



Imágenes de: Eleazar Benítez Martínez

Análisis de la generación de conocimiento en la Reserva de la Biosfera El Cielo, México y la vinculación con su programa de manejo

Analysis of knowledge generation in the El Cielo Biosphere Reserve, Mexico, and the link to its management program

Frida Carmina Caballero-Rico¹, José Alberto Ramírez-de-León², Ramón Ventura Roque-Hernández^{3*}

RESUMEN

La generación, sistematización y transferencia del conocimiento sobre la biodiversidad es un insumo fundamental para su conservación y la inclusión de la comunidad. La Reserva de la Biosfera de El Cielo (RBC), Tamaulipas, México es un área natural protegida por las características de sus recursos bióticos y abióticos. El objetivo de esta investigación fue caracterizar el estado actual del conocimiento generado sobre la Reserva de la Biosfera el Cielo y determinar su relación con su programa de manejo. Se realizó una búsqueda, clasificación y revisión cualitativa y cuantitativa de las fuentes primarias existentes en las bases de datos de *Web of Science*, *Scopus* y *Redalyc*. Esta información se contrastó con el contenido del Programa de Manejo de la RBC. Los resultados muestran asociación indirecta entre publicaciones y programa de manejo, con ausencia de publicaciones en los subprogramas de cultura, comunicación y gestión, así como la necesidad de sistematizar los temas abordados. El principal logro obtenido en este trabajo es la integración, mapeo y sistematización de publicaciones, lo que establece una línea base para estudios futuros. El conocimiento existente sobre la RBC publicado en revistas científicas, se elaboró desde un enfoque disciplinar en el campo de la biología. Existe evidencia de que fue utilizado para elaborar su más reciente programa de manejo y que impacta al menos en el 20 % de las acciones comprendidas en el documento; sin embargo, el proceso para la transferencia del conocimiento fue indirecto y se requieren nuevos enfoques transdisciplinarios para abordar la problemática socio-ecológica existente.

PALABRAS CLAVE: generación y transferencia del conocimiento, valoración del conocimiento local, fragmentación del conocimiento.

ABSTRACT

The generation, systematization and knowledge transfer about biodiversity is a fundamental input for its conservation and the inclusion of the community. El Cielo Biosphere Reserve (ECBR) in Tamaulipas, Mexico, is a natural area protected due to the characteristics of its biotic and abiotic resources. The objective of this research was to characterize the current state of the generated knowledge about El Cielo Biosphere Reserve and its relationship with its management program. A qualitative and quantitative search, classification, and review of the primary sources in the *Web of Science*, *Scopus*, and *Redalyc* databases was performed. This information was contrasted with the content of the ECBR Management Program. Results show an indirect association between publications and the management program with the absence of publications in the culture, communication, and management subprograms. The need to systematize the addressed topics was also evident. The main achievement of this work is the integration, mapping, and systematization of publications, which establishes a baseline for future studies. The existing knowledge about ECBR, published in scientific journals, was conducted from a disciplinary approach in the field of Biology. There is evidence that it was used to prepare its most recent management program and that it impacts at least 20% of the actions included in the document. However, the process for the transfer of knowledge was indirect, and new transdisciplinary approaches are required to address the existing socio-ecological problems.

KEYWORDS: generation and transfer of knowledge, local knowledge value, knowledge fragmentation.

*Correspondencia: rvhernandez@uat.edu.mx/ Fecha de recepción: 4 de julio de 2019/ Fecha de aceptación: 18 de julio de 2020/ Fecha de publicación: 31 de julio de 2020.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro de Excelencia, Gestión y Transferencia del Conocimiento, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. ²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica de Trabajo Social y Desarrollo Humano, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales Nuevo Laredo, Avenida Luis Echeverría Infonavit, Infonavit Fundadores, Nuevo Laredo, Tamaulipas, México, C. P. 88275.

INTRODUCCIÓN

La creación de conocimiento y la mejora en el entendimiento de los procesos biológicos y sociales, que afectan la conservación en las áreas naturales protegidas (ANP) requieren la interacción sistemática de diferentes actores científicos sociales y naturales, autoridades, miembros de la comunidad y del contexto donde se insertan y con el que mantienen relaciones complejas (Jentoft y col., 2007). Como señaló Morin (1999), se necesitan abordajes que rompan con la especificidad y la unificación, y transiten a enfoques transdisciplinarios. De esta manera, es posible “reorientarlos hacia una valoración de las relaciones vitales que existen entre hábitos de vida y hábitats específicos, que son compartidos por comunidades de cohabitantes” (Rozzi, 2018: 7), junto con la Filosofía Ambiental de Campo (FILAC). O bien, como argumentó Toledo (2013), abordarlos desde el metabolismo social, pues para comprender las relaciones entre comunidades humanas y sus recursos naturales, debe partirse del reconocimiento bidimensional de su relación: una dimensión material, visible, tangible, y otra inmaterial, invisible o intangible, siendo esta la que da estructura y sentido a los procesos. Challenger y col. (2014) expusieron que en México, aunque se reconoce la relevancia de analizar los ecosistemas en el contexto del desarrollo socio-ecológico, no se han generado las políticas y los mecanismos para realizarlo.

La generación de conocimiento científico es importante, ya que proporciona elementos para una mejor comprensión de los procesos de la conservación socio-ecológica de la biodiversidad. Investigaciones como la de Brasil (Giehl y col., 2017) plantean el hecho de que existe un desconocimiento de la cantidad y tipo de conocimiento científico que los tomadores de decisiones de las ANP emplean como sustento. Lemieux y col. (2018) encontraron que los tomadores de decisiones no reconocen la importancia que el conocimiento científico tiene en los procesos de trabajo, sino que confían en la información que les hacen llegar sus colaboradores o que se genera dentro de su ámbito de competencia.

El conocimiento del estado de la información permite conocer también cuáles son los vacíos, orientaciones, estructuras y patrones de las investigaciones, y poner al descubierto la fragmentación del territorio y del conocimiento (Topp y Loos, 2019). Como señalan Halffter y col. (2015), los investigadores poseen capital intelectual, conocen el territorio, son los que interaccionan con miembros de la comunidad, lo que les permitiría la transferencia del conocimiento científico. De ahí la importancia de trabajar desde lo local e incorporar procesos socio-ecológicos para la conservación de la biodiversidad asociados a instituciones de educación superior.

La Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), Tamaulipas, México fue declarada área ecológica protegida el 13 de julio de 1985 mediante decreto publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Tamaulipas. Se localiza al suroeste de Tamaulipas, en los municipios de Gómez Farías, Llera, Jaumave y Ocampo, abarcando una porción de la Sierra Madre Oriental, en las vertientes conocidas como Sierra de Cucharas o de Guatemala, y la Sierra Chiquita (Figura 1). Se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas de los paralelos 22°55'30" y 23°25'50" N y los meridianos 99°05'50" y 99°26'30" W. Está limitada al norte por el río Guayalejo, al sur por el municipio de Ocampo, al oriente por la costa altitudinal de los 200 msnm, además del río Sabinas y el nacimiento del mismo, y al occidente por la zona semidesértica de Tula y el valle de Jaumave. Tiene una superficie de 144 530.51 ha, con dos zonas núcleo: Zona Núcleo I, con 28 674-75-00 ha (veintiocho mil seiscientos setenta y cuatro hectáreas, con setenta y cinco áreas) y Zona Núcleo II, con 7 844-31-00 ha (siete mil ochocientos cuarenta y cuatro hectáreas, con treinta y un áreas), que suman 36 518.00 ha, y la Zona de Amortiguamiento con 107 991.45 ha. La RBC abarca 36 comunidades ejidales y en la zona de influencia, 39. El área de influencia que se suma a la estrategia de conservación, manejo y protección a partir de la modificación y actualización del Programa de Manejo 2013 equivale



■ **Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México.**

Figure 1. Location of “El Cielo” Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico.

a 124 723.5 ha, por lo que se amplía la superficie protegida de la RBC a 269 253.5 ha de acuerdo al Periódico Oficial de Estado de Tamaulipas (POE, 2013). Esta actualización sustituye al Plan de Manejo Integral de la Reserva de la Biosfera El Cielo publicado en 1996.

En 1986, la RBC ingresa a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del programa Hombre y la Biosfera, de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (UNESCO, 2018). Desde el 3 de junio de 2001 forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), con el Registro 039 de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2019).

El Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Cielo (PMRBC) (POE, 2013: 3) “está conceptualizado como un documento rector de planeación y regulación, en el que se establecen las acciones mediante las cuales se pretenden alcanzar los objetivos de conservación de su biodiversidad y sus ecosistemas, apoyados en la gestión, investigación

y difusión, integrando, además, los mecanismos y estrategias necesarias para el adecuado manejo y administración del área, realizado por las poblaciones humanas locales y de su área de influencia”. Para ello, se desarrollaron seis subprogramas de conservación: Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión. Cada uno, a su vez, está conformado por componentes con objetivos, metas, actividades y acciones específicas derivados del diagnóstico de la situación actual de los ecosistemas del área, de su biodiversidad y del análisis de la problemática y necesidades de conservación de los recursos naturales existentes. En muchos casos las acciones de un componente son complementarias a las actividades de otros.

Este estudio presenta el primer análisis sistémico sobre la generación de conocimiento científico en la RBC.

El objetivo de este trabajo fue identificar, analizar y categorizar el conocimiento científico generado sobre la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) disponible en diferentes bases de datos y determinar su concordancia con su programa de manejo.

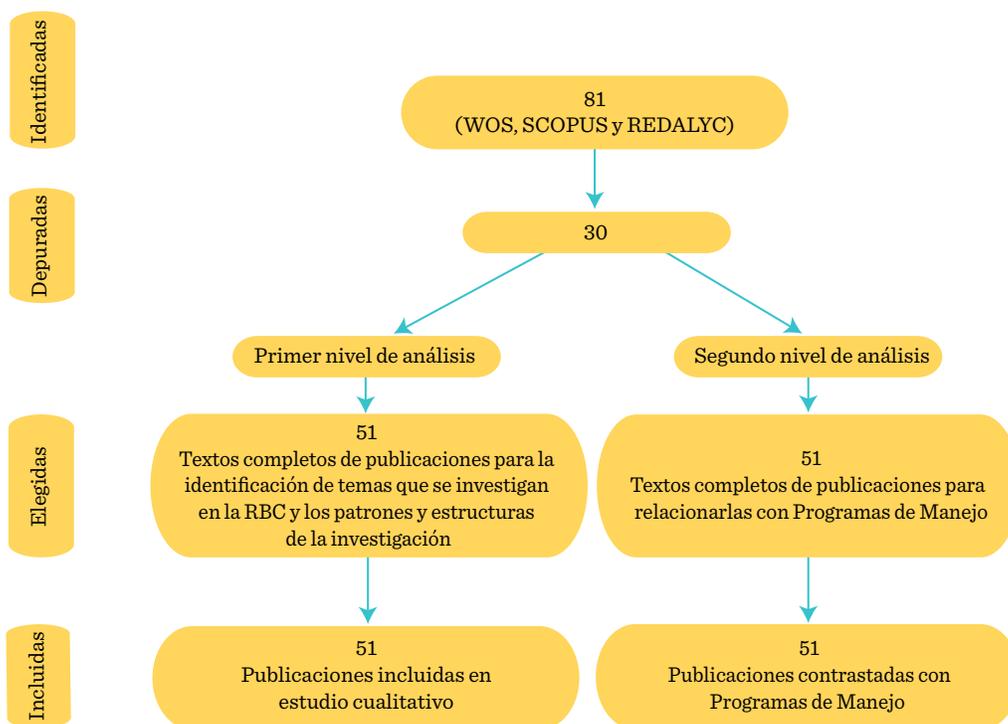
MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos niveles de análisis que permitieron tener una visión general del conocimiento generado. El diseño de trabajo empleado se sustenta en la propuesta de Moher y col. (2009) y se presenta en la Figura 2.

En el primer nivel de análisis se identificaron los patrones y estructuras de la investigación a partir de los temas que se investigan en la RBC en las publicaciones científicas, incluidas en las bases de datos de la *Web of Science* de *Clarivate Analytics*, *Scopus* de Elsevier y la Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Redalyc). Se utilizó la combinación de las palabras “Reserva, Biosfera, El Cielo Tamaulipas, y en inglés Mexico, *Biosphere*, *Reserve*”. No se estableció filtro de fecha de publicación. Primero las búsquedas se hicieron en todos los campos, posteriormente se realizó por título del artículo, resumen y palabras clave. La búsqueda se efectuó durante el mes de marzo de 2019. Los artículos identificados

en las bases de datos se sometieron a una revisión completa (título, resumen, temas, citas, autores, referencias y entidades financiadoras). Se construyó una base de datos en Microsoft Excel para llevar a cabo la comparación y análisis, eliminando así los duplicados, o que no correspondían a la RBC.

Con la finalidad de tener una mayor comprensión del conocimiento generado, se elaboró un segundo nivel de análisis, donde se buscó qué área planteada en el Programa de Manejo atiende la investigación, cómo contribuye su publicación a la conservación de la RBC y si existió una transferencia de estos conocimientos. Se revisaron los textos completos de cada publicación incluida en el estudio y se contrastaron con el PMRBC publicado en el Periódico oficial del Estado de Tamaulipas en noviembre de 2013. Cada publicación se relacionó al subprograma y componente con el que más se identificaba: Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión.



■ Figura 2. Esquema de trabajo. Modificado a partir de Moher y col. (2009).

Figure 2. Work scheme. Modified from Moher y col. (2009).

RESULTADOS

Primer nivel de análisis

Se ubicaron 81 publicaciones asociadas a la RBC. Como resultado del proceso de revisión y análisis, se descartaron 30 publicaciones que aparecían en más de una base de datos o que no correspondían a la RBC. Se incluyeron 51 publicaciones en el estudio.

Temas que se investigan en la RBC

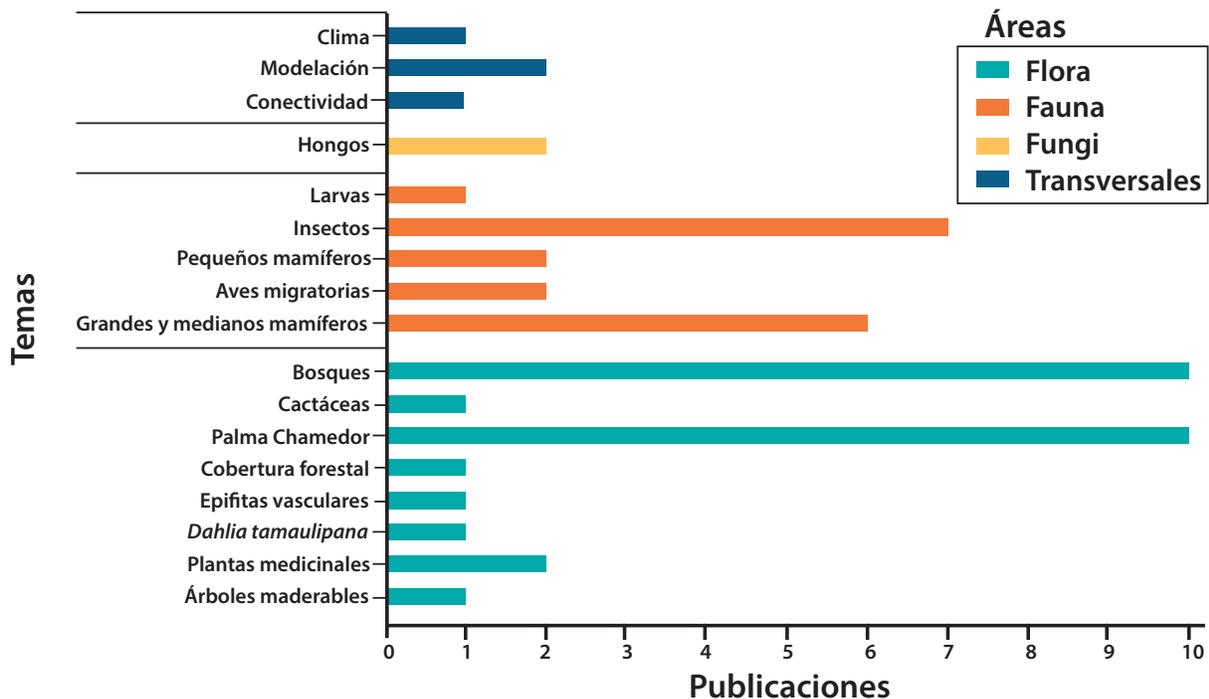
El área de estudio principal es sobre flora, que comprende el 52.94 %; fauna el 35.29 %; estudios transversales, 7.84 %; y Fungi (hongos), 3.92 %. Los temas se presentan en la Figura 3 y Tabla 1.

Flora

Plantas

El tema que más se estudió fue la comunidad de plantas, en donde se ubican 27 publicaciones, 10 sobre bosques, con trabajos que abarcan los temas de la germinación en bosques de montaña baja (Williams-Linera, 1993), análisis descriptivo de la vegetación selvática, acuática y riparia en bosques tropicales (Valiente-

Banuet y col., 1995), regeneración de bosques de niebla (Arriaga, 2000a), evaluación de modelos de diversidad-abundancia estrato arbóreo (Aguirre-Calderón y col., 2008), tipos y causas de mortalidad de árboles (Arriaga, 2000b), características anatómicas de 12 especies de un bosque mesófilo (Aguilar-Alcántara y col., 2014), la perspectiva de conservación bajo escenarios futuros de cambio climático (Rojas-Soto y col., 2012), así como un análisis de los cambios en la cobertura forestal a través de imágenes de satélite, antes y después de su designación como una reserva (Steinberg y col., 2014). Este último artículo reporta que la deforestación se ha detenido en la RBC, y también presenta los resultados de encuestas realizadas con pobladores de esta zona, quienes manifestaron que valoran los beneficios tangibles e intangibles que les ha proporcionado la RBC. Otros dos trabajos abordan la captura de carbono; el primero, orientado a estimar y conocer la distribución del carbono almacenado en un bosque de pino-encino resguardado dentro de la RBC (Rodríguez-Laguna y col., 2009) y el segundo, con el objetivo



■ Figura 3. Áreas y temas de las publicaciones.

Figure 3. Areas and topics of publications.

■ **Tabla 1. Clasificación del programa de manejo de la RBC con las 51 publicaciones encontradas.**
 Table 1. Classification of the 51 publications found, according to the ECBR management program.

Año	Investigación	Elemento biótico	Tema	Subprograma de PMRBC
1989 (1)	Estudio de los hongos de la RBC. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies (Heredia).	Fungi	Hongo	Manejo (Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales).
1990				
1991				
1992				
1993 (1)	Germinación en bosques de montaña baja (Williams-Linera).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
1994				
1995 (1)	Análisis descriptivo de la vegetación selvática, acuática y riparia en bosques tropicales (Valiente-Banuet y col.).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
1996				
1997 (1)	Distribución de las especies de aves migratorias neotropicales invernando en cuatro hábitats de la cordillera de la Sierra Madre Oriental en el noreste de México (Gram y Faaborg).	Fauna	Aves migratorias	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
1998 (2)	Participación invernal de aves migratorias y residentes neotropicales en bandadas de especies mixtas presentes en 4 hábitats diferentes en la RBC (Gram y Faaborg).	Fauna	Aves migratorias	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Zonificación climática para la Reserva de la Biosfera “El Cielo” en el estado de Tamaulipas, México (García y Sánchez-Santillán).	Transversales	Clima	Protección (Componente de mitigación y adaptación al cambio climático).
1999 (2)	Mariposa. Especificidad y herbivoría (<i>Lepidoptera</i>) sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo (Sánchez-Ramos y col.).	Fauna	Insectos	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
	Daños que causan las larvas blancas en los campos de maíz (Villalobos).	Fauna	Larvas	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de agroecosistemas y ganadería).
2000 (5)	Regeneración de bosques de niebla (Arriaga [a]).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
	Patrones de abundancia y uso humano en el bosque nuboso de montaña (Jones y Gorchoy).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	La germinación y viabilidad de la semilla de la palmilla para promover su posterior cultivo (Agil y col.).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).

Continúa...

	Tipos y causas de mortalidad de árboles (Arriaga [b]).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
	Descripción e ilustración de nuevo género cercano a <i>Hypogastrura</i> y su especie tipo de la RBC (Palacios-Vargas y col.)	Fauna	Insectos	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
	Presentación de una clave y notas acerca de las 5 especies conocidas de la fauna mexicana del género <i>Marietta</i> (Myartseva y Ruiz-Cancino).	Fauna	Insectos	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2001 (2)	Distribución altitudinal de la mastofauna en la RBC, en donde existen cuatro tipos de vegetación (bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino-pino y matorral xerófilo), aunados a una fauna característica (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
2002				
2003				
	La biología reproductiva de la palmera: vector de polinización, fenología de floración y fecundidad femenina (Berry y Gorchov).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	La extracción de productos forestales no maderables: efectos de la cosecha y su distribución (Endress y col. [a]).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2004 (4)	Efectos de la cosecha de hojas de la palma sobre la producción de hojas e implicaciones para un manejo sustentable (Endress y col. [b]).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Relaciones entre los patrones espaciales de la riqueza de especies de aves y mamíferos en el noreste de México, en relación con la ubicación de 3 reservas de biosfera (El Abra-Tanchipa, El Cielo y Sierra Gorda) y 13 áreas prioritarias de conservación, junto con la mayor riqueza de especies (Ortega-Huerta y Peterson).	Transversales	Modelación	Restauración (Componente de conectividad y ecología del paisaje).
2005				
2006				
	Importancia de los insectos y de su estudio (Maldonado).	Fauna	Insectos	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2007 (3)	Estudio de los patrones de fragmentación en las distribuciones actuales de 35 especies de aves y 19 especies de mamíferos que se consideran en peligro de extinción, amenazadas o con distribuciones restringidas (Ortega-Huerta).	Transversales	Modelación	Restauración (Componente de conectividad y ecología del paisaje).

Continúa...

	Relación que guarda la fecundidad femenina con el sustrato, más que con la abundancia masculina (Berry y Gorchov).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2008 (3)	Eficacia de la trampa capilar para detectar carnívoros mamíferos en los trópicos (Castro-Arellano y col.).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
	El modelado de la dinámica de fuente-sumidero dentro de una población de plantas y el impacto del sustrato y la herbivoría en la demografía de la palma (Berry y col.).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Evaluación de modelos de diversidad-abundancia del estrato arbóreo en un bosque de niebla (Aguirre-Calderón y col.).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
2009 (3)	Caracterización y comparación de los patrones de actividad y la superposición de la actividad temporal entre las 5 especies de roedores comunes de un bosque semideciduo tropical y entre las 2 especies de roedores comunes del bosque de nubes en la RBC (Castro-Arellano y Lacher).	Fauna	Pequeños mamíferos (roedores)	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
	Individuos con anticuerpos contra <i>Hantavirus</i> son prevalentes en la fauna de roedores de México, <i>P. levipes</i> , como posibles huéspedes para un <i>Hantavirus</i> (Castro-Arellano y col.).	Fauna	Pequeños mamíferos (roedores)	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
	Estimación y conocimiento de la distribución del carbono almacenado en un bosque de pino-encino, resguardado dentro de la RBC (Rodríguez-Laguna y col.).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de mantenimiento de servicios ecosistémicos).
2010 (1)	Estudio de la herbivoría sobre la palma camedor (Sánchez-Ramos y col.).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2011 (3)	Registro de 2 nuevas especies: <i>Cactaceae Mammillaria</i> (Cactaceae) (Martínez-Avalos y col.).	Flora	Cactáceas	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Modelo de fuente-sumidero, dinámica poblacional y recolección sostenible de hojas de la palma (Berry y col.).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Determinar el contenido de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales en ANP (Cruz-Flores y Etchevers-Barra).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de mantenimiento de servicios ecosistémicos).
2012 (3)	Perspectiva de conservación bajo escenarios futuros de cambio climático (Rojas-Soto y col.).	Flora	Bosques	Protección (Componente de mitigación y adaptación al cambio climático).

Continúa...

	Estudio de escarabajos, distribuciones altitudinales y temporales de especies de la familia Apionidae (<i>Coleoptera: Curculionoidea</i>) (Jones y col.).	Fauna	Insectos	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Proyecto <i>in situ</i> para evaluar el estado y la ecología espacial de la población marginal en el RBC (Carvajal-Villarreal y col.).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
2013 (1)	Evaluación rápida de la recolección sostenible de hojas de la palma (Ash y col.).	Flora	Palma Chamedor	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
2014 (2)	Análisis de los cambios en la cobertura forestal, a través de imágenes de satélite, antes y después de su designación como una reserva (Steinberg y col.).	Flora	Cobertura forestal	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
	Características anatómicas de 12 especies de un bosque mesófilo (Aguilar-Alcántara y col.).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales).
2015 (2)	Diversidad de hormigas (<i>Hymenoptera: Formicidae</i>) asociadas al cultivo de la palmilla o palma “camedor”, bajo un sistema agroforestal, fueron estudiadas en el bosque tropical de la RBC (Lara-Villalón y col.).	Fauna	Insectos	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
	Primer registro de oso negro (<i>Ursus americanus</i>), el carnívoro de mayor tamaño y la única especie de la familia ursidae aún presente en el país (Carrera-Treviño y col.).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
2016 (2)	Biodiversidad y su potencial biotecnológico, asociados con la planta medicinal <i>Dendropanax arboreus</i> (Ramos-Garza y col.).	Fungi	Hongos	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	Estudio de la ecología de los jaguares (Carrera-Treviño y col.).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
2017 (3)	Caracterización de los conjuntos epifíticos en 2 bosques distintos (de-la-Rosa-Manzano y col.).	Flora	Epífitas vasculares	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).
	El rescate del conocimiento y el uso de plantas medicinales. Diversidad del conocimiento etnobotánico tradicional en la reserva de la biosfera “El cielo”, Tamaulipas, México (Medellín-Morales y col.).	Flora	Plantas medicinales	Manejo (Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales).
	Estudio preliminar del género <i>Quercus</i> (Fagaceae) para conocer la riqueza y proporcionar herramientas para su identificación (Mojica y Valencia).	Flora	Bosques	Manejo (Componente de manejo y uso sustentable de la vida silvestre).

Continúa...

2018 (5)	Cambios en la conectividad de los ecosistemas entre las reservas de la biosfera “El Cielo” y “Sierra del Abra Tanchipa” en México, para el periodo 1993-2014 (Errejón-Gómez y col.).	Transversales	Conectividad	Restauración (Componente de conectividad y ecología del paisaje).
	El rescate del conocimiento y el uso de plantas Medicinales. Conocimiento tradicional y valoración de plantas útiles en reserva de biosfera El Cielo, Tamaulipas, México (Medellín-Morales y col.).	Flora	Plantas medicinales	Manejo (Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales).
	Registro de <i>Dahlia tamaulipana</i> (Asteraceae, Coreopsidae) (Reyes-Santiago y col.).	Flora	<i>Dahlia tamaulipana</i>	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
	Interacciones espacio-temporales de 3 mesocarnívoros simpátricos, que se encuentran en el límite noreste de su distribución geográfica en México, con el objetivo de determinar si estas especies coexisten o compiten en el eje del nicho temporal y espacial (Carrera-Treviño y col.).	Fauna	Grandes y medianos mamíferos	Restauración (Componente de recuperación de especies en riesgo y emblemáticas).
	Riqueza, estructura de la comunidad y actividad diurna de especies de hormigas (Rodríguez-de-León y col.).	Fauna	Insectos	Protección (Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala).
2019 (1)	Condiciones ambientales asociadas a la abundancia por estadio de desarrollo de 4 especies de árboles maderables, en el borde de un bosque tropical subcaducifolio (Vargas-Vázquez y col.).	Flora	Árboles maderables	Restauración (Componente de conectividad y ecología del paisaje).

de determinar el contenido de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales en ANP (Cruz-Flores y Etchevers-Barra, 2011). Estos estudios determinaron que la RBC contribuye a mitigar el cambio climático y que existen elementos para no rechazar la hipótesis de que las diversas condiciones ecológicas y edáficas en bosques de pino y oyamel influyen sobre los contenidos de carbono en suelos someros.

Sobre la palma chamedor (*Chamaedorea radialis* Mart) se ubicaron 10 artículos que proporcionan información referente a los patrones de abundancia y uso humano en el bosque nuboso de montaña (Jones y Gorchov, 2000); la germinación y viabilidad de la semilla de la palmilla para promover su poste-

rior cultivo (Agil y col., 2000); la biología reproductiva de la palmera: vector de polinización, fenología de floración y fecundidad femenina (Berry y Gorchov, 2004); la relación que guarda la fecundidad femenina con el sustrato más que con la abundancia masculina (Berry y Gorchov, 2007); la extracción de productos forestales no maderables: efectos de la cosecha y su distribución (Endress y col., 2004a); los efectos de la cosecha de hojas de la palma sobre la producción de hojas e implicaciones para un manejo sustentable (Endress y col., 2004b); el modelado de la dinámica de fuente-sumidero dentro de una población de plantas y el impacto del sustrato y la herbivoría en la demografía de la palma (Berry y col., 2008); el modelo de fuente-sumidero, dinámica poblacional y recolec-

ción sostenible de hojas de la palma (Berry y col., 2011); el estudio de la herbivoría sobre la palma camedor (Sánchez-Ramos y col., 2010) y la evaluación rápida de la recolección sostenible de hojas de la palma (Ash y col. 2013), donde concluyeron que la aplicación de este método es limitada, por la imprecisión de las estimaciones en la tasa de crecimiento de las poblaciones.

Por otra parte, se caracterizó la diversidad de los conjuntos epifíticos en 2 bosques distintos (de-la-Rosa-Manzano y col., 2017); estas aportaciones pueden utilizarse como una línea de base para futuras investigaciones sobre el manejo de especies epífitas en la RBC, donde muchas especies son endémicas y algunas están en peligro de extinción.

Mojica y Valencia (2017) realizaron un estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae), para conocer la riqueza y proporcionar herramientas para su identificación, confirmando la presencia de *Q. durifolia*, *Q. invaginata*, *Q. paxtalensis* y *Q. potosina*, que no se habían identificado en Tamaulipas. En ese estudio se plantea la necesidad de seguir realizando trabajo de campo para incrementar la colecta, lo que seguramente modificará las cifras de las especies que se presentan en el artículo.

Vargas-Vázquez y col. (2019) analizaron las condiciones ambientales asociadas a la abundancia por estadio de desarrollo de 4 especies de árboles maderables en el borde de un bosque tropical subcaducifolio, y concluyeron que los requerimientos ambientales afectan diferencialmente a cada estadio de desarrollo. La abundancia de plántulas se incrementa en condiciones de mayor incidencia lumínica, pero no en el resto de los estadios, excepto en *C. odorata*. La pérdida de cobertura y la consecuente formación de bordes pueden llevar a una reducción en la abundancia de estas especies, con implicaciones económicas.

El rescate del conocimiento y el uso de plantas medicinales se abordan en 2 estudios rea-

lizados en 2017 y 2018 por el mismo equipo de investigadores (Medellín-Morales y col., 2017; 2018). Ellos comprobaron que el conocimiento etnobotánico se encuentra disperso entre los diferentes grupos de edad, y cada grupo etario es poseedor de una pequeña porción de los diversos conocimientos sobre plantas útiles. Se propone que estas porciones deben ser consideradas en el diseño y desarrollo de modelos de manejo de los recursos vegetales adaptativos, con base en el conocimiento de los pobladores locales. Se identificaron 156 plantas útiles preferidas y 62 familias botánicas. Se aportó que son 5 las especies con mayor valor socioeconómico y ecológico que son vitales para la economía y subsistencia en la RBC: palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.), zarzamoras silvestres (*Rubus sapidus* Schltdl. y *Rubus coriifolius* Liebm.) y uvas de monte (*Vitis cinerea* (Engelm.) Millardet y *Vititiliifolia* Humb. & Bonpl. ex Schult.).

Por otra parte, se reportó el registro de 2 nuevas especies: *Cactaceae mammillaria* (Cactaceae) (Martínez-Ávalos y col., 2011) y *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, *Coreopsiodeae*) (Reyes-Santiago y col., 2018).

Fungi

Hongos

Se encontraron dos trabajos sobre hongos. En uno de ellos se analizó la distribución, sustrato e importancia de 126 especies de hongos colectados en un gradiente altitudinal entre los 240 m y 1 400 m de altura en la RBC. Los tipos de vegetación donde se realizaron las exploraciones pertenecen al bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque de encino-pino (Heredia, 1989).

Por otra parte, Ramos-Garza y col. (2016) publicaron un trabajo que consideran el primer estudio sobre los hongos endófitos de *Dendropanax arboreus*. Ellos examinaron la biodiversidad y su potencial biotecnológico asociados con la planta medicinal *D. arboreus*. Se recuperaron 45 aislamientos de hongos de 10 plantas cultivadas y se proporcionó evidencia de que: (1) los endófitos producen comúnmente

enzimas asociadas con el proceso de colonización (xilanasas, celulasas y pectinasas), mientras que las enzimas asociadas con infección patógena (amilasas) o solubilización con fosfato fueron relativamente poco frecuentes; (2) los aislados de los géneros *Corynespora*, *Endomelanconiopsis* y *Thozetella* son fuentes potenciales de nuevos compuestos antimicrobianos; y (3) las comunidades de hongos endófitos distintivos ocurren en diferentes tejidos de las plantas (la raíz, el tronco y la hoja), pero esto fue menos evidente en los sitios de muestreo (elevación).

Fauna

Grandes y medianos mamíferos

Se identificaron 6 trabajos. El margay (*Leopardus wiedii*) es un mamífero mediano que está clasificado como una especie en peligro de extinción en México y está incluido en el apéndice bajo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Carvajal-Villarreal y col., 2012). Los estudios de ecología espacial de los márgenes son desfavorables, con tres estudios previos que constan solo de individuos con seguimiento radioeléctrico. El límite de distribución del noreste para el margay es la RBC. En los años 2002, 2003, 2004 y 2008, se realizó un proyecto *in situ* para evaluar el estado y la ecología espacial de la población marginal en el RBC (Carvajal-Villarreal y col., 2012). La calidad del hábitat de la RBC y la ausencia del ocelote simpátrico (*Leopardus pardalis*) pueden explicar la abundancia de margay, aparentemente alta, observada en el área de estudio. En el trabajo se destaca que la RBC apoya a la población marginal del noreste en el hemisferio occidental y, por lo tanto, tiene un importante valor de conservación en México.

Carrera-Treviño y col. (2016) estudiaron la ecología de los jaguares. Los objetivos de su investigación fueron: a) determinar la estructura y densidad poblacional del jaguar (*Panthera onca*), b) analizar sus patrones de actividad y su traslape temporal con el puma (*Puma concolor*), c) determinar las abundan-

cias de presas potenciales, y d) evaluar los daños por depredación en animales domésticos en el municipio de Gómez Farías. Se identificaron 8 individuos de jaguar: 4 hembras adultas, una hembra juvenil, 2 machos adultos y un macho juvenil. La densidad estimada fue de $5.9 \text{ ind}/100 \text{ km}^2 \pm 1.3 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$. Con respecto a los patrones de actividad del jaguar y el puma, se encontró que existe un traslape en el que ambas especies mostraron un comportamiento nocturno-crepuscular. Las especies presa más abundantes fueron: hoco-faisán (*Crax rubra*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), temazate rojo (*Mazama temama*), venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), mientras que las menos abundantes fueron zorri-llo listado sureño (*Mephitis macroura*) y mapache (*Procyon lotor*).

Carrera-Treviño y col. (2015) realizaron el primer registro de oso negro (*Ursus americanus*), el carnívoro de mayor tamaño y la única especie de la familia *ursidae* aún presente en el país. Asimismo, es considerada una especie prioritaria para su conservación por el gobierno mexicano a través de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2010). Se reportaron los registros de la presencia de oso negro en áreas de bosque tropical y a una altura menor de los 600 m. Se infiere que la presencia de este carnívoro, a esta altura y tipo de vegetación, se encuentra asociada al consumo de mango (*Mangifera*) y maíz (*Zea mays*) durante la temporada de cosecha, que va de julio a septiembre en el área de estudio. Debido a lo anterior, es posible que en los próximos años se logren más avistamientos y conflictos con esta especie en la parte baja y tropical de esta área natural protegida.

En otro trabajo de Carrera-Treviño y col. (2018) se analizaron las interacciones espacio-temporales de 3 mesocarnívoros simpátricos que se encuentran en el límite noreste de su distribución geográfica en México, con el objetivo de determinar si estas especies coexisten o compiten en el eje del nicho temporal y espacial. Con un periodo de muestreo de enero

de 2015 a diciembre de 2016 y 26 estaciones de captura de cámaras (con un conjunto de 2 cámaras trampas opuestas entre sí) ubicadas a lo largo de caminos y senderos de animales, se determinó la actividad patrón y uso del hábitat de margay (*L. wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y Puma *yagouaroundi* (*yagouaroundi*). Los hallazgos sugieren que, no existe competencia interespecífica entre estas especies mesocarnívoras tropicales, probablemente debido a las interacciones antagónicas entre ellas en el eje temporal y espacial. Estas estrategias pueden favorecer positivamente a las poblaciones de mesocarnívoros, que se caracterizan por tener un alto comportamiento territorial.

Por otra parte, se estudió la distribución altitudinal de la mastofauna en la RBC, donde existen 4 tipos de vegetación (bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino-pino y matorral xerófilo), las cuales están aunadas a una fauna característica. Se determinaron especies de mamíferos asociadas a cada tipo de vegetación y se concluyó que los mamíferos presentan una distribución diferencial en un gradiente altitudinal en 5 patrones: 4 especies de distribución amplia, 7 especies de distribución media, 31 especies de distribución reducida, 12 especies de distribución salteada y 42 especies de distribución específica. Además, el bosque tropical subcaducifolio contiene el mayor número de especies con distribución específica, seguido por el bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo y bosque de encino-pino con 19, 10, 9 y 4, respectivamente. La RBC es la única área protegida donde el oso negro (*U. americanus*) y el jaguar (*P. onca*) se encuentran juntos, coincidiendo en el bosque mesófilo de montaña, que sirve como hábitat marginal, ya que ambas especies son más abundantes en otros hábitats. De hecho, existen conflictos por los daños que estas 2 especies y el puma (*P. concolor*) ocasionan a los lugareños. Los investigadores destacan que si bien la riqueza específica de mamíferos en la RBC es alta, la abundancia relativa de la mayoría de las especies es baja, probable-

mente como resultado de la intensa explotación forestal que se realizó en la zona hasta mediados de los 70, y un gran incendio ocurrido entre el invierno de 1970 y la primavera de 1971 que devastó gran parte de los bosques de la reserva (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta, 2001).

Castro-Arellano y col. (2008) probaron la eficacia de la trampa capilar para detectar carnívoros mamíferos en los trópicos, ya que los estudios directos de carnívoros mamíferos son desafiantes, por la naturaleza secreta de los animales y los altos costos asociados con su captura y manejo. El uso de muestras de cabello, no invasivas, para estudiar estas especies solitarias tiene un gran potencial como alternativa, con una amplia aplicabilidad en ecología y conservación. La captura de cabello se ha utilizado ampliamente para estudios focales de mamíferos templados, pero su uso y aplicabilidad como un medio para examinar mamíferos en entornos tropicales nunca se había abordado. Se evaluó la efectividad de 2 tipos de trampas para el cabello y 2 esencias a lo largo de un gradiente de elevación dentro de la RBC, para detectar la presencia de carnívoros. Las trampas para el cabello que usaban clavos como una superficie recogían más pelo y detectaban un mayor número de especies que las trampas para el cabello que usaban tiras de velcro. Diferentes tratamientos de olor (fragancia comercial y aceite de catnip) no difirieron para estas mismas variables. De las trampas exitosas de clavos, el 60 % recolectó más de 20 cabellos (máximo = 439), proporcionando material suficiente para los análisis de ADN. Los estudios de trampa capilar detectaron el 74 % de las posibles especies de mamíferos en 19 días.

Pequeños mamíferos

Roedores

Se identificaron dos trabajos, uno de Castro-Arellano y Lacher (2009), quienes caracterizaron y compararon los patrones de actividad y la superposición de la actividad temporal entre las 5 especies de roedores comunes de un bosque semidecíduo tropical (TSF, por sus

siglas en inglés: Tropical Semidecidal Forest) y entre las 2 especies de roedores comunes del bosque de nubes en la RBC. Los autores señalaron que es la primera documentación de la segregación temporal no aleatoria de roedores neotropicales en todo el conjunto, y añaden que el tiempo de actividad puede ser un mecanismo muy poco apreciado en otras asociaciones de roedores tropicales y en otras biotas ricas en especies. Castro-Arellano y col. (2009) también proporcionaron evidencia adicional de que los individuos con anticuerpos contra *Hantavirus* (ratón de la malinche; *Peromyscus levipes*) son prevalentes en la fauna de roedores de México, como posibles huéspedes para un *Hantavirus*.

Aves migratorias

Se encontraron 2 estudios sobre aves. El primero es de Gram y Faaborg (1997), quienes investigaron sobre la distribución de las especies de aves migratorias neotropicales, invernando en 4 hábitats de la cordillera de la Sierra Madre Oriental en el noreste de México. Se observaron 32 especies de aves migratorias durante los inviernos de 1993 a 1995. Las especies migratorias más frecuentemente detectadas fueron el reyezuelo sencillo (*Regulus calendula*), el chipede Wilson (*Wilsonia pusilla*), perlita grisilla (*Polioptila caerulea*) y el zorzalito colirrufo (*Cutharus guttatus*). Los hábitats que tuvieron la mayor riqueza de especies fueron los bosques templados y las selvas tropicales. Cerca de la mitad de las especies migratorias presentes en la RBC son específicas de un tipo de hábitat, mientras que otras se encontraron en varios hábitats a lo largo de su distribución invernal.

El segundo estudio es de Gram y Faaborg (1998), que aborda la participación invernal de aves migratorias y residentes neotropicales en bandadas de especies mixtas, presentes en 4 hábitats diferentes en la RBC. Estas aves fueron estudiadas durante los inviernos de 1993 a 1995, para determinar su composición específica y su organización social. El 37 % de todas las especies encontradas en la RBC forman parte de las parvadas de especies mixtas,

incluyendo 16 especies migratorias. Las especies migratorias han sido raramente reportadas como especies núcleo de las parvadas. Se encontró que el papel social de una especie dentro de una parvada puede depender del tipo de hábitat, la disponibilidad de recursos, la densidad de la especie, o de otras especies presentes en las parvadas de especies mixtas.

Insectos

Se identificaron 7 estudios. La diversidad de hormigas (*Hymenoptera: Formicidae*) asociadas al cultivo de la palmilla o palma “camedor” (*Chamaedorea radicalis* Mart) bajo un sistema agroforestal fueron estudiadas en el bosque tropical de la RBC por Lara-Villalón y col. (2015). Durante la investigación se colectaron en época lluviosa las siguientes especies: *Odontomachus laticeps*, *Crematogaster cerasi*, *Camponotus atriceps*, *Temnothorax texanus*, *Tapinoma* sp. y *Pheidole arctos*. En época seca: *Wasmannia auropunctata*, *Camponotus atriceps*, *Monomorium floricola*, *Pheidole arctos* y *Solenopsis geminata*. En conjunto, los géneros encontrados son colonizadores de agroecosistemas, con hábitos forrajeadores, cazadoras, recolectoras de néctar, semillas y restos de animales muertos. El conocimiento de los organismos asociados a la palma camedor y su ambiente permite establecer un manejo integrado de plagas, para la sustentabilidad de este importante biorrecurso.

En el estudio de riqueza, estructura de la comunidad y actividad diurna de especies de hormigas, realizado por Rodríguez-de-León y col. (2018), se examinó el efecto de la variabilidad ambiental sobre la riqueza de especies, comunidad, estructura y la actividad diurna de las hormigas a lo largo de un gradiente de perturbación. El sitio de estudio fue delimitado por imágenes de satélite LANDSAT. Se utilizaron trampas de las 8:00 a las 18:00 horas, que se revisaron cada hora durante 4 d consecutivos en agosto de 2016. En total se obtuvieron 1 190 individuos de 20 especies y 7 subfamilias. Los resultados sugirieron que, la variabilidad ambiental, a lo largo de un gradiente de

perturbación, determina el establecimiento del nicho y el perfil de actividad diurna de cada especie a lo largo del día y entre los días.

Jones y col. (2012) estudiaron a los escarabajos. Se centraron en las distribuciones altitudinales y temporales de especies de la familia *Apionidae* (*Coleoptera: Curculionoidea*). Riqueza, diversidad y abundancia fueron registrados a través de un gradiente altitudinal de 100 m hasta 1 900 m. Se recolectó un total de 571 individuos de *Apionidae* de 51 especies.

En la investigación de la especificidad y herbivoría de mariposas (*Lepidoptera*) sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo, que realizaron Sánchez-Ramos y col. (1999), se reconocieron las principales especies de *Lepidoptera*, asociadas a 6 especies de plantas con alto valor de importancia ecológica y distinta historia de vida: 3 pioneras vara de arco (*Perymenium ovalifolium*, pata de vaca (*Cercis canadensis var. mexicana*) y liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y 3 tolerantes; palo blanco (*Clethra pringlei*), encino roble (*Quercus germana*) y cedro prieto, también llamados olivo y sabinna (*Podocarpus reichei*) del bosque mesófilo.

Palacios-Vargas y col. (2000) describieron e ilustraron un nuevo género cercano a colémbo (*Hypogastrura*) y su especie tipo de la RBC. La especie tipo se asoció con el suelo de la zona de fermentación (horizonte A), en etapas sucesivas tempranas e intermedias de la vegetación secundaria, en un sistema agrícola de quema vertical.

En el tema de especies mexicanas de avispas parasitoides se presentó una clave y notas acerca de las 5 especies conocidas de la fauna mexicana del género *Marietta*. Se describe e ilustra *Marietta montana* n. sp. de la RBC por Myartseva y Ruiz-Cancino (2001), mientras que Maldonado (2007) resalta la importancia de los insectos y de su estudio.

Larvas

Villalobos (1999) analizó los daños que causan las larvas blancas en los campos de maíz, en-

contrando que 2 especies son las principales responsables de este problema: escarabajo (*Phyllophaga trichodes*) y *Phyllophaga mixteca*. En su trabajo se describe el ciclo de vida de ambas especies, se proporciona una lista de 10 enemigos naturales y se menciona cómo la adición de estiércol de pollo al suelo puede ayudar a lidiar con el problema de las larvas blancas y a aumentar la fertilidad de la tierra.

Transversales

Clima

En este tema se encontró 1 trabajo. García y Sánchez-Santillán (1998) propusieron una zonificación climática para la Reserva de la Biosfera “El Cielo” en el estado de Tamaulipas, México, basada en los criterios establecidos en el Sistema Köppen-García. El gradiente térmico calculado fue de 0.6 °C por cada 100 msnm, a partir de lo cual se obtuvieron 11 isotermas, que abarcan desde los 12 °C hasta los 22 °C, como consecuencia de lo accidentado del área (526 msnm a 2 143 msnm), lo que explica la presencia de 3 tipos climáticos básicos: Cb (Templado), Aw (Cálido) y BS (Seco). El régimen de lluvias es de verano (de mayo a octubre), con presencia de canícula; sin embargo, se registra un incremento de lluvia durante los meses de noviembre a febrero, debido a la presencia de “nortes”; los intervalos de precipitación abarcan de 504 mm a 2 522 mm, derivados de la posición de las localidades con respecto al viento.

Conectividad de ecosistemas y modelación

En estos dos temas se identificaron 3 trabajos, 1 de conectividad y 2 de modelación. Las actividades humanas generan procesos que afectan la estructura y las funciones ecológicas de los ecosistemas; en consecuencia, es relevante valorar el estado de los hábitats para la vida silvestre. En el trabajo de Errejón-Gómez y col. (2018) se evaluaron los cambios en la conectividad de las selvas bajas, medianas y bosques templados, localizadas entre 2 reservas de la biosfera, para el periodo 1993-2014. Las reservas analizadas fueron “El Cielo”, en el sur del estado de Tamaulipas, y la

“Sierra del Abra-Tanchipa”, en el noreste de San Luis Potosí. Con base en el análisis del paisaje y las necesidades biológicas del jaguar (*P. onca*) se generó una cartografía para localizar las superficies que facilitan la movilidad de la especie en el área. Se encontró que existe conectividad entre las áreas naturales protegidas, las cuales son afectadas por la construcción de infraestructuras y el avance de las actividades económicas, ya que se convierten en una barrera importante que amenaza con afectar la movilidad y el intercambio genético del jaguar y otras especies que se desplazan entre las reservas de la biósfera. Los autores concluyeron que es indispensable diseñar y aplicar herramientas de gestión integral del territorio que permitan el manejo apropiado de los ecosistemas en el área.

Por su parte, Ortega-Huerta y Peterson (2004) analizaron las relaciones entre los patrones espaciales de la riqueza de especies de aves y mamíferos en el noreste de México con respecto a la ubicación de 3 reservas de biosfera (El Abra-Tanchipa, El Cielo y Sierra Gorda) y 13 áreas prioritarias de conservación, junto con la mayor riqueza de especies. Se modelaron nichos ecológicos y se delimitaron las distribuciones potenciales para 285 especies de aves y 114 mamíferos, utilizando un algoritmo genético basado en la información de la

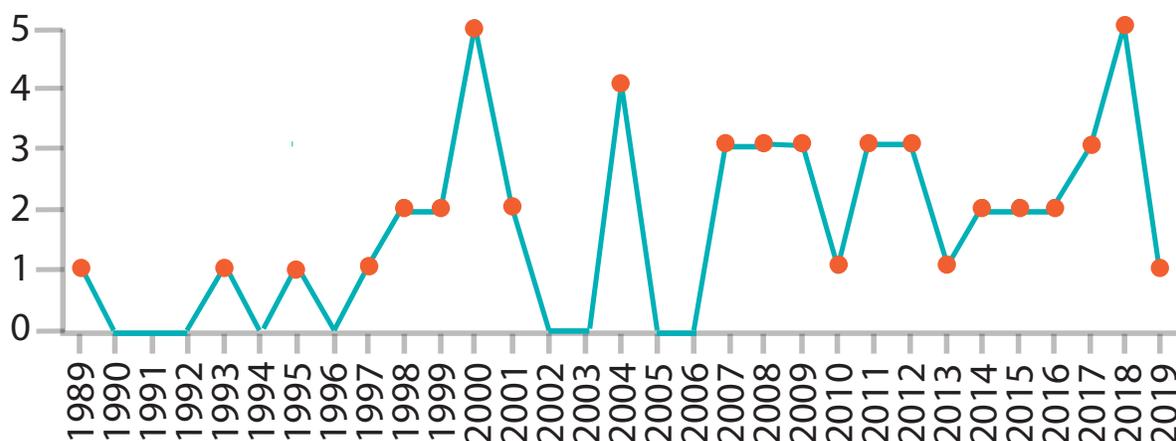
localidad de los especímenes de los museos y 15 atributos ambientales seleccionados.

Ortega-Huerta (2007) estudió los patrones de fragmentación en las distribuciones actuales de 35 especies de aves y 19 especies de mamíferos que se consideran en peligro de extinción, amenazadas o con distribuciones restringidas. El trabajo de modelado se realizó en relación con 3 reservas de biósfera: El Abra-Tanchipa, El Cielo y Sierra Gorda, y 13 áreas identificadas como prioritarias para la conservación en el noreste de México (PAC-Áreas prioritarias para la conservación).

Patrones y estructuras de la investigación

La primera publicación identificada sobre la RBC es del año 1989, es decir, de hace 31 años. No se reportan publicaciones en los años 1990, 1991, 1992, 1994, 1996, 2002, 2003, 2005, 2006. A partir del 2007 se publica de manera sistemática y se ha generado el 62.74 % de los artículos. El mayor número de publicaciones corresponde a los años 2000 y 2018, con 5 artículos cada uno, seguido de 4 en 2004 (Figura 4).

Los 51 artículos incluidos se publicaron en 35 revistas de 11 países; el 39.22 % lo hizo en México y el 35.29 % en Estados Unidos (datos no mostrados). Las principales revistas donde publicaron fueron: Acta Botánica Mexi-



■ Figura 4. Línea del tiempo de las publicaciones de la RBC.

Figure 4. Timeline of ECBR publications.

cana y Journal of Tropical Ecology, con 5 artículos en cada una; Acta Zoológica Mexicana y Southwestern Entomologist, con 4 cada una; Biología Tropical y The Condor, con 2 cada una. En las 29 revistas restantes se publicaron 29 artículos, es decir, 1 por revista.

Los autores de las publicaciones, al momento del estudio, pertenecían a 34 entidades: 20 mexicanas, 12 de Estados Unidos y 2 de la Unión Europea (Figura 5). De los 100 investigadores participantes, 72 estaban adscritos a instituciones mexicanas, 26 a instituciones de Estados Unidos y 2 a instituciones de España y Reino Unido. El 52 % del total de los investigadores se concentraban en 4 instituciones: 3 de México y 1 de Estados Unidos. De la Universidad Autónoma de Tamaulipas participaron 17 investigadores, 14 de la Universidad Nacional Autónoma de México, 11 del Instituto de Ecología A. C. México y 10 de Miami University, Oxford, OH. EUA (Figura 5). Los autores que más produjeron conocimiento científico se presentan en la Figura 6.

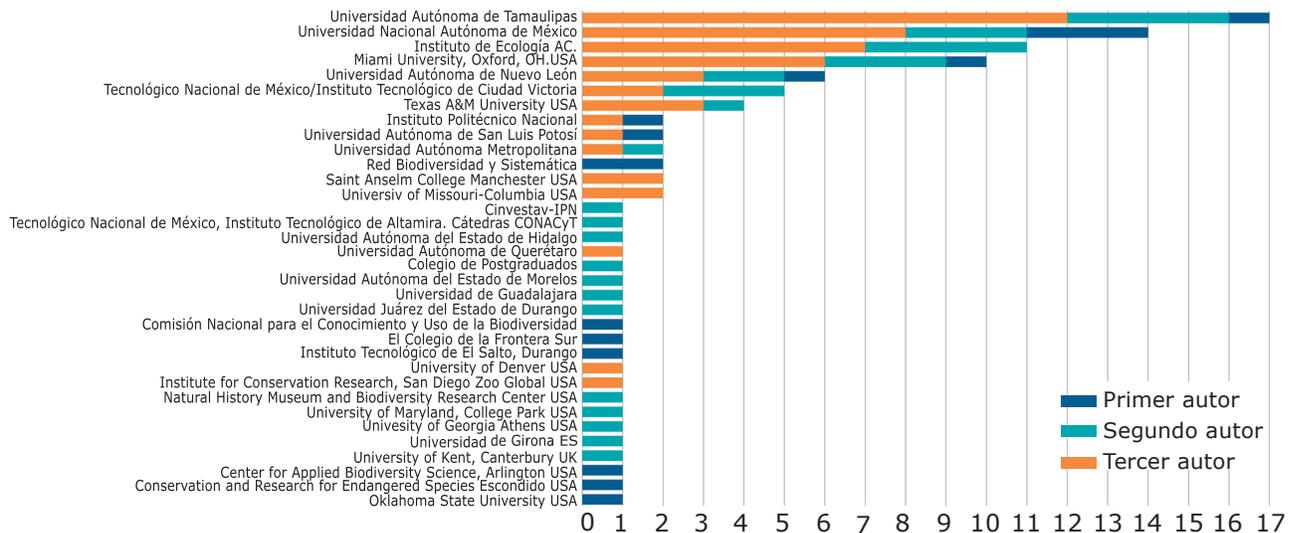
Las publicaciones se presentan en una línea de tiempo (Figura 4), en la que se puede apreciar que no existe un patrón establecido para desarrollo. Las investigaciones y las publi-

caciones derivadas están asociadas a los intereses de las instituciones o de los investigadores participantes, no a las necesidades de la RBC. Sus financiamientos provienen de diversas universidades y agencias nacionales como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Programa de Conservación de Especies en Riesgo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), World Wildlife Found, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Asociación de palmilleros del Sur de Tamaulipas, Instituto Politécnico Nacional, Secretaría de Educación Pública, Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el tipo Superior (Prodep), Proyecto de los Felinos Silvestres de México y The Oklahoma City Zoo, Dallas Zoo, Gladys Porter Zoo, the American Association of Zoo Keepers, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Universidad Autónoma de Querétaro, FOMIX Tamaulipas, Colegio de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Texas Tech University, por citar algunos.

Segundo nivel de análisis

Área planteada en el PMRBC que atiende la investigación y su publicación

Se encontraron publicaciones asociadas a 3



■ Figura 5. Instituciones de adscripción y número de autores.
Figure 5. Affiliation institutions and number of authors.



■ Figura 6. Autores con más contribuciones de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”.
Figure 6. Authors with more contributions of the El Cielo Biosphere Reserve.

áreas del programa de manejo: protección, manejo y restauración. La Tabla 1 y Figura 7 muestran los componentes de cada subprograma y el número de publicaciones asociadas a cada uno de ellos. Es importante destacar que no se encontraron publicaciones en los siguientes 3 subprogramas del programa de manejo: conocimiento, cultura y gestión (Tabla 2).

Subprograma de protección

Se encontraron 8 publicaciones que se sitúan en 2 de los 5 componentes del subprograma de protección (Tabla 1 y Figura 7). Las publicaciones abarcan 4 temáticas: el 50 % es sobre insectos, 25 % acerca de pequeños mamíferos (roedores), 12.50 % bosques y 12.50 % del clima. La fragmentación del conocimiento generado en el tiempo es una constante encontrada. Las 8 publicaciones se han realizado de 1998 a 2018, una por año a excepción de 2009.

Subprograma de manejo

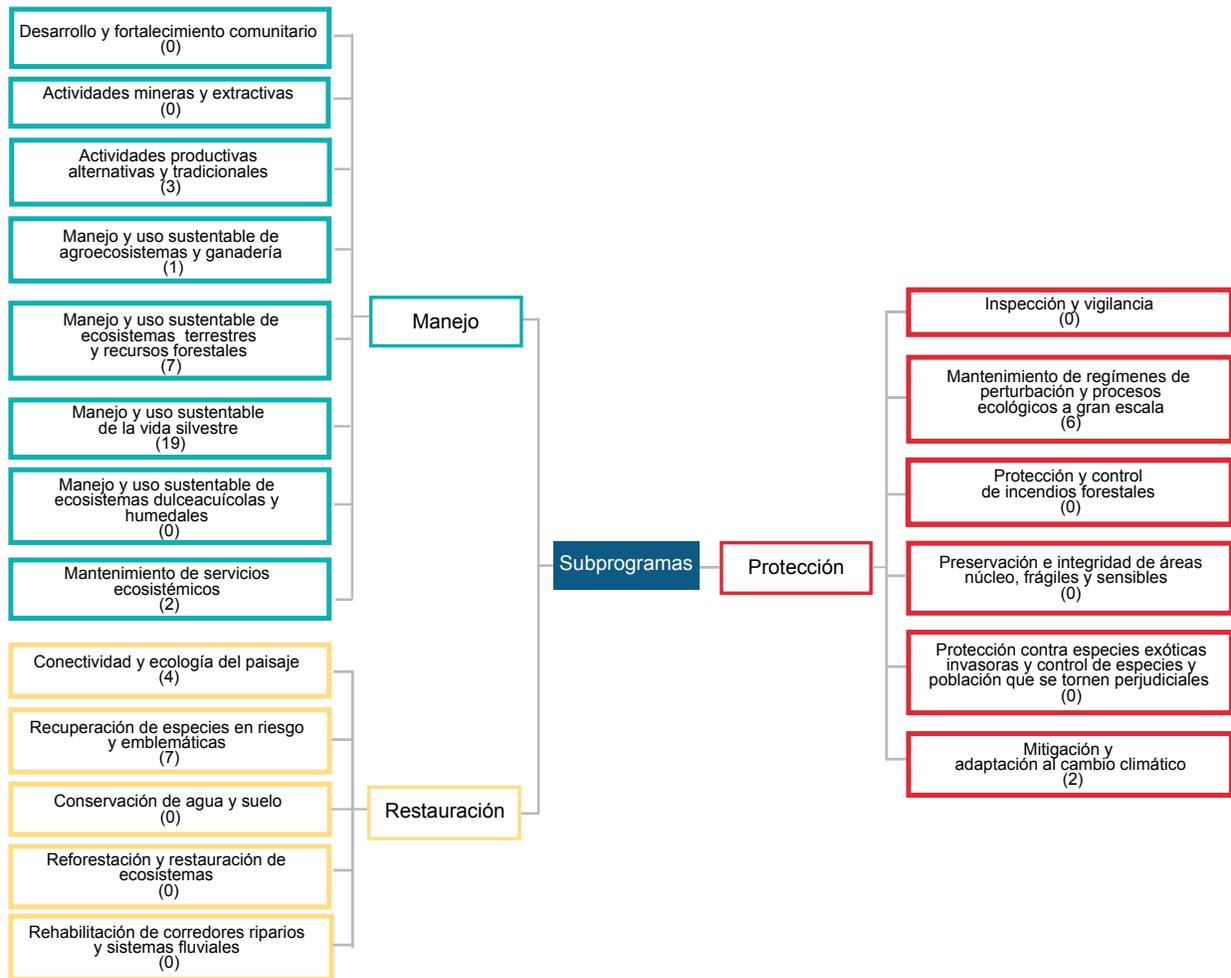
En el subprograma de manejo se ubican 32 publicaciones concentradas en 5 de los 10 componentes (Tabla 1 y Figura 7). Las 32 publicaciones cubren 10 temas, la palma *Chamaedorea radicalis*, con 31.25 % y bosques con 28.13 %, seguida de insectos con 9.38 %, y de aves migratorias, plantas medicinales y hongos con

6.25 % cada una, y por último con 3.13 % cada una, se registraron la, larva blanca, cactácea, cobertura forestal y vascular epiphyte.

Se puede apreciar que existe fragmentación del conocimiento y la orientación biológica del mismo. Existen 2 publicaciones que buscan potenciar el conocimiento tradicional y 1 más para utilizarlo en procesos biotecnológicos. Las publicaciones se realizaron entre 1989 y 2018. El mayor número de publicaciones corresponde al año 2000, con 4 artículos, seguido de 3 en el 2004 y en el 2017, respectivamente.

Subprograma de restauración

Con este subprograma se relacionan 11 publicaciones asociadas a 2 de los 5 componentes que lo integran, en donde se abordan 5 temas (Tabla 1 y Figura 7). Los grandes mamíferos aparecen en el 54.55 % de las publicaciones, en donde se estudian al jaguar, al leopardo, al oso negro, a los mesocarnívoros y a la mastofauna; un 18.18 % es sobre modelación y el 9.09 % es sobre es árboles maderables, *Dahlia tamaulipana* y conectividad de ecosistemas, respectivamente. Las publicaciones se sitúan entre 2001 y 2019. El año de mayor producción académica fue 2018 con 3 publicaciones.



■ **Figura 7. Publicaciones asociadas a los subprogramas de protección, manejo y restauración.**
 Figure 7. Publications associated with the protection, management and restoration subprograms.

■ **Tabla 2. Subprogramas del programa de manejo de la RBC sobre los que no se encontraron publicaciones.**
 Table 2. ECBR management subprograms on which no publications were found.

Subprograma	Componentes
Conocimiento	Fomento a la investigación y generación de conocimiento, inventarios, líneas de base y monitoreo ambiental y socioeconómico, sistemas de información y rescate y sistematización de información y conocimientos.
Cultura	Participación, educación para la conservación, capacitación para el desarrollo sostenible, comunicación, difusión e interpretación ambiental, uso público, turismo y recreación al aire libre.
Gestión	Administración y análisis de la operación, calidad y efectividad institucional, transversalidad y concertación regional y sectorial, coparticipación, concurrencia y vinculación, protección civil y mitigación de riesgos, cooperación y designaciones internacionales, fomento, promoción, comercialización y mercados, infraestructura, señalización y obra pública, participación y gobernanza, planeación estratégica y actualización del programa de manejo, procuración de recursos e incentivo, recursos humanos y profesionalización, regulación, permisos, concesiones y autorizaciones, vivienda, construcción y ambientación rural.

DISCUSIÓN

El análisis del trabajo publicado por los investigadores en la RBC mostró que este es disciplinar y centrado en el campo de la biología. La calidad científica del conocimiento generado puede considerarse alta, al haber sido publicado en revistas arbitradas por pares académicos e indizadas en bases de datos internacionales. La generación de conocimiento para su publicación en revistas científicas puede contribuir a mejorar las condiciones de la RBC si el análisis de dicha información, por parte de los responsables de los programas de manejo, les permite la toma de decisiones basadas en evidencia científica para la conservación de la biodiversidad y de las comunidades. En el documento de actualización del Programa de Manejo de la RBC publicado en el Periódico Oficial de Tamaulipas en noviembre de 2013 se observan muchas coincidencias entre los organismos estudiados por los investigadores y los organismos mencionados en el documento, sin que en el mismo se haga referencia a la literatura científica consultada, lo que sugiere la existencia de transferencia indirecta de conocimiento. Los programas de manejo pueden estar o no apoyados por literatura científica, por ejemplo, en el caso del plan de manejo de la reserva provincial La Payunia en Mendoza, Argentina se hace referencia a un proyecto específico desarrollado con ese fin que incluía encuestas y trabajo de campo (Candia y col., 1993), en tanto que en los planes de manejo de la reserva natural Villavicencia de Mendoza, Argentina (Dalmasso y col., 1999) y reserva natural de usos múltiples de la Bahía San Blas (Zalba y col., 2008) se hacen múltiples referencias a publicaciones científicas consultadas.

El esfuerzo realizado a través de la línea del tiempo (Figura 4 y Tabla 1) sugiere que se atendieron temáticas disciplinarias con suficiente profundidad y calidad científica, y su impacto estuvo relacionado principalmente con el subprograma de manejo y en menor grado con los subprogramas de recursos y protección (Figura 7 y Tabla 1); solo se vincularon a

3 de los 6 subprogramas y 9 de los 44 componentes que lo integran, faltando por impactar en el 80 % del programa. Es conveniente que los trabajos que se desarrollen tengan mayor grado de multidisciplinariedad y articulación con las diferentes componentes del PMRBC.

Los proyectos contaron con fuentes de financiamiento externo, sin embargo, no se encontró evidencia en las publicaciones sobre la transferencia explícita del conocimiento generado a los tomadores de decisiones o a la comunidad, o del impacto que su descubrimiento tiene sobre el PMRBC como, por ejemplo, lo hacen Campos-Rodríguez y col. (2016) al reportar el primer avistamiento del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, México, y sugerir en su publicación que será necesario modificar el plan de manejo para incluir estrategias de protección y monitoreo en las subzonas donde el ave ha sido avistada o en aquellas que tienen potencial para que anide la especie.

La vinculación más frecuentemente presentada con un potencial usuario directo del conocimiento fue el hecho de que en algunas publicaciones se hace un reconocimiento a miembros de la comunidad que acompañan a los investigadores en el trabajo de campo, ya que son quienes poseen el conocimiento del territorio y de sus recursos. Se encontraron referencias como las siguientes:

“...se agradece el apoyo de los grupos campesinos organizados y las autoridades locales en la Reserva de la Biosfera El Cielo, especialmente las de los ejidos Alta Cima y San José, Municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, México” Medellín-Morales y col. (2018).

“...*Ejido Alta Cima and the local people from the Reserva de la Biosfera “El Cielo”...* Carvajal-Villarreal y col. (2012).

“...*We would like to thank the villagers of Alta Cima and San José, where this research was conducted, for their hospitality and cooperation...*” (Berry y col., 2008; Berry y col., 2011).

En esta interacción del conocimiento tradicional de los habitantes y el conocimiento científico de los investigadores se da una transferencia implícita en ambos sentidos, que los enriquece. Es importante trabajar en el rescate de este conocimiento de los habitantes de las comunidades de la RBC y realizar estudios posteriores sobre el nivel de apropiación de la ciencia en las comunidades. Sin duda, esto abre más posibilidades de estudio para profundizar en el entendimiento de la transferencia del conocimiento generado acerca de la RBC.

La continuidad en los estudios estuvo asociada con las líneas de los investigadores locales o foráneos. Lo que impactó negativamente el seguimiento, ya que, se observó que cuando el investigador se retiró o se perdió el contacto con él, su trabajo no continuó. Esto, por ejemplo, fue evidente en el trabajo que realizó de 2000 a 2013 el grupo de investigadores de Miami University, Oxford, OH, EUA sobre la palma *Chamaedorea radicalis* Mart.

Entre los grupos locales destaca la investigación realizada de forma semipermanente por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, seguida del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y la Universidad Autónoma de Nuevo León, quienes generalmente colaboran en las publi-

caciones. No se observaron programas o estrategias de investigación a largo plazo.

CONCLUSIONES

El conocimiento generado sobre la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) y publicado en revistas científicas es principalmente disciplinario, relacionado con la biología, y es evidente que ha sido usado para el desarrollo del programa de manejo de esta área natural protegida aunque no esté documentado. Por otro lado, es necesario desarrollar acciones que permitan fortalecer la relación entre los investigadores, los tomadores de decisiones y la comunidad para el cumplimiento de los objetivos del Programa de Manejo de la RBC, en una visión de largo plazo y desde la óptica de los sistemas socio-ecológicos, con estudios transdisciplinarios. Además, se debe considerar valorar la importancia de continuar con estudios trascendentes para la RBC, ya sea porque tiene un seguimiento de más de una década, como el de la palma chamedor, que es una planta abundante en la RBC, y su manejo sustentable podría generar un desarrollo económico a la comunidad, o el de especies en peligro de extinción y sus rutas de desplazamiento entre áreas naturales protegidas, sin descuidar la búsqueda de nuevas especies y la conservación de las actuales.

REFERENCIAS

- Agil, M. R., Jurado, E., Sánchez-Ramos, G., Trejo-Hernández, L., and Ríos, F. L. (2000). Rapid viability loss in seeds of palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.) from El Cielo Biosphere Reserve. *The Southwestern Naturalist*. 45(3): 373-375.
- Aguilar-Alcántara, M., Aguilar-Rodríguez, S. y Terrazas, T. (2014). Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México. *Madera y Bosques*. 20(3): 69-86.
- Aguirre-Calderón, O. A., Corral-Rivas J., Vargas-Larreta, B. y Jiménez-Pérez, J. (2008). Evaluación de modelos de diversidad-abundancia del estrato arbóreo en un bosque de niebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 281-289.
- Arriaga, L. (2000a). Gap-building-phase regeneration in a tropical montane cloud forest of north-eastern Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 16(4): 535-562.
- Arriaga, L. (2000b). Types and causes of tree mortality in a tropical montane cloud forest of Tamaulipas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 16(5): 623-636.
- Ash, J. D., Gorchoy, D. L., and Endress, B. A. (2013). Rapid assessment of sustainable harvesting of leaves from the understory Palm, *Chamaedorea radicalis*. *The Southwestern Naturalist*. 58(1): 70-80.
- Berry, E. and Gorchoy, D. (2004). Reproductive biology of the dioecious understory palm *Chamaedorea radicalis* in a Mexican cloud forest: pollination vector, flowering phenology and female fecundity. *Journal of Tropical Ecology*. 20: 369-376.
- Berry, E. and Gorchoy, D. (2007). Female fecundity is dependent on substrate, rather than male abundance, in the wind-pollinated, dioecious understory palm *Chamaedorea*

radicalis. *Biotropica*. 39(2):186-94.

Berry, E., Gorchov, D., and Endress, B. (2011). Source-sink population dynamics and sustainable leaf harvesting of the understory palm *Chamaedorea radicalis*. In J. Liu, V. Hull, A. Morzillo, and J. Wiens (Eds.), *Sources, Sinks and Sustainability* (pp. 450-474). Cambridge: Cambridge University Press.

Berry, E. J., Gorchov, D. L., Endress, B. A., and Steves, M. H. H. (2008). Source-sink dynamics within a plant population: The impact of substrate and herbivory on palm demography. *Population Ecology*. 50(1):63-77.

Campos-Rodríguez, J. I., Sosa-Guerrero, Ó., and Flores-Leyva, X. (2016). Avistamientos recientes del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, México, y sus implicaciones en el plan de manejo de la reserva. *Huitzil*. 17(2):192-197.

Candia, R., Puig, S., Dalmasso, A., Videla, F., and Carretero, E. M. (1993). Diseño del plan de manejo para la reserva provincial La Payunia (Malargüe, Mendoza). *Multequina*. (2):5-87.

Carrera-Treviño, R., Astudillo-Sánchez, C. C., Garza-Torres, H. A., Martínez-García, L., and Soria-Díaz, L. (2018). Temporal and spatial interactions of sympatric mesocarnivores at a Biosphere Reserve: coexistence or competition? *Revista de Biología Tropical*. 66(3):996-1008.

Carrera-Treviño, R., Lira-Torres, I., Martínez-García, L. y López-Hernández, M. (2016). El jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*. 64(4):1451-1468.

Carrera-Treviño, R., Martínez-García, L. F. y Lira-Torres, I. (2015). Primer registro de oso negro *Ursus americanus* (Carnivora: Ursidae) en un Bosque Tropical Subperennifolio en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Therya*. 6(3):653-660.

Carvajal-Villarreal, S., Caso, A., Downey, P., Moreno, A., Tewes, M. E., and Grassman, L. I. (2012). Spatial patterns of the margay (*Leopardus wiedii*; Felidae, Carnivora) at "El Cielo" Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Mammalia*. 6(3):237-244.

Castro-Arellano, I. and Lacher, T. E. (2009). Temporal niche segregation in two rodent assemblages of subtropical Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 25:593-603.

Castro-Arellano, I., Madrid-Luna, C., Lacher, T. E., and León-Paniagua, L. (2008). "Hair-trap efficacy for detecting mammalian carnivores in the tropics". *Journal of Wildlife Management*. 72(6):1405-1412.

Castro-Arellano, I., Suzan, G., León, R. F., Jimenez, R. M., and Lacher, T. E. (2009). Survey for antibody to han-

taviruses in Tamaulipas, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*. 45(1):207-212.

Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Lazos-Chavero, E. y Maass, M. (2014). La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: Alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública*. 6(2).

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2019). Áreas Protegidas (SINAP), con el Registro 039 Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap>. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019.

Cruz-Flores, G. y Etchevers-Barra, J. D. (2011). Contenidos de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales de áreas protegidas de México. *Agrociencia, México*. 45(8):849-862.

Dalmasso, A. D., Carretero, E. M., Videla, F., Puig, S. y Candia, R. (1999). Reserva Natural Villavicencio (Mendoza, Argentina). Plan de Manejo. *Multequina*. (8):11-50.

de-la-Rosa-Manzano, E., Guerra-Perez, A., Mendieta-Leiva, G., Mora-Olivo, A., Martínez-Ávalos, J. G. y Arellano-Mendez, L. U. (2017). Vascular epiphyte diversity in two forest types of the "El Cielo" Biosphere Reserve, Mexico. *Botany*. 95(6):599-610.

Endress, B. A., Gorchov, D. L., and Noble, R. B. (2004a). Non-timber forest product extraction: Effects of harvest and browsing on an understory palm. *Ecological Applications*. 14(4):1139-1153.

Endress, B. A., Gorchov, D. L., and Peterson, M. B. (2004b). Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, its effects on leaf production, and implications for sustainable management. *Conservation Biology*. 18(3):822-830.

Errejón-Gómez, J. C., Vila-Subirós, J., Flores-Flores, J. L., Reyes-Hernández, H. y Muñoz-Robles, C. A. (2018). Conectividad de los ecosistemas entre las reservas de la biosfera "El Cielo" y "Sierra del Abra Tanchipa" en México. *Investigaciones Geográficas*. 70:181-196.

García, E. y Sánchez-Santillán, N. (1998). Análisis Climático de la Reserva de la Biosfera 'El Cielo'. *Revista Geofísica*. 45:181-199.

Giehl, E. L., Moretti, M., Walsh, J. C., Batalha, M. A., and Cook C. N. (2017). Scientific evidence and potential barriers in the management of Brazilian protected areas. *PLoS ONE*. 12(1):e0169917.

Gram, W. K. and Faaborg, J. (1997). The distribution of neotropical migrant birds wintering in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *The Condor*. 99(3):658-670.

- Gram, W. K. and Faaborg, J. (1998). Winter participation by neotropical migrant and resident birds in mixed-species flocks in northeastern Mexico. *The Condor*. 100(1): 44-53.
- Halfpter, G., Tinoco-Ojanguren, C., Iñiguez-Dávalos, L. y Ortega-Rubio, A. (2015). La investigación científica y las Áreas Naturales Protegidas en México: una relación exitosa. En A. Ortega-Rubio, M. Pinkus-Rendón M. e I. Espitia-Moreno (Eds.), *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México* (pp. 3-18). Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- Heredia, G. (1989). Estudio de los hongos de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. en *Acta Botánica Mexicana*. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57400701>. Fecha de consulta: 9 de junio de 2019.
- Jentoft, S., van-Son, T. C., and Bjørka, M. (2007). Marine Protected Areas: A governance system analysis. *Human Ecology*. 35(5): 611-622.
- Jones, F. A. and Gorchoy, D. L. (2000). Patterns of abundance and human use of the vulnerable understory palm, *Chamaedorea radicalis* (Arecaceae), in a montane cloud forest, Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist*. 45(4): 421-430.
- Jones, R. W., Niño-Maldonado, S., and Luna-Cozar, J. (2012). Diversity and biogeographic affinities of Apionidae (Coleoptera: Curculionidea) along an altitudinal gradient in El Cielo Biosphere Reserve of northeastern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83(1):100-109.
- Lara-Villalón, M., Rosas-Mejía, M., Rojas-Fernández, P. y Reyes-Castillo, P. (2015). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a palma camedor (*Chamaedorea radicalis* Mart.) en el bosque tropical, Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 31(2): 270-274.
- Lemieux, C. J., Groulx, M. W., Bocking, S., and Beechey, T. J. (2018). Evidence based decision-making in Canada's protected areas organizations: Implications for management effectiveness. *Facets*. 3(1): 392-414.
- Maldonado, S. N. (2007). Nuevos insectos en "El Cielo". *CienciaUAT*. 2(1): 34-39.
- Martínez-Ávalos, J. G., Golubov, J., Arias, S. y Villarreal-Quintanilla, J. Á. (2011). Una nueva especie de Mammillaria (Cactaceae) para Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana*. 97: 83-91.
- Medellín-Morales, S. G., Barrientos-Lozano, L., Mora-Olivo, A., Almaguer-Sierra, P. A. y Mora-Ravelo, S. G. (2017). Diversidad de conocimiento etnobotánico tradicional en la reserva de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Ecología Aplicada*. 16(1): 49-61.
- Medellín-Morales, S. G., Barrientos-Lozano, L., Mora-Olivo, A., Almaguer-Sierra, P. A. y Mora-Ravelo, S. G. (2018). Conocimiento tradicional y valoración de plantas útiles en reserva de biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 15(3): 354-377.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., and PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 6(7): e1000097.
- Mojica, E. P. y Valencia, A. S. (2017). Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana*. 120: 59-111.
- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [En línea]. Disponible en: <http://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSieteSaberesNecesariosParaLaEducaDelFuturo.pdf>. Fecha de consulta: 22 de marzo de 2019.
- Myartseva, S. N. and Ruiz-Cancino, E. (2001). Mexican species of parasitoid wasps of the genus *Marietta* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Florida Entomologist*. 84(2): 293-297.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 (2010). Norma Oficial Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [En línea]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091. Fecha de consulta: 22 de marzo de 2019.
- Ortega-Huerta, M. A. (2007). Fragmentation patterns and implications for biodiversity conservation in three biosphere reserves and surrounding regional environments, northeastern Mexico. *Biological Conservation*. 134 (1): 83-95.
- Ortega-Huerta, M. A. and Peterson, A. T. (2004). Modeling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Diversity and Distributions*. 10(1): 39-54.
- Palacios-Vargas, J. G., Mendoza, S., and Villalobos, F. J. (2000). New genus and species of hypogastruridae (collembola) from a mexican biosphere reserve and remarks on its ecology. *Southwestern Entomologist*. 25(2): 139-144.
- POE, Periódico Oficial de Estado de Tamaulipas (2013). TOMO CXXXVIII 2013 Victoria, Tam. [En línea]. Disponible en: <http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/12/cxxxviii-144-281113F-ANEXO.pdf>. Fecha de consulta: 20 de mayo de 2019.
- Ramos-Garza, J., Rodríguez-Tovar, A. V., Flores-Cotera, L. B., and Rivera-Orduña, F. N. (2016). Diversity of fungal endophytes from the medicinal plant *Dendropanax*

arboreus in a protected area of Mexico. *Annals of Microbiology*. 66(3): 991-1002.

Reyes-Santiago, J., Islas-Luna, M. D., Macías-Flores, R. G., and Castro-Castro, A. (2018). *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, Coreopsidae), a new species from the Sierra Madre Oriental biogeographic province in Mexico. *Phytotaxa*. 349(3): 214-224.

Rodríguez-de-León, I. R., Venegas-Barrera, C. S., Vásquez-Bolaños, M., Correa-Sandoval, A., and Horta-Vega, J. V. (2018). Richness, Community Structure, and Diurnal Activity of Species of Ants along a Disturbance Gradient at El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Entomologist*. 43(4): 919-938.

Rodríguez-Laguna, R., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J. y Razo-Zárate, R. (2009). Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Ra Ximhai*. 5(3): 317-327.

Rojas-Soto, O. R., Sosa, V., and Ornelas, J. F. (2012). Forecasting cloud forest in eastern and southern Mexico: conservation insights under future climate change scenarios. *Biodiversity and Conservation*. 21(10): 2671-2690.

Rozzi, R. (2018). La Filosofía ambiental de campo y la ecorregión subantártica de Magallanes como un laboratorio natural en el antropoceno. *Magallania (Punta Arenas)*. 46(1): 7-15.

Sánchez-Ramos, G., Dirzo, R. y Balcázar-Lara, M. A. (1999). Especificidad y herbivoría de Lepidoptera sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo de la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México, en *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57507804>. Fecha de consulta: 9 de junio de 2019.

Sánchez-Ramos, G., Reyes-Castillo, P., Mora-Olivo, A. y Martínez-Ávalos, J. G. (2010). Estudio de la herbivoría de la palma camedor (*chamaedorea radicalis*) mart., en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 26(1): 153-172.

Steinberg, M., Taylor, M., and Kinney, K. (2014). The El Cielo Biosphere Reserve: Forest cover changes and conservation attitudes in an important neotropical region. *The Professional Geographer*. 66(3): 403-411.

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*. 34(136): 41-71.

Topp, E. N. and Loos, J. (2019). Fragmented landscape, fragmented knowledge: A synthesis of renosterveld ecology and conservation. *Environmental Conservation*. 46: 171-179.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2018). Man and the Biosphere Program. Latin America and the Caribbean: 130 biosphere reserves in 21 countries. [En línea]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/>?. Fecha de consulta: 23 de abril de 2019.

Valiente-Banuet, A., González-Medrano, F. y Piñero-Dalmau, D. (1995). La vegetación selvática de la región de Gómez Farias, Tamaulipas, México, en *Acta Botánica Mexicana*. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57403301>. Fecha de consulta: 9 de junio de 2019.

Vargas-Contreras, J. A. y Hernández-Huerta, A. (2001). Distribución altitudinal de la mastofauna en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (82): 83-109.

Vargas-Vázquez, V. A., Venegas-Barrera, C. S., Mora-Olivo, A., Martínez-Ávalos, J. G., Alanís-Rodríguez, E. y de-la-Rosa-Manzano, E. (2019). Variación en la abundancia de árboles maderables por efecto de borde en un bosque tropical subcaducifolio. *Botanical Sciences*. 97(1): 35-49.

Villalobos, F. J. (1999). The Sustainable Management of White Grubs (Coleoptera: Melolonthidae) Pest of Corn in “El Cielo” Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture*. 14(1): 5-29.

Williams-Linera, G. (1993). Soil seed banks in four lower montane forests of Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 9(3): 321-337.

Zalba, S. M., Nebbia, A. J., and Fiori, S. M. (2008). *Propuesta de plan de manejo de la reserva natural de uso múltiple bahía San Blas*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 137 Pp.