma de embudo de la cuenca con una alta densidad de drenaje y pendientes de pronunciadas a moderadas, le confiere durante eventos de lluvias intensas una mayor capacidad de captación de agua, una respuesta rápida de los escurrimientos hacia la parte baja de la cuenca (Figs. 4, 5, y 8), en donde el efecto de embudo tenderá a generar la acumulación de los escurrimientos provenientes del resto de la cuenca y al mismo tiempo el aumento de caudal y velocidad de la corriente principal. De esta manera los aspectos geomorfológicos de la Sierra Alta cobran importancia como factor de riesgo al estar integrada por rocas graníticas impermeables y pendientes pronunciadas, lo que durante episodios de lluvias intensas condiciona poca o nula filtración de agua al subsuelo y un mayor volumen y velocidad de escurrimientos de agua superficial, por lo tanto una respuesta rápida de la esorrentía. Mientras que los aspectos geomorfológicos de la zona de Sierra Baja en donde predominan las rocas sedimentarias permeables y pendientes moderadas, es de esperar, menores escurrimientos, sin embargo esto no le resta importancia como factores a incrementar el riesgo a inundaciones, puesto que sus escurrimientos se suman a los de la Sierra Alta incidiendo en la parte baja de la Llanura Aluvial (Figs. 3, 8). Así la Llanura Aluvial aún con un coeficiente de escurrimiento bajo y una litología de depósitos Cuaternarios con alta permeabilidad, presenta una mayor vulnerabilidad natural a ser inundada. Adicionalmente a estos aspectos destaca en la desembocadura de la cuenca, el bajo relieve topográfico del Estero San José (Franja Costera) en cuya área durante una tormenta tropical o huracán, tenderá a aumentar la superficie inundable, puesto que adicional a la esorrentía proveniente del interior de la cuenca, se suma el agua de mar que se introduce hacia tierra por el efecto de la marea de tormenta. Dicha vulnerabilidad natural se destaca en la Figura 9, empleando la relación entre altura del terreno e inundaciones de la Tabla III, y cuya relación es consistente con los aspectos geomorfológicos descritos anteriormente, puesto que un terreno de bajo relieve topográfico y poca pendiente estará más expuesto a ser inundado (Figs. 5 y 8).

Tabla III. Vulnerabilidad a inundación natural según su altura sobre el nivel del mar (Sánchez y Batista, 2005).

Altura (m)	Característica
0 – 20	Intensamente inundable
20 – 40	Muy Inundable
40 – 80	Inundable
80 – 120	Medianamente Inundable
120 – 160	Poco Inundable
Más de 160	No Inundable

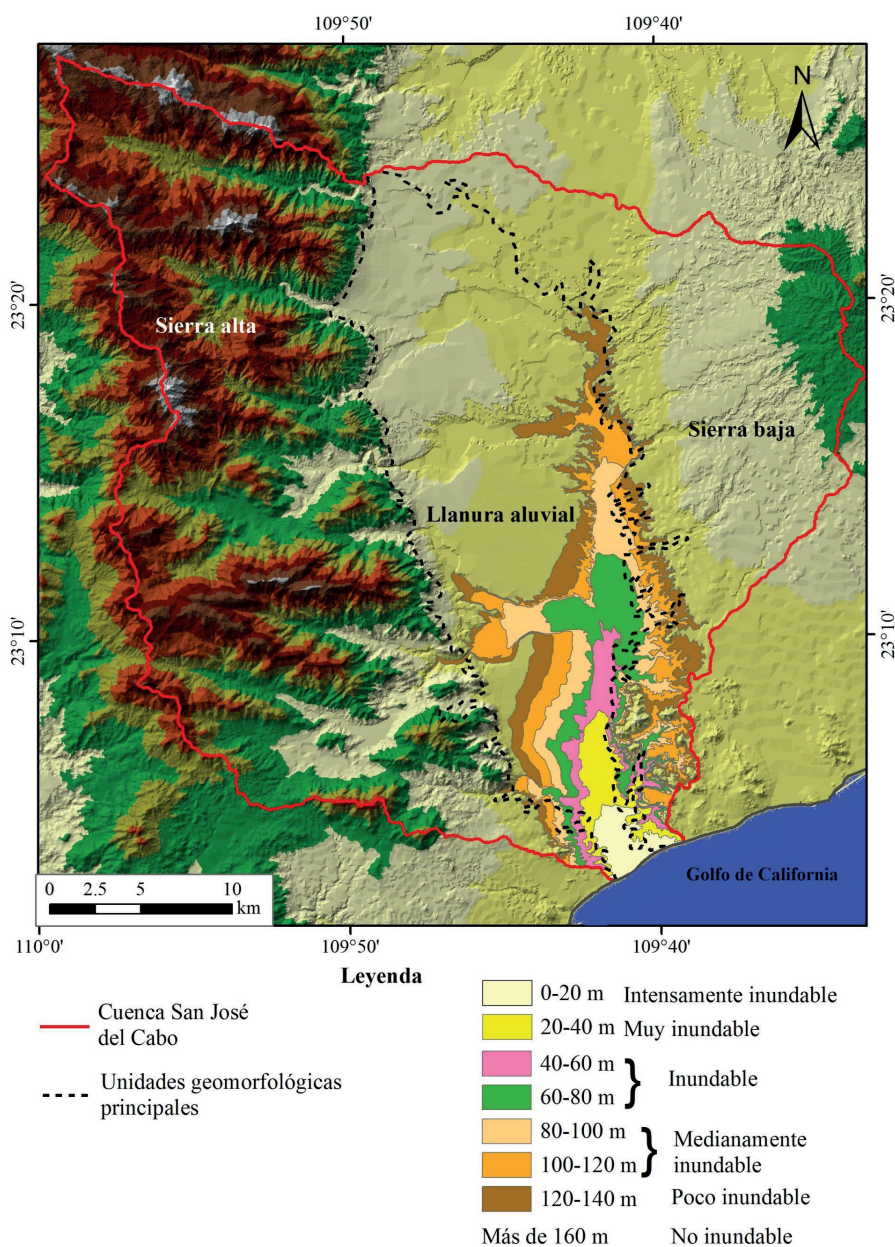


Figura 9. Modelo digital de elevación de la cuenca San José del Cabo, y polígonos de vulnerabilidad a inundaciones según Sánchez y Batista (2005).

En la Figura 9 se indica que los rangos de intensamente inundable a inundable (0 - 80 msnmm), se encuentran asociados al tramo de la corriente de sexto orden del arroyo San José (Fig. 4), por lo que al analizar la Figura 8, se hace evidente que el caudal y velocidad de la corriente de agua que puede llegarse a formar en el cauce del arroyo principal durante un evento de lluvia, puede ser lo suficientemente importante como para poder desbordarse e inundar la llanura aluvial, lo cual dependerá a su vez de la intensidad y duración de la lluvia.

Conclusiones

La cuenca San José del Cabo se encuentra en una situación geográfica de alta incidencia a depresiones, tormentas tropicales y huracanes, por lo que aunado a sus aspectos geomorfológicos e hidrográficos, condicionan que la parte baja de la llanura aluvial presente una vulnerabilidad natural a ser inundada. Por consiguiente la Figura 9 presenta el mapa de vulnerabilidad natural a inundaciones en la cuenca San José del Cabo y al mismo tiempo representa el escenario en condiciones prístinas, en donde hablar de los fenómenos meteorológicos como amenaza resulta un tanto difícil, ya que estos como parte de los agentes exógenos energéticos han incidido en la región mucho antes de la fundación de la misión de San José del Cabo Añuití (1730). Por lo tanto, ante este escenario los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos en la cuenca San José del Cabo, se presentan como procesos de remodelación ambiental en tiempo-espacio. Así, en dicha remodelación, los cambios más evidentes de la cuenca se presentan en sus ambientes costeros, al ser una zona de ecosistemas intermedios sometidos al intercambio energético entre atmósfera, tierra y océano, por lo que es un medio de ecosistemas jóvenes con un equilibrio muy inestable tanto en condiciones naturales, como bajo la influencia de la actividad antrópica. De esta manera podemos asumir que los términos amenaza, riesgo, vulnerabilidad y desastre, adquieren importancia a partir de la fundación de la misión de San José del Cabo, ya que aún cuando dichos términos han adquirido acepciones y dimensiones más amplias por la influencia de los movimientos ecologistas, estos se aplican en general con un sesgo antropocéntrico. De aquí que se habla de la existencia de un vínculo entre desastres y cuencas hidrográficas, lo cual ha llevado en las últimas décadas a ser analizado como manejo de cuencas y gestión del riesgo a desastres, en donde el análisis de las características físicas de las cuencas son la base tanto para el diagnóstico como para la gestión de uso y manejo sustentable de las cuencas.

Agradecimientos

Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms. C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Literatura citada

- Aranda-Gómez, J. y J. Pérez-Venzor. 1995. *Reconocimiento geológico en el límite occidental del bloque de los Cabos, Baja California Sur*. Resúmenes 3ª Reunión internacional sobre geología de la península de Baja California. La Paz, Baja California Sur, México.
- Arriaga, L., R. Coria, y R. Bastida-Zavala. 1992. *La Sierra de La Laguna Fundamentos para apoyar la creación de una Reserva de la Biosfera*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. 15 pp.
- Campa, M. y P. Coney. 1983. *Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico*. Canadian Journal of Earth sciences (20): 1040-1050.
- Cancino J., F. Salinas, Y. Maya, R. Coria, J. León, R. Rodríguez, R. Aguilar y L. Arriaga 1994. *Contexto Local*. pp: 41-60. En: Arriaga, L. (Ed.). Estrategia para la conservación de la sierra de La Laguna. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. 137 pp.
- Chávez-López, S. 2012. *Recursos Geohidrológicos*. pp.251-268. En: Ortega-Rubio, A. Lagunas-Vázquez, M. Beltrán-Morales, L.(Eds.). Evaluación Biológica y Ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S, México. 420 pp.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2012. Normales climatológicas por Estación. Consultado: 20-05- 2012. En: <http://www.smn.cna.gob.mx/>.
- Gutiérrez- Elorza, M. 2008. *Geomorfología*. Prentice Hall. Madrid, España. 920 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1996. *Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur*. INEGI. Aguascalientes, México. 205 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1998. *Carta de hidrología superficial de San José del Cabo. F12-2-3-5-6. Baja California Sur*. Mapa esc. 1:250,000.
- Latorre, D. y L. Penilla. 1988. *Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur*.

- Atmósfera. (1): 99-112.
- Lugo-Hubp, J. 1986. *Los métodos geomorfológicos*. Revista de Geografía. 1(1): 13-26.
- Magaña, V., J. Vázquez, J. Pérez y J. B. Pérez. 2003. *Impact of El Niño on precipitation in Mexico*. Geofísica Internacional. 3 (42): 313-330.
- Martínez-Gutiérrez, G. y L. Mayer. 2004. *Huracanes en Baja California, México, y sus implicaciones en la sedimentación en el Golfo de California*. Geos. 1 (24): 57-64.
- Ortega-Gutiérrez, F. 1982. *Evolución magmática y metamórfica del complejo cristalino de la Paz, B. C. S.* Resúmenes 6ª Convención Geológica Nacional Sociedad Geológica Mexicana, D. F. México.
- Pavía, G. E. y A. Badan. 1998. *ENSO modulates rainfall in the Mediterranean Californias*. Gheophysical Research Letters. 20(25); 3855-3858.
- Reyes-Coca, S. y R. Troncoso-Gaytán. 2001. *El Niño Oscilación del Sur" y los fenómenos hidrometeorológicos en Baja California: el evento de 1997/98*. Ciencia Pesquera. (15): 89-96.
- Sánchez, M. y L. Batista. 2005. *Evaluación del peligro y vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundaciones. Cuenca del Cauto. Cuba*. Mapping. (102): 88-94.
- Secretaría de Desarrollo Social de Los Cabos, B.C.S. 2006. *Atlas de peligros naturales del centro de población de Los Cabos*. Ayuntamiento de los Cabos, B. C. S. México. 83 pp.
- Sedlock, R., F. Ortega-Gutiérrez y R. Speed. 1993. *Tectono-Stratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico*. Geological Society of América, Special Paper (278): 153 pp.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). 1999. *Monografía Geológica-Minera del Estado de Baja California Sur*. Consejo de Recursos Minerales. Pachuca, México. 237 pp.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2008. *Carta Geológico-Minera San José del Cabo F12-B44 Baja California Sur*. Mapa esc. 1:50 000.
- Serra, C. S. 1971. *Hurricanes and Tropical Storms of the West Coast of Mexico*. Monthly Weather Review. 4 (99): 302-308.
- UNISYS weather. 2012. *Hurricane/Tropical Data*. Consultado: 20-09-2012. En: <http://weather.unisys.com/hurricane/>.

Cita

Chávez López S. y A. Mendoza Albañez. 2016. Aspectos Geomorfológicos e Hidrográficos de la Cuenca San José del Cabo, Baja California Sur, México, como Factor de Riesgo a Inundaciones. *Áreas Naturales Protegidas Scripta* 2016. Vol. 2 (2): 103-126. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.02.0006>

Sometido: 14 de julio de 2016

Revisado: 07 de noviembre de 2016

Aceptado: 29 de noviembre de 2016

Editor asociado: Dr. Alejandro Maeda Martínez

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

**Los sitios Ramsar de Baja California Sur,
México: Problemática y Perspectivas**

Los sitios Ramsar de Baja California Sur, México: Problemática y Perspectivas

Aurora Breceda^{1*}, Patricia Galina¹ y Benito Bermúdez²

Abstract

This work describes the 11 Ramsar sites for Baja California Sur, Mexico and recommends strategic actions based on an analysis of strengths-weaknesses and opportunities-threats (SWOT) to fulfill the purpose of the Ramsar Convention. That is, wetlands should be preserved and used rationally, and their benefits should be recognized and valued by all.

Key words. Wetlands. Natural Protected Areas. SWOT Analysis.

Resumen.

En este trabajo se presenta una descripción de los once sitios Ramsar inscritos para Baja California Sur, México, y con base en un análisis de fortalezas-debilidades y oportunidades-amenazas (FODA), se hacen recomendaciones sobre las líneas estratégicas de acción para el cumplimiento de la visión de la Convención Ramsar, la cual pretende que los humedales se conserven, se utilicen de forma racional y que sus beneficios sean reconocidos y valorados por todos.

Palabras claves. Humedales. Áreas Naturales Protegidas. Análisis FODA.

Introducción

Los humedales comprenden un variado conjunto de ecosistemas en donde el agua es el principal factor que controla el ambiente, y en donde la capa freática se encuentra en o cerca de la superficie

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, BCS, México. CP 23096 abreceda@cibnor.mx; pgalina04@cibnor.mx

² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Región Noroeste). Av. Constituyentes S/N. Esq. Av. Ballenas, Col. Fidepaz, La Paz, BCS, México. CP 23094 bermudez@conanp.gob.mx

Título Corto: Los sitios Ramsar de Baja California Sur, México

del terreno, o donde el terreno está cubierto por agua. En estos ecosistemas quedan incluidos lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas (Ramsar, 2016a; Ramsar. CONANP, 2016).

Los humedales proveen una serie de servicios ambientales de gran relevancia como recarga y regulación de los mantos freáticos, constituyen reservorios de biodiversidad, controlan inundaciones, estabilizan la línea costera, protegen contra tormentas, retienen y exportan sedimentos y nutrientes, y muchos de ellos proveen recursos naturales y tienen un gran valor cultural.

Por ser sitios asociados al agua y ser proveedores de servicios ambientales gran parte de los humedales del mundo se encuentran impactados por actividades antrópicas y existe una tendencia a la pérdida de éstos. Se estima que en el siglo XX a nivel mundial se perdió entre 64% y 71% de la extensión de los humedales y una pérdida de servicios ecosistémicos equivalente a 20 billones de dólares americanos (Gardner *et al.*, 2015). La tendencia de los humedales hacia el deterioro fue observada desde la década de los años setenta. Las autoridades de dieciocho naciones, motivadas principalmente por la pérdida de hábitat asociados a aves migratorias, impulsaron en 1971 en la Ciudad de Ramsar (Irán), un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Entendiendo por uso racional de los humedales “el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible”. (Ramsar, 2016a). Desde su creación hasta la actualidad se han sumado 169 países a la Convención sobre los Humedales o Convención Ramsar y se han inscrito 2,242 humedales de importancia internacional, los cuales se les conoce como sitios Ramsar, cubriendo una superficie total de 215, 253,189,ha (Ramsar, 2016b). La adhesión a esta convención compromete a las Partes Contratantes a trabajar en pro del uso racional de todos los humedales y recursos hídricos de su territorio mediante planes, políticas y legislación nacionales, medidas de gestión y educación del público.

México se sumó a esta iniciativa el 4 de noviembre de 1986 y en la actualidad se han inscrito 142 humedales como sitios Ramsar, abarcando una extensión de 8,643,581.579ha, constituyéndose en

uno de los países con mayor número de sitios Ramsar a nivel mundial (Ramsar, 2016c).

A pesar de la relevancia que tiene México en la Convención Ramsar, a nivel nacional no hay una clara definición de la autoridad que coordine su manejo y administración, pues si bien la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) funciona como punto focal ante la Convención y es la instancia responsable de la administración y gestión de humedales dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP), es también la Comisión Nacional del Agua responsable del manejo de humedales, siendo entonces jurídicamente poco definido las atribuciones que cada dependencia tiene en la administración y manejo de los humedales, particularmente de los sitios Ramsar fuera de ANP. Y a diferencia de éstas, los sitios Ramsar no son formalizados por Decreto Presidencial – instrumento político con mayor definición jurídica para la conservación –, y sólo en casos de humedales en áreas protegidas son manejados bajo el decreto de esta última.

En Baja California Sur se han inscrito 11 sitios Ramsar conformando una superficie total de 1,432,662.68 ha (Ramsar.CONANP, 2016) (Figura 1), estos sitios representan una variedad de ecosistemas, desde los costeros hasta los oasis y sus cuencas. Cada sitio presenta también diferentes retos para su manejo y conservación, pues las amenazas, a pesar de ser comunes, tienen efectos diferenciales según cada caso.

El objetivo del presente trabajo consiste en hacer un breve recuento de los sitios Ramsar en Baja California Sur, México, analizar su situación actual tanto en su estado de conservación como manejo, y proponer líneas de acción que contribuyan al cumplimiento de los objetivos que les dieron origen. Para sistematizar la información utilizamos como herramienta de análisis una matriz de fortalezas-debilidades y oportunidades-amenazas.

Características de los sitios Ramsar.

Los once humedales de importancia internacional de Baja California Sur (Tabla I), representan 19% de la superficie de la entidad, y se distribuyen a lo largo de la mitad Sur de la península de Baja California, formando corredores ambientales norte-sur y este-oeste. Comprenden una gran variedad de ambientes marino-costeros y continentales.

Entre los Sitios Ramsar marino-costeros se encuentran, en la costa del Océano Pacífico, las Lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio, las cuales fueron designadas, entre otros atributos, por ser los sitios de reproducción y nacimiento de la ballena gris (*Eschrichtius robustus* Lilljeborg),

enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial, además de que ambas lagunas sustentan densas poblaciones de aves acuáticas como el ganso de collar (*Branta bernicla* L.), considerada como amenazada en la misma norma.

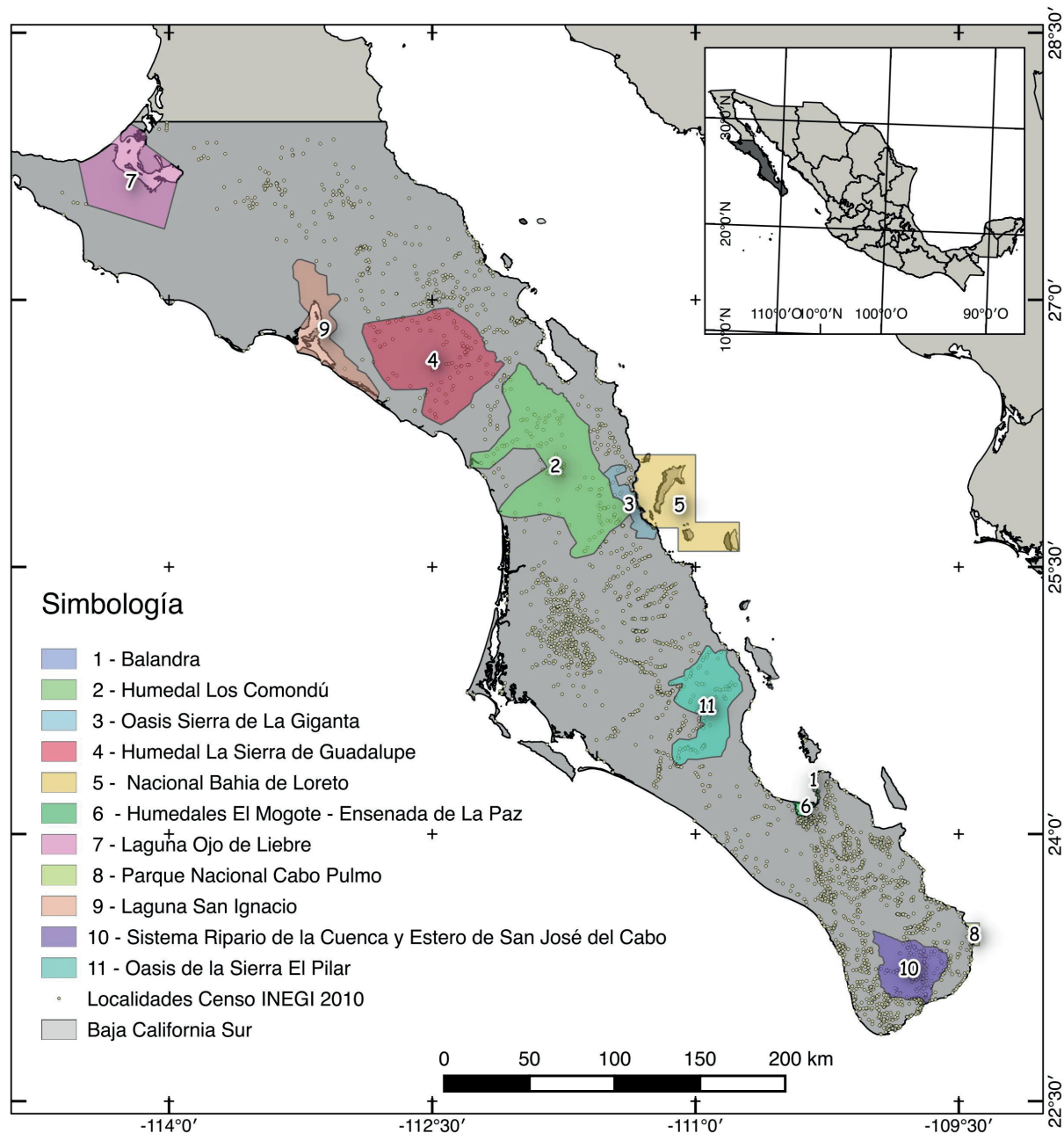


Figura. 1 Localización de los sitios Ramsar de Baja California Sur, México, fuente CONANP.

En las costas del Golfo de California se localizan cuatro humedales marino-costeros de importancia internacional, además del estero de San José del Cabo en el extremo sur: El Parque Nacional Bahía de Loreto, es además de Área Natural Protegida, un sitio Ramsar, los principales

criterios para su inclusión en esta lista fue la diversidad de ambientes marinos y la particularidad de sus islas, lo que ha permitido la evolución de una gran cantidad de especies tanto marinas como terrestres – en el caso de la vida silvestre marina (flora y fauna) se ha calculado que en este sitio Ramsar se encuentran el 40% del total de especies registradas para el Golfo de California (CONANP, 2002). Además se han registrado 89 especies de flora y fauna marina y terrestre dentro de algún estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ramsar. CONANP, 2003).

Tabla 1. Sitios Ramsar en Baja California Sur (México). Se indica su superficie, el tipo de ambiente, si pertenecen a un Área Natural Protegida (ANP) y si cuentan con un Plan de Manejo (Fuente: Fichas Informativas de los Humedales Ramsar –Ramsar. CONANP.gob.mx-).

Nombre del Sitio Ramsar	Superficie (ha)	Tipo de Ambiente	ANP	Plan Manejo
Laguna San Ignacio	17,500	Laguna costera	X	X
Humedal Los Comondú.	460,959.00	Oasis/riparios		X
Oasis Sierra de La Giganta	41,181.38	Oasis/charcas/costero	X	X
Oasis de la Sierra El Pilar	180,802.63	Oasis/ripario		
Humedal La Sierra de Guadalupe	348,087	Oasis/estero/playa		
Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo	124,219	Estero/ripario/oasis	X	X
Humedales Mogote-Ensenada de La Paz	9,184.07	Aguas marinas someras/ barreras de arena/ manglares/ lagunas costeras		X
Parque Nacional Cabo Pulmo	7,100.18	Aguas marinas someras/arrecife de coral/ playas de arena	X	X
Parque Nacional Bahía de Loreto	206,580.75	Aguas marinas someras permanentes/ esteros /playas rocosas y arenosas/ Islas Laguna Costera	X	X
Laguna Ojo de Liebre	36,600		X	X
Balandra manglares	448.67	Manglares	X	X

Hacia el sur y en la vertiente del Golfo de California se localiza el Humedal El Mogote-Ensenada de la Paz, que es una laguna costera de aguas someras rodeadas de manglares y disectada por una barra de arena. Contiguo a este humedal y en dirección al norte se localizan los manglares de Balandra, que a diferencia del anterior forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna del mismo nombre, e incluye sólo la zona marino-costera de ésta, para la protección de los manglares

que en ella se encuentran y de los procesos ecológicos que ahí se desarrollan. Los principales motivos para la inclusión de estos sitio a la lista Ramsar obedecen a la extensión e importancia de los manglares - (*Rhizophora mangle* L, *Avicennia germinans* (L.)L y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn.) - como zonas de refugio, alimentación y reproducción para aves acuáticas nativas y migratorias. Destaca la relevancia que tienen estos manglares para las aves migratorias invernales, pues se han contabilizado poblaciones de más de 20,000 individuos, entre éstas se encuentra el gallito marino o charrancito americano (*Sternula antillarum* Lesson) que se encuentra bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ramsar.CONANP, 2007a).

El Parque Nacional Cabo Pulmo (Figura 1) es considerado también como un sitio Ramsar, en él se encuentra el arrecife coralino más importante del Golfo de California y representa el límite de la distribución septentrional de estos sistemas en el Pacífico-Este y dentro del Golfo de California. Este arrecife presenta la mayor cobertura en la zona y contiene once de las 14 especies de corales hermatípicos reportados para la región (Ramsar.CONANP, 2007b; CONANP, 2006a; Reyes-Bonilla, 1990). Además se considera que esta zona es una de las más biodiversas de la región, ya que concentra 26% del total de las especies de peces reportadas para el Golfo de California (CONANP, 2006a). En este sitio Ramsar se encuentran también numerosas especies consideradas bajo algún estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana, entre ellas cinco especies de tortugas marinas en peligro de extinción (*Caretta caretta* L., *Chelonia agassizii* Bocourt, *Dermochelys coriacea* Vandelli,, *Eretmochelys imbricata* L. y *Lepidochelys olivacea* Eschscholtz).

En el extremo sur se localiza el estero de San José que forma parte del sistema ripario de la cuenca que lleva ese mismo nombre, y a diferencia de los anteriores, este sitio considera toda la cuenca hidrológica que le da origen. Este estero constituye uno de los más grandes ambientes epicontinentales de la península, y es el único de su tipo en la Región del Cabo. Una de las características biológicas más importantes del estero de San José, es que constituye la última estación de descanso para aves acuáticas y playeras que migran hacia zonas del sur de México, Centroamérica o Sudamérica. En esta zona se han registrado alrededor de 217 especies de aves, 97 de las cuales son migratorias, y 19 se encuentran en alguna categoría de riesgo, como el gallito marino (*Sternula antillarum browni* Mearns) o la mascarita peninsular (*Geothlypis beldingi* Ridgway) residente de la Península que se restringe a algunos oasis y esteros (Guzmán Poo y Palacios, 1999; Rodríguez-Estrella et al., 2005; Pronatura, 2010). Además en el cuerpo de agua se

mantienen poblaciones de peces y crustáceos, el 40% de las especies de peces dulceacuícolas para Baja California Sur han sido reportadas para el estero (Ruiz-Campos *et al.*, 2002). Alrededor del cuerpo de agua se desarrollan densos palmares, carrizales y tulares que imprimen un gran valor paisajístico a este oasis y son áreas de anidamiento de aves. Además este estero constituye un sitio de importancia cultural y recreativa para los pobladores locales.

Los sitios Ramsar con humedales continentales son cinco, se distribuyen de norte a sur en prácticamente toda la entidad, desde la Sierra de Guadalupe hasta Los Cabos (Fig. 1). Una de las características comunes a todo ellos y motivo por lo que se incluyeron en la lista Ramsar es que contienen oasis y sistemas riparios, importantes elementos en la regulación del ciclo del agua. En una zona cuya característica dominante es la aridez, los cuerpos de agua y los cauces de los arroyos son sitios en donde confluye la vida no sólo silvestre sino también humana. Por la relevancia en la regulación hídrica estos sitios Ramsar fueron diseñados integrando la perspectiva de cuencas. Los oasis están asociados a manantiales que se forman por el afloramiento intermitente e irregular de las corrientes de agua subterráneas, en estos sitios es usual que se encuentren densos palmares, principalmente de palma real *Washingtonia robusta* H. Wendl - especie endémica a la península - y en menor medida por palma azul (*Brahea armata* S. Watson) y palmilla (*B. brandegeei* (Purpus) H.E. Moore), además de encontrarse carrizales y tulares. La presencia permanente y predecible de agua los hace ser sitios de abastecimiento y refugio para la fauna silvestre y los grupos humanos. Biológicamente son considerados de alta relevancia, porque albergan comunidades relictas de ecosistemas mesofílicos subtropicales, de alta biodiversidad, que contrasta con la biota circundante típica del desierto Sonorense (CONANP, 2006b). Son parches de verdor y de recursos que han permanecido aislados ecológica y geográficamente, lo que ha permitido la evolución de especies únicas, muchas de las cuales son exclusivas de cada oasis, como es el caso de las 61 especies de arácnidos registradas en los oasis de Baja California Sur (Jiménez *et al.* datos no publ.; CONANP, 2006b). Funcionan también como sitios de escala (stopovers) de aves migratorias, que durante su largo trayecto utilizan estos sitios para alimentarse, descansar y como refugio de depredadores (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1997; 2005, Rubio *et al.* 1997).

Para los grupos humanos los oasis son también sitios de abastecimiento y refugio, ya desde los grupos recolectores-cazadores-pescadores seminómadas que habitaban estas regiones (Guaycuras y Pericues), previo a la llegada de los españoles incorporaron los humedales dentro de sus territorios

de abastecimiento, y migraban de humedal en humedal en busca de agua y recursos. Del mismo modo, fueron estos sitios los espacios escogidos por los misioneros Jesuitas a finales del siglo XVII para el establecimiento de sus misiones y la aculturación de la población indígena, quienes transformaron profundamente los humedales, los lechos de arroyos rocosos y arenosos fueron convertidos en terrazas de cultivo; construyeron represas y canalizaron el agua para irrigación e introdujeron especies de plantas y animales, entre ellos la palmar datilera (*Phoenix dactylifera* L.) y el ganado (Cariño *et al.*, 2016). De la interacción entre la sociedad y los humedales surgen los oasis como sistemas socioecológicos tradicionales y que cambiarían el paisaje peninsular. Los oasis han persistido durante más de 300 años con una forma particular de manejo de sus recursos naturales. En la actualidad se encuentran fuertemente amenazados, los costeros están siendo afectados por los desarrollos turísticos y residenciales. En algunos oasis el agua ha sido desviada para la producción agrícola intensificada, y los oasis tradicionales están siendo abandonados por la pérdida de centralidad de la horticultura y la emigración de sus pobladores (Tenza, et al., 2014).

El más norteño de los sitios Ramsar continentales es Sierra de Guadalupe que está conformado por tres cuencas hidrográficas que drenan al Océano Pacífico y se caracteriza por ser un paisaje montañoso peninsular disectado por arroyos y ocasionales manantiales. Este sitio contiene cuatro oasis relativamente extensos, que son: El Patrocinio, San Bartolo, San José de Gracia y Cadejé, este último de características costeras. El primero de ellos presenta un marcado aislamiento geográfico, pues no tiene acceso cercano por carreteras pavimentadas y la red de caminos de terracería está pobremente desarrollada. En las zonas montañosas habitan poblaciones de puma y de águila real, y gran diversidad de reptiles varios de los cuales son endémicos y se encuentran incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ramsar. CONANP, 2007c.).

A escasos kilómetros al sur de Guadalupe se localiza el Humedal Los Comondú que es el más grande de todos los sitios Ramsar de la entidad, forma parte de cinco cuencas que drenan también al Pacífico. Contiene importantes oasis como La Purísima-San Isidro (el oasis sudcaliforniano de mayor extensión, con 4 km²), San José y San Miguel de Comondú sustentan densos palmares y persisten aún actividades agrícolas en donde se producen diversos cultivos, destacando la uva misionera. En San José de Comondú se encuentra la misión que recibe ese mismo nombre. El oasis de San Javier también forma parte de este sitio Ramsar, y fue uno de los primeros asentamientos de los misioneros Jesuitas, y aquí conserva aún parte de las construcciones misionales como la

iglesia y el sistema de riego por acequias (CONANP, 2010).

Al este y sobre la cuenca del Golfo de California se encuentra el sitio Ramsar Oasis Sierra de la Giganta, el cual se caracteriza por presentar pendientes escarpadas en la ladera oriental de la sierra, con pequeñas llanuras aluviales costeras. La situación geográfica, las condiciones climáticas y biogeográficas de este sitio permiten que en la vegetación de laderas de esta serranía se desarrolle además de los palmares, y matorral xerófilo, elementos de afinidad tropical propios de las selvas secas como, mauto (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr.) y cajalosucho (*Plumeria* sp) (obs. personal). Este sitio contiene cinco oasis La Primer Agua, Ligüi, Tabor, Juncalito y Nutrí así como numerosas pozas que sirven de abrevaderos al borrego cimarrón (*Ovis candensis* Shaw). Este sitio Ramsar se encuentra cercano a Loreto – que representa una de las poblaciones más grandes de la mitad norte del estado- por lo que el sitio está influenciado por el crecimiento urbano y turístico de la zona (Ramsar. CONANP, 2007d).

Al sur se localiza el sitio Oasis de la Sierra del Pilar, el cual se ubica en el flanco occidental de la Sierra El Mechudo (La Giganta) y sus cuencas proporcionan la recarga del acuífero de la zona de producción agrícola más importante de Baja California Sur, el distrito de riego “Santo Domingo”. Este sitio Ramsar contiene varios oasis, entre los que se encuentran San Luis Gonzaga, San Pedro de la Presa, Las Paredes, El Pilar, Las Pocitas, y El Cardalito, en todos se ha reportado la presencia de un pez (sardinilla peninsular, killifish - *Fundulus lima* Vaillant -) endémico a los oasis baja californianos y protegido por la Norma Oficial (Ramsar. CONANP,2007e).

En el extremo sur de la península se encuentra el Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo, el cual está delimitado por los parteaguas de las sierras La Laguna y La Trinidad, y alimenta al acuífero más importante del sur del estado, ya que provee de agua a la segunda población más numerosa de la entidad. En los arroyos de esta cuenca se desarrolla una vegetación riparia que alberga elementos exclusivos de este tipo de ambientes y constituyen importantes corredores y refugios de flora y fauna. Entre las especies de plantas únicas al sistema ripario se encuentran: *Washingtonia robusta* H. Wendl y *Brahea brandegeei* (Purpus) H.E.Moore, endémicas a BCS; *Populus brandegeei* var *glabra* Wiggins endémica a la Sierra La Laguna; *Prunus serotina* Ehrh e *Ilex brandegeana* Loes, que se distribuyen exclusivamente en las zonas altas de la Sierra La Laguna; *Heteromeles arbutifolia* (Lindl.) M. Roem y *Salix lasiolepis* Benth presentan una distribución disyunta con la Sierra de San Pedro Mártir (Ramsar. CONANP.2007f). Alrededor del sistema ripario, la

vegetación dominante es selva baja caducifolia cuya afinidad florística es principalmente tropical y contiene un elenco florístico distintivo al del matorral xerófilo que domina en los otros sitios Ramsar. Además en este sitio se encuentran también importantes oasis como Boca de la Sierra y Caduaño, y en la desembocadura del arroyo se localiza el estero de San José el cual es una Reserva Ecológica Estatal.

Además de la relevancia de los sitios Ramsar por contener ecosistemas únicos, así como un gran número de especies endémicas y bajo algún estatus de protección, en la mayoría de ellos (seis) existen sitios con vestigios paleontológicos, arqueológicos e históricos de apreciable valor como pinturas rupestres, talleres líticos, concheros, entierros y misiones. Asimismo la mayoría cuenta con Programa de Manejo, ya sea por estar incluido en un Área Natural Protegida, como San Ignacio, Ojo de Liebre, Loreto, Cabo Pulmo, Balandra y El Estero de San José, o por contar con Programa de Manejo como sitio Ramsar, como es el caso de los Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz y Los Comondú.

Si bien cada sitio tienen su propia dinámica y problemática particular, hay condiciones que son comunes sino a todos, sí a la mayoría como es la presencia de especies invasoras. Varios de los oasis costeros se encuentran asociados a desarrollos urbanos y turísticos, como es el caso del Estero de San José del Cabo, Cabo Pulmo, Mogote-Ensenada La Paz, Balandra y Bahía Loreto. En los humedales de la Laguna de San Ignacio y Ojo de Liebre existe una fuerte problemática y controversia debido a la pesca furtiva o guaterismo. En el caso de los oasis continentales, generalmente subsisten los usos tradicionales y el principal problema es la emigración de la población local y el abandono de las actividades agrícolas y de las prácticas de manejo del palmar, lo que se traduce, además del empobrecimiento de la población, en un incremento en la incidencia de fuegos y la salinización de los suelos (Cariño et al. 2016).

Análisis FODA

Con el objeto de proponer acciones que contribuyan al logro de la visión de la Convención Ramsar - la cual consiste en que “los humedales se conservan, se utilizan de forma racional y se restauran y sus beneficios son reconocidos y valorados por todos” (Ramsar, 2016) - realizamos un análisis de las fortalezas y debilidades internas del sistema de humedales y las oportunidades y amenazas exteriores o del ambiente mediante el uso del análisis FODA (Dyson, 2004; Ponce-Talancón, 2006).

La identificación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas se hizo con base en la experiencia del equipo de trabajo, entrevistas con tres manejadores expertos en humedales y Áreas Naturales Protegidas e hicimos una intensa revisión bibliográfica, tanto de las características de cada sitio Ramsar de Baja California Sur como de informes, planes estratégicos, políticas y leyes. Para evaluar cada uno de los factores internos y externos se calcularon valores ponderados para cada uno. La ponderación se efectuó multiplicando el peso porcentual de cada factor en cada rubro, con un valor (1 a 3) de acuerdo con las características de cada una de las fortalezas-debilidades y oportunidades-amenazas (Tabla II y III). Habiendo identificado y ponderado el peso de estos factores, se propusieron estrategias basadas en las fortalezas, eliminando las debilidades, explotando las oportunidades y contrarrestando las amenazas.

Resultados y discusión

Las fortalezas identificadas (Tabla II) incluyen aspectos que están relacionados a características ecológicas como: diversidad de ambientes – ya que los sitios Ramsar de Baja California Sur incluyen diversos ambientes costeros, marinos y continentales –; fungen como corredores de vida silvestre; presentan una gran complementariedad entre los sitios para la protección de un gran número de especies endémicas, y presentan un alto grado de naturalidad y conservación. Asimismo se consideró como fortaleza el contar con un marco legal de protección internacional para el manejo sustentable; la mayoría de los sitios cuentan con un programa de manejo; su diseño considera una visión ecosistémica ya que incluye una integración por cuencas hidrográficas o toda la zona costera local.

Las debilidades reconocidas fueron ocho, entre las que se encuentran características de los sitios como su gran extensión territorial y el aislamiento geográfico, ambos aspecto dificultan las tareas de manejo y administración e implican altos costos; además de existir escasa infraestructura y recursos humanos y financieros. Otras debilidades se derivan de aspectos sociales como la escasa organización y participación comunitaria en la toma de decisiones, así como pobre concienciación de los alcances que tiene la Convención Ramsar. También se consideró como debilidad del sistema Ramsar el que esta categoría de conservación no se encuentra jurídicamente dentro del esquema de Áreas Naturales Protegidas. Además de que al involucrar el recurso agua, la instancia administrativa de los humedales recae en Comisión Nacional del Agua aun cuando se encuentren

dentro de las ANP, lo que impone ciertas restricciones para que la autoridad encargada de conservación de la biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas administre y gestione recursos.

Respecto de los factores externos identificamos nuevas oportunidades, entre las que se encuentra, el acceso a fondos y asesoría nacional e internacional - derivado de su condición de ser sitios Ramsar-, la existencia de una Política Nacional de Humedales y los diversos convenios nacionales e internacionales son oportunidades para la conservación y el uso racional de los humedales. Asimismo oportunidades se consideraron la cercanía y colaboración con centros de investigación científica y organizaciones de la sociedad civil.

De las amenazas se consideraron aspectos naturales como, cambio climático, y factores derivados de la actividad humana como la introducción de especies exóticas, el cambio de uso del suelo y los desarrollos costeros turísticos y urbanos. De igual forma se incluyen en este rubro aspectos como insuficiente vinculación intersectorial, inestabilidad del presupuesto público, políticas regresivas de conservación a la naturaleza y la crisis internacional.

Tabla II. Fortalezas y debilidades (factores internos) de los sitios Ramsar de Baja California Sur.

Fortalezas	Peso	Valor ¹	TP*	Debilidades	Peso	Valor ²	TP*
• Diversidad de ambientes	10	3	30	• Su gran extensión	10	3	30
• Fungen como corredores	5	3	15	• Aislamiento geográfico	7	3	21
• Existe complementariedad de oasis	5	3	15	• Escasa de infraestructura	13	2	26
• Alto grado de conservación	8	1	8	• Falta de recursos humanos y financieros	15	2	30
• Visión ecosistémica de humedal	15	2	30	• Escasa prioridad en el sistema de Conservación Nacional.	30	2	60
• Tienen Programa de manejo	20	2	40	• Escasa organización comunitaria	5	1	5
• Colaboración Académica	7	2	14	• Poca participación comunitaria en la toma de decisiones	15	1	15
• Estatus de protección-legal	30	2	60	• Pobre concienciación de los alcances que tiene la Convención Ramsar	5	1	1
Total	100		212		100		188

Valor¹ Fortalezas: 3/consistente; 2/podemos perderla; 1/la estamos perdiendo

Valor² Debilidades: 3/difícil de eliminar; 2/podríamos eliminarla; 1/la estamos eliminando

TP*: Total Ponderado, es la multiplicación del Peso por el Valor

De este ejercicio los aspectos que tuvieron mayor valor ponderado fueron los factores externos, particularmente las oportunidades. De las fortalezas las más importantes fueron el contar con el

reconocimiento de Humedales de Importancia Internacional para once sitios en Baja California Sur y de que nueve de éstos cuentan con Programa de Manejo. Para las debilidades el aspecto más

Tabla III. Oportunidades y amenazas (factores externos) de los sitios Ramsar de Baja California Sur.

Oportunidades	Peso	Valor ¹	TP*	Amenazas	Peso	Valor ²	TP*
• Acceder a fondos internacionales y asesoría especializada	12	1	12	• Especies invasoras	8	2	16
• Política Nacional de Humedales	20	3	60	• Cambio Climático	5	3	15
• Convenio de Concertación SEMARNAT, CONANP, CONAGUA Y WWF*	10	3	30	• Desarrollos turísticos costeros y desarrollo urbano	14	2	28
• Convenios Internacionales (multilaterales)	30	3	90	• Cambio del uso del suelo	14	2	28
• Cuarto Plan Estratégico	12	3	36	• Perdida de la centralidad de las huertas	3	2	6
• Presencia de Centros de Investigaciones	6	3	18	• Baja Valoración Social	8	2	16
• Presencia de diversas ONG en el Estado.	6	3	18	• Insuficiente vinculación intersectorial	8	1	8
• Nuevos mercados con la valoración de bienes y productos locales	4	1	4	• Inestabilidad del presupuesto público	8	3	24
				• Políticas regresivas de conservación a la Naturaleza	8	3	24
				• Crisis internacional	24	3	72
Total	100		268		100		237

Valor¹ Oportunidades: 3/la tenemos; 2/podríamos tenerla; 1/difícil de tomar

Valor² Amenazas: 3/incontrolable; 2/podemos influir; 1/Podemos eliminarla

*SEMARNAT = Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, CONANP= Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONAGUA = Comisión Nacional del Agua y WWF= World Wild Life Foundation.

TP*: Total Ponderado, es la multiplicación del Peso por el Valor

destacado es la baja prioridad dentro del esquema de conservación nacional, siguiéndole la gran extensión y la escasez de recursos financieros y humanos. En el caso de las oportunidades resalta,

por su valor ponderado, la existencia de convenios internacionales para el manejo y conservación de estos sitios Ramsar, así como la existencia de una política nacional sobre humedales. En cuanto a las amenazas destaca la relevancia de la crisis internacional y de factores antrópicos que amenazan la funcionalidad de los humedales.

Líneas Estratégicas.

De acuerdo con la relación entre las fortalezas-debilidades y oportunidades-amenazas identificamos las siguientes líneas estratégicas para el fortalecimiento de la gestión y manejo de los sitios Ramsar:

- 1.- Fortalecer el estatus de protección legal mediante la firma y cumplimiento de los acuerdos tomados en convenios internacionales.
- 2.- Fortalecer el estatus de protección de los humedales Ramsar en la política nacional de humedales, mediante el reconocimiento de éstos dentro de los esquemas de Áreas Naturales Protegidas del País.
- 3.- Crear mecanismos que permitan acceder a fondos internacionales y asesoría especializada para remontar los problemas derivados de la falta de recursos y de las características geográficas.
- 4.- Promover la formalización de los convenios de colaboración con instituciones académicas y sociedad civil para la gestión de sitios Ramsar.
- 5.- Promover la participación de las comunidades locales en la gestión de sitios Ramsar
- 6.- Reconocer, documentar y difundir el valor biológico y cultural de los humedales.
- 7.- Fomentar la comunicación y vinculación entre las diversas instancias y entre los gobiernos local y federal.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Aradit Castellanos Vera su apoyo y comentarios para la realización de este trabajo. Reconocemos al MC. Gil Ceseña por su ayuda en la elaboración del mapa de localización de los sitios Ramsar en Baja California Sur. Agradecemos las observaciones de la Dra. Elizabeth Olmos y de los dos revisores anónimos, cuyos comentarios enriquecieron este trabajo. Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract. Esta investigación fue apoyada por el proyecto CONACyT 251919 de Ciencia Básica y el proyecto CONACYT 269540 de Redes Temáticas.

Literatura Citada

- Cariño. M.; A. Breceda y A. Tenza. 2016. *Los Oasis: Sistemas Socioambientales Tradicionales de la Península de Baja California, México*. En: A. I. Moreno, M. Vallejo, A. Casas y V. Toledo (Eds). *Los sistemas agroforestales de los pueblos de México*. UNAM, México (En prensa).
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2002. *Programa de Manejo Parque Nacional Bahía de Loreto, México*. CONANP, México, DF. 2ª Edición. 192 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006a. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cabo Pulmo, México*. CONANP, México, DF. 159 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006b. *Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento del Área Natural Protegida, "Área de Protección de Flora y Fauna Oasis de Baja California Sur, conformada en Archipiélago"*. México, D.F., pp. 259 más 11 apéndices.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2010. *Propuesta de Programa de Manejo del Sitio Ramsar "Humedal Los Comondú"*. Consultado 05-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/lineamientos_instrumentos/Humedal_los_Comondu.pdf
- Dyson, G. R. 2004. *Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick*. European Journal of Operational Research 152: 631–640
- Gardner, R.C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C.M., Galewski, T., Harrison, I., Paganini, M., Perennou, C., Pritchard, D.E., Rosenqvist, A., y Walpole, M. 2015. *State of the World's Wetlands and their Services to People: A compilation of recent analyses*. Ramsar Briefing Note no. 7. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Guzmán Poo, J. y E. Palacios. 1999. *AICA: NO-59, Estero de San José*. En: Benítez, H., M.C. Arizmendi y L. Márquez. *Base de Datos de las AICAS*. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Ponce-Talancón, H. 2006. *La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales*. Contribuciones a la Economía. Septiembre: 1-16.
- Pronatura Noroeste, A.C. (compiladores). 2010. *Plan de Conservación del Estero de San José del Cabo, B.C.S., México*. La Paz, Baja California Sur. 54pp.

- Ramsar. 2016a. *La Convención de Ramsar y su Misión*. Consultado: 01-04-2016. En: <http://www.ramsar.org/>
- Ramsar, 2016b. *Ramsar*. Consultado 27-09-2016. En: <http://www.ramsar.org/>
- Ramsar. 2016c. *Ramsar, México*. Consultado 27-09-2016. En: <http://www.ramsar.org/es/humedal/m%C3%A9xico>
- Ramsar. CONANP. 2003. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Parque Nacional Bahía de Loreto*. Consultado: 03-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/PN_Bahia_de_Loreto/Parque_Nacional_Bahia_de_Loreto.pdf
- Ramsar. CONANP. 2007a. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*. Consultado: 03-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/El%20Mogote-Ensenada%20de%20La%20Paz/Mexico%20El%20Mogote%20Ensenada%20de%20La%20Paz%20RIS%20S%202008.pdf
- Ramsar. CONANP. 2007b. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2006-2008, Parque Nacional Cabo Pulmo*. Consultado: 10-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Parque%20Nacional%20Cabo%20Pulmo/Mexico%20Parque%20Nacional%20Cabo%20Pulmo%20RIS%20S%202008.pdf
- Ramsar. CONANP. 2007c. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2006-2008, Humedal La Sierra de Guadalupe (vertiente occidental)*. Consultado: 10-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Sierra%20de%20Guadalupe/Mexico%20Humedal%20La%20Sierra%20de%20Guadalupe%20RIS%20S%202008.pdf
- Ramsar. CONANP. 2007d. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Oasis Sierra de La Giganta*. Consultado: 10-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Sierra%20La%20Giganta/Mexico%20Oasis%20Sierra%20de%20La%20Giganta%20RIS%20S%202008.pdf
- Ramsar. CONANP. 2007e. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Oasis de la Sierra El Pilar*. Consultado: 06-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Sierra%20El%20Pilar/Mexico%20Oasis%20Sierra%20El%20Pilar%20

RIS%20S%202008.pdf

- Ramsar. CONANP.2007f. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo*. Consultado: 06-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Baja_California_Sur/Estero%20San%20Jos%C3%A9%20del%20Cabo/Mexico%20Sistema%20Ripario%20de%20la%20Cuenca%20y%20Estero%20San%20Jos%C3%A9%20del%20Cabo%20RIS%20S%202008.pdf
- Ramsar. CONANP.2016. *Humedales de México*. Consultado: 01-04-2016. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php
- Reyes- Bonilla, H. 1990. *Distribución, riqueza específica, aspectos biogeográficos y taxonómicos de los corales hermatípicos del Golfo de California*. B.S. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México. 127pp.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rubio y E. Pineda. 1997. *Los oasis como parches atractivos para las aves residentes e invernantes*. Pp. 157-195. En: Arriaga, L. & R. Rodríguez-Estrella (eds.). *Los oasis de la Península de Baja California*. Cap. 10. Publ. # 13, CIBNOR, S.C. La Paz, B.C.S., México.
- Rodríguez-Estrella, R., M. C. Blázquez y J. M. Lobato. 2005. *Avian Communities of Arroyos and Desert Oases in Baja California Sur: Implications for conservation*. pp. 334- 353. En Cartron, J.-L. E., G. Ceballos and R.S. Felger (Eds.). *Biodiversity and Conservation North Mexico*. University Press. Oxford.Pais. Número de páginas. .
- Rodríguez-Estrella, R., M.C. Blázquez & J.M. Lobato. 2005. *Avian Communities of Arroyos and Desert Oases in Baja California Sur: Implications for Conservation*. Pp. 334-353. En: Cartron, J.E., G. Ceballos & R.S. Felger (eds.). *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press. New York.
- Rubio, L., R. Rodríguez-Estrella y E. D. Pineda. 1997. *Comparación del uso del hábitat por aves residentes e invernantes*. Pp. 221-248. En: Arriaga, L. & R. Rodríguez-Estrella (eds.). *Los oasis de la Península de Baja California*. Cap. 12. Publ. # 13, CIBNOR, S.C. La Paz, B.C.S.
- Ruiz-Campos, G., J. L. Castro-Aguirre, S. Contreras-Balderas, M. L. Lozano-Vilano, A.F. González-Acosta, y S. Sánchez-González. 2002. *An annotated distributional checklist of the freshwater fish from Baja California Sur, Mexico*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 143-155.
- Tenza, A.; A. Breceda; M. Cariño; J. Martínez y A. Giménez. 2014. *Claves de sustentabilidad de agroecosistemas tradicionales basados en regadíos y ganadería extensiva en oasis de Baja California*

(México). Pp. 791-804. En: Sanchis-Ibor, C.; Palau-Salvador, G. Mangué Alférez, I.; Martínez-Sanmartín, L.P. (Eds.) Irrigation, Society, Landscape. Tribute to Thomas F. Glick, València, Universitat Politècnica de València, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.4995/ISL2014.2014.193>. 1242 pp.

Cita

Breceda A., P. Galina y B. Bermúdez. 2016. Los sitios Ramsar de Baja California Sur, México: Problemática y Perspectivas. Áreas Naturales Protegidas Scripta 2016. Vol. 2 (2): 9-34. DOI:10.18242/ANPScripta.2016.02.02.02.0007

Sometido: 11 de agosto de 2016

Revisado: 07 de octubre de 2016

Aceptado: 29 de noviembre de 2016

Editora asociado: Dra. Elizabeth Olmos Martínez

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández