

7. Un modelo para analizar la cuenca del río Usumacinta como sistema complejo¹



FERNANDO TUDELA ABAD*

JULIA CARABIAS LILLO**

MARÍA ZORRILLA RAMOS***

JONATHAN VIDAL SOLÓRZANO VILLEGAS****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.319.07>

Resumen

Las acciones humanas que implican el uso y la organización de un territorio son parte de un sistema social y ecológico. Para entender los problemas de la Cuenca del río Usumacinta y su Zona Marina de Influencia, relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad, se necesita crear un modelo que analice este sistema. Este modelo debe incluir factores sociales y ambientales y sus relaciones. No es solo una representación gráfica, sino un proceso

¹ El presente texto está basado en el informe del Objetivo 1. Modelo Analítico del proyecto Fordecyt 273646. Cambio global y sustentabilidad en la Cuenca del río Usumacinta y su Zona Marina de Influencia (CRUZMI). Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio, llevado a cabo por el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, bajo la dirección de Rafael Loyola, la coordinación científica de Julia Carabias y la responsabilidad técnica de Alberto Gallardo (2016 y 2017) y Luzma Fabiola Nava Jiménez y Yair Asael Alpuche (2018 y 2019). En el Objetivo 1 de este proyecto participaron: María Zorrilla, Jonathan Vidal Solórzano, Fernando Tudela, Julia Carabias, Marcela Martínez y Esmeralda Pliego.

* Doctor en Arquitectura. Profesor-investigador en el Centro de Cambio Global y Sustentabilidad del Sureste, A.C., México.

** Bióloga. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

*** Maestra en Estudios Regionales. Investigadora y consultora del Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad; Universidad Iberoamericana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8671-8878>

**** Doctor en Geografía. Investigador asociado en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6422-4802>; Scopus ID: 57191527096

para comprender y transformar la realidad. Los modelos se construyen a partir de la interacción entre la teoría de los analistas y las características del área estudiada. El presente texto está basado en el informe del Objetivo 1. Modelo Analítico del proyecto Fordecyt 273646. Cambio global y sustentabilidad en la Cuenca del río Usumacinta y su Zona Marina de Influencia (CRUZMI). Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio.

Palabras clave: *cambio climático, isostenibilidad, gestión del territorio, cuenca del río Usumacinta.*

Sistemas socioambientales: interdisciplina y sistemas complejos

Bases de la interdisciplina

Todas las acciones humanas que involucran el uso y la configuración de un territorio² forman parte de un entramado a la vez social y ecológico o ambiental³ (Ostrom, 2009). Una comprensión adecuada de los problemas de la Cuenca del río Usumacinta y su Zona Marina de Influencia (CRUZMI, en lo sucesivo) –relacionados con el cambio global, el cambio climático en particular y la sustentabilidad de los procesos de desarrollo que en ella se desenvuelven– requiere la construcción de un modelo que permita analizar el sistema socioambiental caracterizado por componentes sociales y ambientales, así como por el conjunto de sus interrelaciones, que configuran su estructura sistémica. Estos sistemas, o “totalidades organizadas”, operan como modelos analíticos o cognitivos, que permiten conocer y transformar la realidad del

² Territorio (etimología): del latín *terra torium* o “la tierra que pertenece a alguien” o bajo alguna jurisdicción. Diccionario de la RAE: (1) Porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etcétera. (2) Terreno: campo o esfera de acción. El concepto adquiere aquí un sentido más específico en el marco de la disciplina geográfica, como construcción social.

³ “Ecológico” o “ambiental” son términos que se utilizan con frecuencia de manera intercambiable. Sin embargo, lo “ecológico” hace referencia a una entidad que incluye necesariamente algún elemento biótico, mientras la extensión del concepto “ambiental” es más amplia, pudiendo incluir también aspectos geofísicos no bióticos.

objeto de estudio. El modelo a cuya concreción se aspira no es pues una representación gráfica de una situación cuya estructura y funcionalidad han sido ya entendidas y asimiladas de antemano. La construcción del modelo es un proceso que permite ir comprendiendo la realidad del objeto de estudio, como base para su transformación. Los modelos de referencia no se desprenden, por lo tanto, de esa realidad por vía de la simple observación, no “están dados” en la realidad, sino son producto de la interacción entre el bagaje teórico o conceptual de quienes participan en el análisis y los rasgos constitutivos y funcionales del ámbito analizado y sus transformaciones.

La selección del modelo no es unívoca y depende de los intereses, supuestos y preguntas que se formulan como punto de partida explícito o implícito de la investigación, y que constituyen su “marco epistémico” (Piaget y García, 1982; García, 2000). Por ejemplo, preguntarse por las relaciones entre los “seres humanos” y la “naturaleza” sugiere un marco epistémico en el que los humanos no son parte de la naturaleza, creencia bastante común que no compartimos los autores.

En su sentido más amplio, un marco epistémico conlleva una concepción del mundo, en la que se sustenta la pregunta, o conjunto coherente de preguntas, orientadoras de la investigación. El sistema o modelo se va construyendo a partir de abstracciones, selecciones o sucesivos recortes de la realidad con base en su pertinencia en función de las preguntas asumidas, muchas veces en forma implícita.

Las distintas disciplinas, social e históricamente constituidas como paradigmas epistemológicos y sociales, pueden resultar indispensables para arrojar luz sobre algunas partes del modelo y algunas de sus interacciones, pero no pueden tratar de utilizarse como puntos absolutos de partida para desarrollar un enfoque inter o transdisciplinario. La realidad que analizamos no es disciplinaria y no es, por lo general, reducible a una interacción entre disciplinas establecidas, por más que ocasionalmente dé origen a denominaciones compuestas.

Sin una visión sistémica compartida, la simple conjunción de especialistas diversos no conduce a una integración interdisciplinaria en el marco de un análisis territorial. Su producto habitual suele consistir en una secuencia de subcapítulos inconexos, temáticamente diferenciados, pero práctica-

mente imposibles de articular entre sí, con independencia de la calidad técnica de cada uno de ellos.

El planteamiento adecuado para facilitar una articulación transdisciplinaria,⁴ como la que requiere el análisis socioambiental, corresponde a la construcción de un sistema complejo mediante aproximaciones sucesivas. En el sentido aquí utilizado, la “complejidad” no conlleva necesariamente “complicación”.⁵ Las acotaciones que aquí se incluyen tienen un elevado nivel de generalidad, por lo que son de aplicación en múltiples dominios de la realidad, no solo en el ámbito socioambiental. Por su adecuación y productividad, el enfoque de sistemas complejos se asume aquí como conceptualización básica de referencia.

Se considera “complejo” un sistema que presenta un conjunto de características entre las que figuran las siguientes, algunas de las cuales no son exclusivas de los sistemas complejos, pero que deben concurrir simultáneamente (Gallopín et al., 2001; De la Maza y Carabias 2011; García, 2011).

- Se trata de sistemas abiertos, con capacidad de intercambiar materia, energía e información con su entorno. Las relaciones significativas entre el sistema adoptado (o también alguno de sus subsistemas) y la realidad más amplia en la que se inserta constituyen sus “condiciones de contorno”. Se pueden representar por flujos (de materia, energía, información, créditos, inversiones, etc.), cambiantes en el tiempo y que reflejan el efecto integrado de lo que “queda fuera” del sistema, sin tener que ahondar en el conocimiento de la realidad exterior.

⁴ De acuerdo con Juliana Merçon, la investigación transdisciplinaria busca “(a) comprender una parte relevante de la complejidad del problema, (b) tomando en cuenta la diversidad de percepciones experienciales y científicas y (c) conectando conocimiento abstracto y de casos específicos, (d) para desarrollar conocimientos y prácticas que promuevan lo que es percibido como el bien común” Merçon (2022, p. 4).

⁵ Un sistema puede ser “simple”, en el sentido de no complicado, como las relaciones gravitatorias entre tres cuerpos, y constituir, sin embargo, un sistema complejo de predecibilidad limitada a pesar de su carácter determinista. Al revés, algunos sistemas complicados, como la red hidráulica de un asentamiento urbano, pueden no ser complejos en el sentido aquí utilizado.

- Sus componentes son interdefinibles: el sentido propio de cada uno de ellos depende de las interrelaciones con otros.
- Las propiedades del conjunto no son un simple agregado de las de sus elementos constitutivos o subsistemas. La totalidad que se intenta modelizar impone condiciones a las funciones de sus componentes (“función de organización”).
- La estructura del sistema está constituida por las interrelaciones internas. Esta estructura no constituye una entidad estática. Examinado a la escala temporal y espacial apropiada, un sistema complejo está sometido a “procesos de estructuración” y de “desestructuración” en función de cambios en sus elementos o en las condiciones de contorno que exceden ciertos umbrales. A periodos de relativa estabilidad se suceden transformaciones que se expresan como cambios estructurales. La existencia de estos umbrales fundamenta la no linealidad de las relaciones sistémicas que se analizan, en la medida en que sean formalizables.

Con base en la caracterización anterior, y en su sentido más general, el enfoque de sistemas complejos conlleva enfrentar problemas metodológicos como los que se enlistan a continuación:

- Construcción progresiva del objeto de estudio: delimitación de un sistema. Determinación mutua de elementos y sistema total. Interacciones del sistema con su realidad externa: condiciones de contorno. Estrategia progresiva de construcción del sistema. Incorporación o exclusión de elementos.
- Distinción y articulación de escalas y niveles en la relación sistema-subsistemas. Niveles de análisis de un mismo proceso. Especificidad de las escalas espaciales y temporales.
- Articulación de fases de integración y diferenciación en el transcurso del trabajo de investigación, evitando siempre posponer la integración hasta “el final”, dejándola como tarea inalcanzable del lector.
- Distinción de niveles de procesos. Dominios disciplinarios propios de cada nivel de proceso. Concatenación de explicaciones/descripciones.

- Caracterización de las condiciones estructurales y funcionales del sistema en construcción. Funcionamiento del sistema y función de cada componente o subsistema. Estabilidad, vulnerabilidad, fragilidad, resiliencia de la estructura.
- Detección de tendencias, cambios en elementos e interrelaciones. Procesos de estructuración y desestructuración del sistema. Mecanismos internos y externos de autoorganización y cambio. Discusión de la permanencia del sistema. Condiciones de estabilidad. Umbrales de cambio.
- Reconocimiento y caracterización de propiedades emergentes del sistema, no reductibles a la agregación de las propiedades de sus elementos. Problemas de reversibilidad/irreversibilidad.
- Mecanismos internos y externos de autoorganización y cambio. Cambios en las condiciones de contorno. Rangos de fluctuación observados en los elementos. Cambios estructurales de origen exógeno o endógeno. Problemas de predictibilidad de los cambios.
- Potencial de transformación inducida del sistema. Rangos de estados posibles. Atractores. Estados deseables/posibles/probables. Posibilidades reales de intervención como, por ejemplo, mediante cambios de políticas públicas que incidan en las condiciones de contorno.

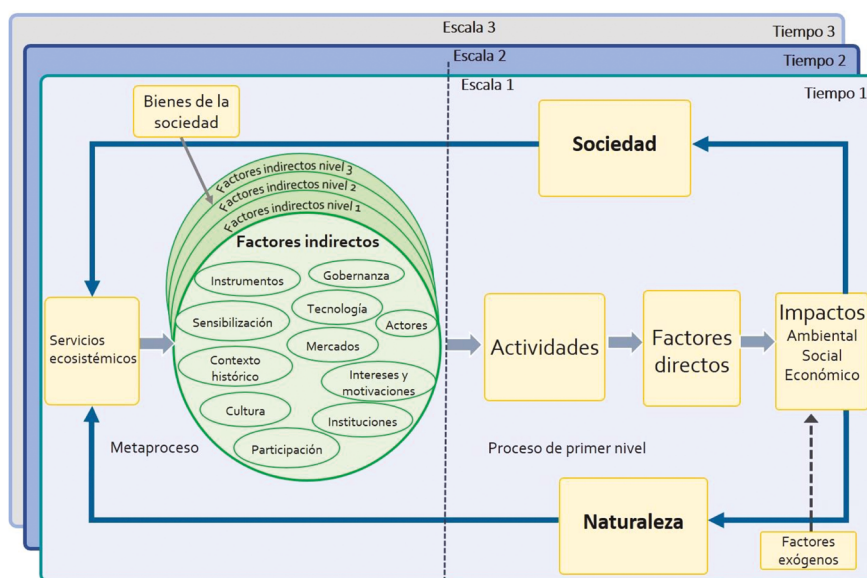
En su conjunto, estas cuestiones metodológicas representan un serio desafío, pero profundizar en su análisis desborda el objetivo de este documento. Se recurrió al enfoque de sistemas complejos por su valor heurístico, como promisorio vía para enfrentar problemas de conocimiento interdisciplinario, que representan todavía un fuerte obstáculo práctico y organizativo para los sistemas institucionales de educación superior e investigación, establecidos por lo general como “silos” de conocimiento.

Un modelo de análisis

A partir de un esquema elemental de relaciones entre componentes sociales, económicos y ecológicos, el modelo se fue construyendo con base en el

conocimiento antecedente, las referencias compartidas y la información generada por el proyecto 273646 del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (Fordecyt) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). El trabajo se orientó en un sentido dinámico, aspirando no solo a comprender el actual esquema sectorial, identificándolo como insustentable, sino también a sentar bases para transitar hacia otra estrategia territorial y sustentable, adaptada al cambio global representado por el cambio climático en curso. Como resultado del proceso iterativo antes referido, se construyó el modelo analítico (figura 7.1). Además, se ofrece a continuación una breve descripción de los componentes incluidos en el modelo (tabla 7.1).

Figura 7.1. *Modelo analítico propuesto para la CRUZMI*



Fuente: Objetivo 1. Modelo Analítico del proyecto Fordecyt 273646. Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio. Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, ajustado del modelo IPBES (Díaz et al., 2015).

Tabla 7.1. *Componentes del modelo analítico para la descripción y aportes para la comprensión de la CRUZMI*

Componente	Descripción
Naturaleza	Atributos que caracterizan el estado de la naturaleza, en particular aquellos que describen la atmósfera, la biodiversidad de ecosistemas, de especies y de propiedades genéticas, el suelo, los recursos hídricos y su calidad, tanto lénticos como lagos o lagunas, o lóticos, como ríos o arroyos, aguas costeras y marinas.
Servicios ecosistémicos	Beneficios que reciben los seres humanos de la naturaleza y que contribuyen al bienestar de los diferentes actores. Son resultado de la interacción entre las condiciones sociales y naturales.
Sociedad	Atributos que caracterizan el nivel de bienestar de los distintos grupos sociales y la calidad de vida de las poblaciones. Incluye aspectos culturales, económicos, sociales y tecnológicos que afectan la producción de servicios ecosistémicos y el uso de los recursos naturales. Se suelen distinguir subsistemas, como el demográfico/poblacional, el económico, como las condiciones de empleo e ingreso, o sectoriales, como la salud, la educación, la alimentación, los asentamientos y la vivienda.
Factores indirectos	Características de la sociedad que afectan el desarrollo de actividades en el territorio y el sistema de gobernanza, como la tenencia de la tierra, la tecnología, la demografía, la cultura, los individuos o grupos sociales, los mercados en donde los actores interactúan para intercambiar bienes y servicios, las normas, reglas, instituciones, procedimientos y prácticas mediante los que se deciden y regulan los asuntos que atañen a un medio social.
Actividades en el territorio	Procesos productivos (p. ej. agricultura, ganadería, silvicultura, pesca) o no directamente productivos (conservación, pago por servicios ambientales, restauración) que se desarrollan en un territorio y que definen el estado y uso del suelo y de los elementos naturales a diferentes escalas.
Factores directos	Procesos que se generan como consecuencia de las actividades en el territorio y que inducen cambios en los elementos naturales y en las condiciones sociales. En la CRUZMI se identifican cinco factores directos: deforestación, degradación, contaminación, agotamiento de recursos y aprovechamiento. Este último factor será sustentable en ausencia de los cuatro primeros.
Impactos	Efectos ambientales, sociales y económicos que resultan de una actividad y sus factores directos.
Factores exógenos	Eventos o circunstancias que no se originan o explican por las actividades realizadas en el territorio, pero que afectan a las circunstancias sociales o naturales del mismo. Ejemplos: cambio climático, terremotos, ciclones, conflictos armados, incidencia del crimen organizado, migración o crisis económica general, cambios en los mercados internacionales que afectan a la producción territorial, cambios en la política exterior, entre muchos otros.

Fuente: elaboración propia con base en Díaz et al. (2015).

Un conjunto de elementos o componentes, como los aquí indicados, no define un sistema. Lo que lo estructura y lo constituye propiamente es, además y sobre todo, el conjunto de relaciones entre ellos. En la representación gráfica de sistemas de esta índole estas relaciones se suelen representar en forma muy simplificada por “flechas” mono o bidireccionales, algunas de las cuales pueden agrupar varios tipos de relación.

Lo realmente complejo consiste en describir y explicar adecuadamente cada una de las flechas del diagrama, lo cual requiere una narrativa específica, para posibilitar la comprensión del funcionamiento conjunto y su dinámica. Los diagramas, por sí mismos, no son un “reflejo de la realidad”, ni siquiera una abstracción de la misma, sino una ayuda-memoria para ubicar, orientar e intentar ordenar los trabajos del equipo interdisciplinario de investigación. El valor del diagrama radica en el uso que se le dé. El diagrama analítico no es “verdadero” o “falso”, sino más o menos útil para ir desentrañando el problema en el que se centra la investigación.

En la representación analítica del sistema antes incluida, se observará una línea punteada que separa dos ámbitos, correspondientes a lo que la literatura de sistema complejos denomina “niveles”. El de la derecha, caracterizado como “procesos de primer nivel”, alude a los mecanismos que describen la concatenación de eventos que determinan los impactos directos sobre los elementos naturales y sociales. El de la izquierda corresponde a lo que se suele denominar “metaprocesos” o procesos de segundo nivel. Se trata del conjunto de condiciones que determinan el desencadenamiento de los mecanismos antes aludidos. Aunque no se explicita aquí ni se desarrolla por desbordar los alcances del trabajo, se podría agregar un tercer nivel, en el que se incluirían aspectos como la organización general de la economía nacional y su inserción en un contexto internacional, como pudiera ser por ejemplo el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). La descripción a un nivel explica la dinámica a un nivel inmediatamente inferior. La distinción de niveles es fundamental para evitar cortocircuitar los análisis, atribuyendo, por ejemplo, al “capitalismo” la razón de un deterioro edáfico específico en una porción del territorio de la CRUZMI.

La bidimensionalidad gráfica de un diagrama analítico impone también costos. En el diagrama aquí propuesto se alude a una distinción de escalas espaciales y temporales que pudieran articularse como entidades que embonan unas con otras. En el primer nivel, “sociedad” y “naturaleza” nunca deberían interpretarse como entidades separadas, que se pudieran someter a un tratamiento cognitivo diferenciado e independiente uno del otro. Desde el inicio de los trabajos se necesitó enfatizar las flechas que las unen entre sí y con los “servicios ecosistémicos”, sin las cuales carecería de sentido asumir como objeto de estudio un sistema socioambiental.

El trabajo de abstracción es indispensable: no se trata de abordar “todos” los aspectos sociales o ambientales que se nos pudieran ocurrir *a priori*, sino tan solo aquellos esenciales para relacionar los impactos con el deterioro de los servicios ecosistémicos. Recortar la realidad mediante abstracciones no constituye un defecto del análisis sino una condición indispensable para avanzar en su comprensión, sin dejar de reconocer que habrá recortes más funcionales que otros. La definición del objeto de estudio, y el conjunto de recortes que implica, no puede asumirse como un punto de partida absoluto e inamovible, previo al inicio de los trabajos de investigación, sino como un producto de la investigación misma en la etapa en la que se encuentre.

Elementos de una narrativa derivada del modelo

La metodología central del trabajo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo exige el recurso a un doble proceso de diferenciación de una totalidad y de (re)integración de esta. En la fase de diferenciación, el estudio puede ceñirse a un ámbito disciplinario, cuando así lo demanda el dominio propio de algún elemento del sistema. De cualquier forma, un análisis disciplinario centrado en un objeto definido por diferenciación del sistema adquiere características diversas y más ricas que cuando se plantea inicialmente a partir de un paradigma disciplinario establecido. La diferenciación se basa en un ulterior recorte de la realidad de un elemento del sistema o de un subconjunto de elementos de este, con criterio conceptual, temporal o espacial. En este último caso se centra el análisis que sintetizamos a continuación, utilizando solo algunos elementos destacados que caracterizan a la CRUZMI.

La naturaleza

La CRUZMI, que incluye territorios contiguos de Guatemala, México y Belice, posee un valor único en Mesoamérica por su patrimonio natural y cultural. Aunque su calidad ambiental se puede considerar todavía como

“buena”, las tendencias de deterioro se están agudizando como consecuencia de sistemas socioeconómicos insustentables y actividades productivas ineficientes que no solo degradan el medio ambiente, sino que empeoran también las condiciones de vida de su población mayoritaria. Se han implementado múltiples ejemplos de procesos locales alternativos que apuntan hacia una mayor sustentabilidad, pero no se han podido escalar, ni convertir en políticas públicas o arraigarse en nuevas formas de gobernanza.

La funcionalidad general del sistema CRUZMI incluye la de operar como un repositorio de extraordinarios recursos naturales y de biodiversidad, que suscitan un poderoso interés tanto a nivel nacional como internacional. En primer lugar, destacan los recursos hídricos del territorio. Con un escurrimiento promedio anual estimado en 1768 m³/s (estación de Boca del Cerro), el río Usumacinta es el más caudaloso de Mesoamérica, con una extensa red fluvial que incluye 22 ríos tributarios. El Usumacinta se origina en el punto de encuentro entre los ríos Lacantún y Chixoy, unos kilómetros después de la confluencia entre los ríos Chixoy y La Pasión, formando la frontera fluvial entre Chiapas y el Petén Guatemalteco antes de adentrarse en la parte baja de la cuenca en Tabasco (Saavedra et al., 2015). En su tramo final, a 20 km antes de su desembocadura deltaica en el Golfo de México, el brazo principal del Usumacinta se une al río Grijalva, confluencia inducida por la antigua (1675) desviación voluntaria del Grijalva-Mezcalapa. Los abundantes cuerpos de agua de la cuenca operan como elementos de conexión, regulación y amortiguamiento de avenidas (Gallardo-Cruz et al., 2017).

El gradiente altitudinal de la CRUZMI, cuyo descenso inicia por encima de los 3 800 m.s.n.m. En la sierra de los Cuchumatanes en Guatemala, determina una variada secuencia de climas y tipos de vegetación (Meave et al., 2023). Esta gama de ecosistemas alberga una de las mayores riquezas florísticas de Meso y Norteamérica, con 6 977 especies, 1 892 géneros y 274 familias de plantas vasculares (Jiménez-López et al., 2023). Destaca también su riqueza faunística, que incluye cerca de 1 500 especies de vertebrados (Gallardo-Cruz et al., 2017). Un factor que ayuda a mantener la particular biodiversidad ictícola (77 especies) es la diversidad de hábitats a lo largo de la cuenca, su buen estado de conservación y su conectividad, derivada de que el Usumacinta no ha sufrido –hasta ahora– intervenciones significativas (Ramírez et al., 2015; Esqueda et al., 2017).

Servicios ecosistémicos

Son invaluable los servicios ecosistémicos que presta la CRUZMI: generación de grandes cantidades de agua dulce, aportación de nutrientes para las pesquerías del Golfo de México, depositación de sedimentos, movilización de una amplia variedad de polinizadores, secuestro de carbono en humedales y masas forestales, regulación del clima y una biodiversidad de la cual se pueden derivar bienes como alimentos, medicinas, madera y leña, fibras, valores culturales y objetos de investigación, entre muchos otros. Todo ello confiere a la conservación de la cuenca una muy elevada prioridad regional, nacional e internacional.

Sociedad

La realidad demográfica de la región que se desprende del Censo de Población (INEGI, 2011)⁶ apunta también hacia la oportunidad de una integración analítica. De los 3.5 millones de habitantes de la Cuenca, 2.3 millones se ubican en la parte guatemalteca que está conformada por 45 municipios de seis departamentos (Petén, Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Alta Verapaz y Baja Verapaz; tabla 7.2).

Tabla 7.2. *Articulación de ciudades en Guatemala y la CRUZMI*

Gabriela Quiroz Cázares Yosu Rodríguez Aldabe Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo) Para Guatemala, la CRUZMI representa el 40% de la superficie terrestre del país, en la que vive solamente el 16% de su población, distribuida en 45 municipios (INE, 2018). En esta porción, la densidad de población es de 54 habitantes/km², que contrasta con los 185 hab/ km² fuera de la cuenca. Solamente una cabecera departamental, la de Flores en el Petén, tiene mayor vinculación con la dinámica de la cuenca, pues Salamá y Quiché, en su
--

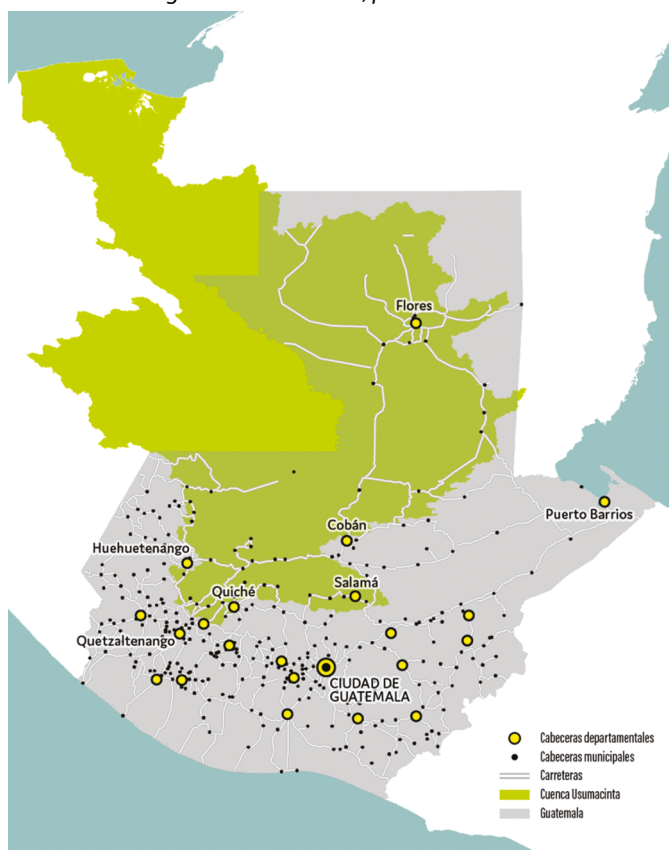
⁶ Para el proyecto Fordecyt se utilizó el dato del Censo de Población y Vivienda del 2010, sin embargo, hacer la comparación con los resultados del 2020 (INEGI, 2021) aporta información sobre el crecimiento poblacional por arriba de la media nacional (1.2%) y, además, este es mayor en los municipios de la porción chiapaneca de la CRUZMI.

parte meridional, se relacionan con el eje Quetzaltenango-Ciudad de Guatemala, zona en donde se concentra la mayor población del país. Esta última localidad constituye el principal polo urbano de atracción de la zona, en lo que atañe a la provisión de servicios (figura 7.2). Dos principales ejes de comunicación vial atraviesan la parte guatemalteca de la cuenca:

1. Eje Flores-Ciudad de Guatemala, con orientación norte-sur, pasando por las cabeceras departamentales Cobán y Salamá, ambas ya fuesen de la CRUZMI.
2. Eje Huehuetenango-Cobán, con orientación este-oeste, con prolongación hacia la ciudad fronteriza de Puerto Barrios.

Desafortunadamente, la falta de información geoespacial sobre localidades y población no permite caracterizar a detalle el sistema de localidades para Guatemala. Desde la década de los noventa del siglo pasado, el relativamente despoblado Petén ha sido el segundo departamento que mayor número de inmigrantes internos ha atraído, debido a las políticas nacionales de expansión de la frontera agrícola.

Figura 7.2. Guatemala, polo de servicios



Fuente: elaboración propia.

En la parte mexicana, en el 2010, habitaban 1.2 millones de personas en los 21 municipios de la porción mexicana, uno de ellos en Campeche, cinco en Tabasco y el resto en Chiapas (tabla 7.3). Hay que desatacar que para el 2020 la población en estos 21 municipios aumentó a 1.3 millones de personas; si bien la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la población de la región fue de 1.5 % entre 2010 y 2020, hay municipios, sobre todo en la porción chiapaneca, donde la TCMA fue de 2.8 %.

Tabla 7.3. *Articulación de ciudades en la parte mexicana de la CRUZMI*

Gabriela Quiroz Cázares, Yosú Rodríguez Aldabe
Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo))

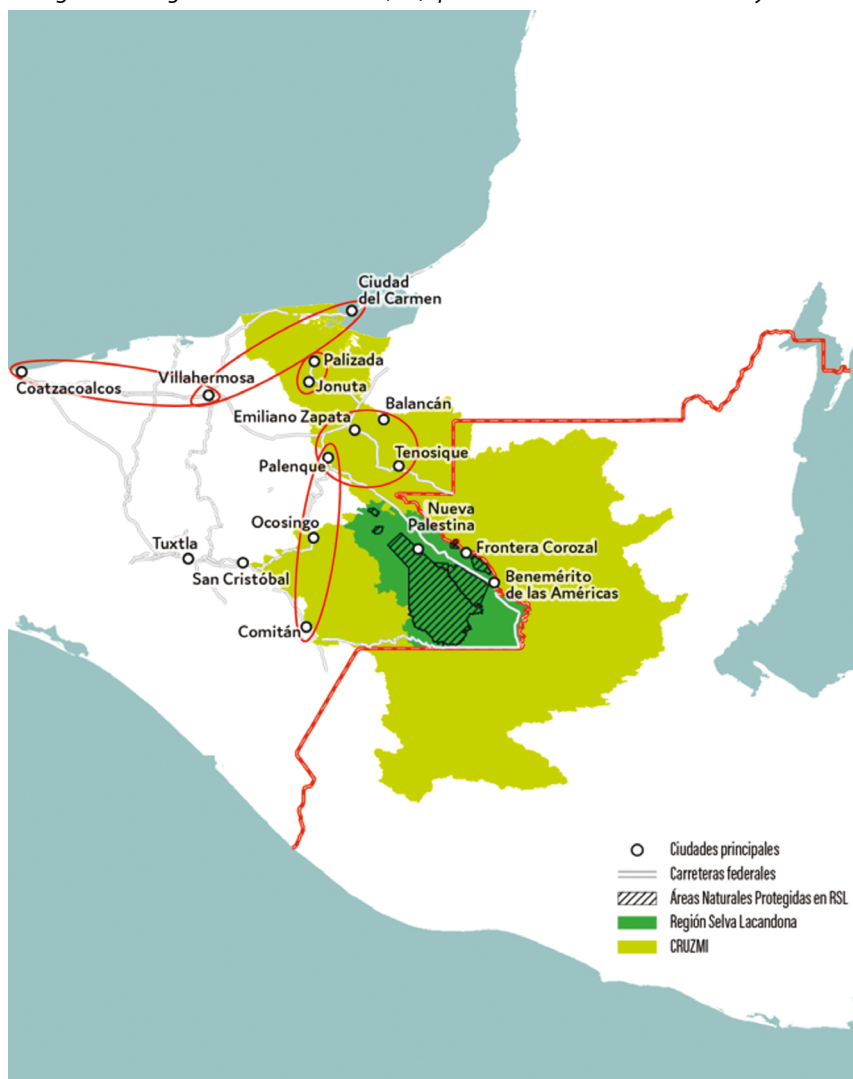
La parte mexicana de la CRUZMI, que representa el 1.7 % del territorio nacional, se localiza en los estados de Chiapas, Tabasco, ubicándose una pequeña fracción en el estado de Campeche.

La parte baja de la cuenca consta de tres elementos: (a) el corredor petrolero en la costa, (b) las planicies inundables de Jonuta y Palizada y (c) articulación Los Ríos - Palenque. La ciudad de Villahermosa funciona como su principal articulador. El corredor petrolero es articulado por las ciudades de Coatzacoalcos-Villahermosa-Ciudad del Carmen. Jonuta y Paliza sufren afectaciones frecuentes por inundaciones, es una zona relativamente aislada. Los Ríos (Tenosique, Emiliano Zapata y Balancán)-Palenque está dominado por pastizales ocupados por ganado vacuno y en años recientes están en expansión plantaciones de palma de aceite.

En la parte media y alta de la Cuenca Usumacinta en México se forma un arco que articula tres ciudades: Comitán, Ocosingo y Palenque que envuelve de oeste a este por el norte a la Región Selva Lacandona (RSL) que colinda con Guatemala al sur y al este. En torno al arco existen un conjunto de sistemas productivos: café, ganadería vacuna y agricultura intensiva, sobre todo en el valle comiteco y conforman una franja que flanquea la RSL. Estas ciudades, a su vez, se conectan con San Cristóbal de las Casas y Tuxtla Gutiérrez, ya en la cuenca del Grijalva (figura 7.3).

La RSL presenta baja densidad de población, con 133 000 habitantes en poco más de un millón de hectáreas, que incluyen siete Áreas Naturales Protegidas. En relación con la infraestructura vial, solo la mitad de la población del polígono de la RSL (casi 71 000 habitantes) vive en localidades que están a un kilómetro o menos de las carreteras, destacando entre ellas tres ciudades: Nueva Palestina, Benemérito de las Américas y Frontera Corozal. Adicionalmente, poco más de un tercio de la población reside a menos de un kilómetro de algún camino de terracería. La RSL es fundamental debido a los servicios ambientales que nos proporciona. Para proteger su función ambiental, es crucial reducir la presión que actualmente ejerce la atracción de población hacia la RSL y, en su lugar, fomentar el desarrollo del arco Comitán-Ocosingo-Palenque como un nuevo polo de atracción poblacional fuera de la RSL.

Figura 7.3. Región Selva Lacandona (RSL) que colinda con Guatemala al sur y al este



Fuente: elaboración propia.

En su conjunto, la población de la CRUZMI ha sido siempre sobre todo de carácter rural. Destaca en la porción mexicana que, en 2010, 62 % de la población habitaba en localidades de menos de 2 500 habitantes. Existen áreas de densidad particularmente baja la zona norte y occidente del Petén

guatemalteco y la Selva Lacandona del lado mexicano. En la parte mexicana de la cuenca el ingreso promedio corriente por persona anual es muy precario (\$28,519.00),⁷ muy inferior al de los estados de Chiapas, Tabasco y Campeche (\$42,621.00) y al nacional (\$55,877.00). Es muy desigual la distribución por municipio del ingreso corriente promedio trimestral. En relación con este indicador, el estado de Chiapas ocupa el último lugar entre todas las entidades federativas mexicanas. Al ingreso promedio se suman otras carencias que dan como resultado que la mayor parte de la población de la CRUZMI esté en condiciones de pobreza. De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2022) en el 2010, 82 % de las personas de esta región estaban en condiciones de pobreza, mientras que, en el 2020, el porcentaje bajó ligeramente (79 %). Sin embargo, se incrementó la pobreza extrema pasando de 40 % de la población de la región en 2010 a 46.5 % en 2020.

La enorme riqueza natural de la CRUZMI no se ha podido traducir en valores económicos que permitan mitigar la pobreza y la marginación de una buena parte de la población local.

Factores indirectos

Son numerosos los factores que amenazan la persistencia o la integridad de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos, con frecuencia sacrificados en aras de obtener recursos económicos de corto plazo en beneficio de sectores sociales que no siempre son los afectados por el inducido deterioro de los servicios. Entre los principales factores que pueden ejercer una excesiva presión sobre los recursos de la CRUZMI, se pueden destacar los siguientes, enlistados en forma no jerárquica ni exhaustiva.

- Permanencia de procesos históricos de ocupación territorial dispersa, desordenada y carente de racionalidad.
- Fallas en la gobernanza participativa y organizativa local.
- Dificultades de gestión armonizada como cuenca transfronteriza.
- Ocasional conflictividad derivada de su carácter pluriétnico.

⁷ Precios de 2010

- Choques culturales y de intereses entre grupos originarios y colonizadores foráneos.
- Elevadas tasas de crecimiento de la población (33 % de aumento en los últimos 15 años), con el correspondiente aumento en la demanda de bienes y servicios.
- Incumplimiento de normatividad y ausencia de criterios ambientales en la explotación de recursos basados en ecosistemas.
- Invasiones e intentos de regulación ilegal de la propiedad.
- Insuficiente conocimiento técnico y científico de los elementos estructurales e interacciones funcionales que pudieran asegurar una gestión sustentable de la cuenca.
- Marginación de valiosos conocimientos autóctonos, desarrollados por las comunidades locales.

El efecto integrado y sinérgico de estos factores conduce a una progresiva degradación ambiental de la CRUZMI, sin que por ello mejore la calidad de vida de su población mayoritaria, cuya pobreza contrasta con la riqueza natural de la región.

Periodización de la ocupación de la CRUZMI

Como lo expresaba el antiguo aforismo de Lucien Goldmann (1959), “el problema de la historia es la historia del problema”. El trabajo interdisciplinario se guía desde su inicio por la formulación de problemas, no por enfoques disciplinarios. El nudo problemático de la CRUZMI se aborda mediante una periodización que representa la secuencia de etapas estructurales del sistema analítico construido para su estudio, y que se puede reflejar en la historia de la ocupación de este territorio.

Sin necesidad de remontarse a la fase inicial protagonizada por la caza-pesca-recolección por parte de poblaciones escasas y dispersas, las culturas mayas acabaron por desarrollar una civilización con ocupación intensiva de la región, mediante asentamientos urbanos articulados por el sistema fluvial. Se estima que, en el periodo clásico (años 250-900), las

diversas poblaciones indígenas del área pudieron llegar a contar con alrededor de 150 000 habitantes (De la Maza y Carabias, 2011). El sistema socioambiental incluyó entonces patrones tecnoagrícolas avanzados, con gestión de recursos hidráulicos y fertilización natural inducida. Las construcciones, cada vez más sofisticadas, contaban con un uso intensivo de la cal.

Por razones que son todavía objeto de discusión e investigación, a partir del año 900, las culturas mayas locales sufrieron un rápido declive poblacional, organizativo y productivo, que algunos han caracterizado como un colapso civilizatorio en las tierras bajas. Las ciudades se fueron abandonando, abriendo paso al avance de una selva que llegó casi a borrar el rastro de su infraestructura. A la llegada de los españoles solo subsistían pequeños asentamientos dispersos (De la Maza y Carabias, 2011). La transición del sistema socioambiental del periodo clásico maya al colonial no consistió en un cambio de estructura, sino en un cambio completo de sistema.

Las primeras invasiones, lideradas por Pedro de Alvarado, se dirigieron a la parte de territorio que hoy corresponde a Guatemala. A partir de 1527 los españoles fundaron los primeros asentamientos encomenderos en Chiapas. Persistieron grupos de resistencia indígena que acabaron dando origen en 1712 a la Rebelión de los Zendales (De Vos, 2011), la sublevación indígena más importante de toda la época colonial en el sur del Virreinato novohispano, en la que participaron pueblos tzeltales, tzotziles y choles. Al carecer de recursos mineros y abundante fuerza de trabajo que pudiera someterse a alguna explotación cuya escala fuera de particular interés para los colonizadores, el territorio de la Cuenca quedó casi despoblado. El asentamiento principal de la región, San Cristóbal de las Casas, se estableció como un enlace entre el Virreinato y el Reino de Guatemala.

En los procesos de independencia, Chiapas consideró las opciones de adscribirse a Guatemala, establecerse como entidad independiente o incorporarse a México. Acabó, en septiembre de 1824, por elegir esta última opción. La poderosa, aunque poblacionalmente reducida, clase dominante criolla y mestiza chiapaneca prefirió negociar con sus homólogos del centro de México, mientras mantenía en la marginalidad a los pueblos indígenas locales. Como rasgo estructural emergente desde la etapa colonial, los españoles y criollos establecieron rutas terrestres de comunicación y comercio entre el virreinato y la Capitanía General, que empezaron a desplazar la

anterior exclusividad del transporte por vía fluvial. Buena parte de la CRUZMI quedó casi despoblada hacia 1700, hasta que hacia finales del siglo XIX una nueva actividad estructuró el sistema socioambiental local: la explotación de maderas finas por parte de las compañías madereras, las cuales dejaron de funcionar hacia 1929.

Mención aparte merece la región de la Selva Lacandona, cuya evolución territorial aparece descrita en De Vos (1991). La periodización que inicia con el exterminio de las poblaciones originarias durante la conquista, tanto por las epidemias inducidas por agentes patógenos importados, como por razones bélicas, la posterior colonización de habitantes de la colindante Selva Maya, el establecimiento de monterías para la explotación de caoba desde mediados del siglo XIX hasta principios del XX, culmina con el establecimiento de la Comisión Forestal Selva Lacandona (Cofolasa) en los años setenta, que casi arrasó con la caoba remanente, con el consiguiente descreme de la selva, que mantuvo sin embargo, casi en su integridad, su biodiversidad.

La siguiente configuración sistémica socioambiental de la CRUZMI corresponde a la nueva colonización del territorio y ampliación de la frontera agropecuaria a costa de la selva, proceso que se inició en los años cincuenta del siglo XX. Una de las funciones principales del sistema consistió en dar salida a poblaciones de diversos sectores del estado de Chiapas e incluso de otras partes del país que habían quedado al margen de los beneficios de la Reforma Agraria posrevolucionaria. La expropiación de las antiguas monterías y su constitución como terrenos nacionales permitió alguna expansión de la dotación ejidal local de tierras. Los nuevos pobladores consistieron en campesinos minifundistas y jornaleros mestizos e indígenas de escasos recursos, en búsqueda de nuevas opciones de sobrevivencia familiar en un territorio de vocación forestal, pero con grandes limitaciones físico-ecológicas para la agricultura. Surge también un nuevo rasgo estructural con la emergente participación del sector público en la definición y ejecución de políticas y programas de regulación y orientación de la colonización.

En la primera etapa de la colonización y formación de los nuevos asentamientos, las actividades productivas de los campesinos se encaminaron hacia el autoconsumo alimentario, a partir de la apertura de diversos espa-

cios de selva para la introducción de milpas, o el simple cultivo del maíz, mediante el método de roza tumba y quema. Progresivamente, empezó a emerger una nueva función de la zona como productora de bienes pecuarios para su exportación extrarregional. Como proveedores de servicios se consolidaron asentamientos urbanos como Comitán de Domínguez, Las Margaritas, Ocosingo y Palenque. La región Marqués de Comillas, colindante con Guatemala, fue colonizada, como otras zonas de la CRUZMI, por pobladores externos demandantes de tierra. El efecto integrado de este proceso agropecuario colonizador se expresó a nivel regional, sobre todo a partir de 1970, en la deforestación más aguda de su historia, con graves impactos sociales, frecuentemente diferidos, hasta el agotamiento de la fertilidad de los suelos (Izquierdo-Tort et al., 2024).

Adentrada la década de los setenta, empezó a permear la opinión pública nacional y, en algunos medios oficiales, la conciencia del notable deterioro ambiental que afectaba a numerosas partes del país, incluyendo el sureste. Anticipándose a hitos normativos nacionales, como la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, enero de 1988), o internacionales como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (“Cumbre de la Tierra”; Río de Janeiro, junio de 1992) y los instrumentos jurídicos que de ella derivaron, el gobierno nacional decretó en 1978 la Reserva de la Biosfera Montes Azules en la región de la Selva Lacandona, para preservarla, relativamente intacta, de un proceso colonizador cuyo potencial depredador era ya evidente. Esta intervención que, conjuntamente con la creación posterior de otras ANP,⁸ tuvo un impacto muy positivo sobre el sistema socioambiental de la CRUZMI, en un inicio, no surgió por procesos internos del sistema. El despertar de una conciencia ecológica, con actividades de movimientos ambientales conservacionistas, grupos académicos, se activó a raíz de la Cumbre de la Tierra. Sectores de la CRUZMI, bajo la

⁸ En 1992: Reserva de la Biosfera (RB) Pantanos de Centla, Tab.; RB Lacan-tún, Chis.; Monumento Natural (MN) Bonampak, Chis.; MN, Yaxchilán, Chis.; Área de Protección de Flora y Fauna (APFF), Chan-Kin, Chis. En 1994: APFF Laguna de Términos, Campeche y Tabasco. En 1998: APFFs Naha y Metzabok, en Chis. En 2008 se agregó la APFF Cañón del Usumacinta en Tabasco. A pesar de la debilidad de apoyos y el retraso o ausencia de programas de manejo, el conjunto de las ANPs en la CRU logró un innegable efecto de conservación de la biodiversidad.

denominación de “Selva Maya”, se reconocieron como *hotspots* de biodiversidad, es decir, regiones de gran riqueza biológica pero amenazadas. La revalorización del medio ambiente y la necesidad de su conservación actuó como un factor emergente en las condiciones de contorno del sistema analítico. Sin embargo, siguió predominando, hasta la actualidad, la tendencia por parte de las autoridades centrales de dar desfogue territorial a poblaciones que carecían de acceso a la tierra en sus lugares de origen y que ejercían una notable presión sociopolítica para asegurar su asentamiento. Se fue estableciendo en la región un mosaico de modalidades de propiedad que incluía algunas comunidades, remanentes de las condiciones indígenas iniciales, ejidos cuyos mecanismos de gobernanza desplazaron en los hechos la realidad formal municipal y propiedad privada, la cual tendió a ocupar buena parte de los terrenos fértiles adjuntos a los bordos de ríos.

El carácter transfronterizo de buena parte del territorio de la CRUZMI confiere a la región rasgos particulares. Si la frontera con Guatemala fuese de índole cerrada, o muy restrictiva, la influencia del país vecino en el sistema socioambiental de la parte mexicana de la cuenca podría manejarse como una condición de contorno más. Desde sus trabajos iniciales, el proyecto puso en evidencia hasta qué punto esta frontera, aunque es jurídicamente nítida, es en la práctica porosa, frecuentemente informal, con niveles de intercambio de recursos humanos, bienes y servicios que obligaron a incluir territorios guatemaltecos como parte de nuestro sistema en construcción, promoviendo la participación de algunos investigadores del país vecino.

La evolución de la situación de la frontera México-Guatemala se inserta en la periodización aludida anteriormente, aunque con algunas modalidades propias. La conformación formal de la frontera político-administrativa tuvo lugar en 1882 (Tratado México-Guatemala). El río Usumacinta se convierte en límite entre los dos países, en un tramo de 365 km. La creciente presencia de ambos Estados a partir de mediados del siglo XX se manifiesta en Guatemala en un contexto de guerra civil y un proyecto desarrollista colonizador, y en México a través de proyectos de modernización del trópico, con impactos ambientales muy negativos. El crecimiento poblacional de la región incidió en las áreas fronterizas con nuevas dinámicas de comercio y aprovechamiento de recursos. Guatemala desempeñó un papel

importante como proveedor de terneros para el auge ganadero en la parte mexicana de la CRUZMI, con fines de comercialización extrarregional.

Ya en el nuevo siglo, la conservación promovida a través de las áreas naturales protegidas se refuerza en México con la introducción de nuevos instrumentos como los pagos por servicios ambientales (PSA), incentivos para la reforestación, proyectos de ecoturismo y un modesto incremento en las Áreas Voluntariamente Dedicadas a la Conservación (AVDC). En el caso de Guatemala se crearon también nuevas áreas protegidas privadas. Estas estrategias paralelas se desarrollaron sin que se establecieran mecanismos de coordinación binacionales entre las respectivas instituciones gubernamentales. Esta carencia de coordinación oficial se puso en evidencia también en la planeación de las principales vías de comunicación, la gestión del agua, las políticas de conservación y de acción climática, entre otros posibles ejes articuladores del desarrollo.

En el interior de cada país existe una contradicción entre las políticas productivas y las políticas de conservación de la biodiversidad, la gestión racional del agua y la atención al cambio climático, tema este último que fue adquiriendo creciente relevancia internacional en los últimos años. En ambos países la estrategia productivista es netamente dominante, en detrimento de la sustentabilidad del desarrollo. Por ello, a pesar de su heterogeneidad institucional, un mismo esquema analítico puede acomodar la situación de los dos países en la CRUZMI. Sin embargo, los efectos del cambio climático, cada vez más evidentes, el deterioro de la biodiversidad, la afectación a los caudales y la calidad de los recursos hídricos han mostrado la necesidad de incrementar la atención prestada a esta problemática.

En el ámbito de los procesos de segundo nivel, o metaprocesos, en México, con la excepción de una franja costera en la CRUZMI, la incidencia directa del desarrollo petrolero se concentró sobre todo en la cuenca del Grijalva; en Guatemala, la explotación de las limitadas reservas petroleras del Petén no alcanzó niveles que indujeran cambios estructurales en el esquema analítico utilizado.

Mayor convergencia binacional se produjo a raíz del crecimiento reciente de las plantaciones de palma africana, todavía más notable en Guatemala que en México, pero con similares efectos negativos ambientales y sociales

en ambos países. Este proceso se describirá en la siguiente sección, relativa a las actividades.

Actividades en el territorio

El análisis de la producción que a continuación se presenta se limita a la parte mexicana. La población rural tiene como su principal actividad productiva la agropecuaria. En 4831 localidades de los 21 municipios, se producen 41 cultivos en una superficie de 375 000 hectáreas, de las cuales un tercio corresponde a predios con menos de 20 hectáreas. El valor total de la producción fue de \$3,708 millones de pesos (Sagarpa-SIAP 2017b, 2017c). Sin embargo, solo siete cultivos cubren el 80 % de la superficie indicada, con tasas de crecimiento medio anual entre 2 y 14 %. Algunos cultivos tienden a concentrarse en zonas específicas: tomate rojo en La Independencia (Chiapas); maíz y hule hevea en Palenque; frijol y café en Ocosingo. En algunos casos, como en el del café, la especialización se explica por condiciones ambientales. En otros, la determinan situaciones económicas, sociales, decisiones personales o políticas del estado (Gallardo-Cruz et al., 2017).

La cuarta parte de los cultivos de la región, incluyendo el de café cereza, presenta rendimientos superiores al promedio nacional, con las correspondientes ventajas comparativas, no siempre aprovechadas.

La producción pecuaria muestra en general un estancamiento y, en ciertos municipios, una disminución. Esta producción, con un valor total de \$6,965 millones de pesos, ocupa una superficie de 1.2 millones de hectáreas, de las cuales la casi totalidad corresponde a predios con menos de 100 hectáreas (Sagarpa-SIAP 2017a, 2017b). La ganadería es de tipo extensivo con malos pastos, requiriendo mucho terreno por cabeza, y es de baja productividad. Sus productos predominantes son el ganado en pie, la carne en canal y la venta de becerros al destete. Los potreros, en ausencia de rotación planificada, principios de ganadería holística, o de prácticas silvopastoriles, manifiestan con frecuencia síntomas de degradación. Algunas especies regionales, como el guajolote, se desaprovechan (Gallardo-Cruz et al., 2017).

En el ámbito pecuario, las actuales condiciones de comercialización de los productos son muy desventajosas para los productores, víctimas de un

coyotaje que no logran superar las organizaciones ganaderas locales. Lo mismo pasa con el chile, palma xate, entre otros productos. En el caso de la palma de aceite, los productores venden el producto a las empresas agroindustriales que les apoyaron para la plantación. En el caso de otros productos agrícolas se establece una red jerarquizada de intermediarios especializados. Los ritmos de comercialización se acompañan con la temporalidad de las cosechas.

No tienen presencia significativa en la CRUZMI ni la actividad forestal ni la pesquera, con la excepción en este último rubro de la zona costera, en donde se detecta sobreexplotación del recurso. En distintos espacios de la cuenca se han iniciado actividades turísticas y ecoturísticas, en torno a zonas arqueológicas y en áreas naturales protegidas, aunque la falta de fomento y ordenamiento de esta actividad no ha permitido el pleno aprovechamiento de su potencial regional y de sus beneficios económicos y ambientales. En la Selva Lacandona, la introducción y explotación de palma de aceite, o palma africana (*Elaeis guineensis*), constituye un sistema productivo cuya implantación se inició en México a mediados del siglo 20. La expansión de estas plantaciones, acelerada a partir de los años noventa, contó con importantes estímulos gubernamentales. En el conjunto del país, la superficie cultivada con palma pasó de 16 754 hectáreas en el año 2000 a 108 690 hectáreas en 2019. Hasta 2020 operaban en México 18 plantas agroindustriales de aceite de palma, 12 de las cuales se ubicaban en Chiapas, que se convirtió en el primer estado productor (De la Vega-Leinert y Sandoval, 2021; Sánchez, 2022). En este estado, los municipios con la mayor extensión sembrada y mayor producción de palma son Acapetahua y Mapastepec. En mucho menor medida, en la Selva Lacandona, el municipio con mayor producción de palma es el de Benemérito de las Américas, en donde se ha documentado la pérdida de selva alta por este motivo. La productividad por hectárea de la palma es notable: sembrada en terreno apto, con 50 cm de altura, la palma puede desarrollarse y empezar a producir fruto en apenas 3 años, con una vida productiva de no más de 20 años, cuando por la altura alcanzada por la planta se dificulta la cosecha.

México, sin exportar cantidad alguna del producto, invirtió en 2023 la cantidad de 528 millones de dólares para importar aceite de palma en bruto (Secretaría de Economía, 2024). En un mercado dominado por trasna-

cionales, el de palma es el aceite vegetal más consumido en todo el mundo; se utiliza con fines de alimentación, múltiples usos industriales e incluso como biocombustible (WWF, 2020). Por la imagen negativa adquirida por esta agroindustria, algunos productos de consumo señalan en su etiquetado “no contiene aceite de palma”.

La sustitución de la selva original por este monocultivo, el uso depredador de los recursos hídricos y las contaminaciones provenientes de esta agroindustria han suscitado numerosas controversias ambientales (Castellanos-Navarrete, 2018). Algunos funcionarios locales o federales, promotores de programas gubernamentales de fomento a estas plantaciones, arguyen que la palma se introduce en áreas ya deforestadas, o con cobertura de acahuales, que se habían dedicado previamente a la ganadería o agricultura campesinas. En cambio, varios analistas han documentado la tala, con frecuencia clandestina, de vegetación primaria para abrir espacios a la palmiticultura, en detrimento de la biodiversidad inicial, denunciando también otros daños socioambientales (Núñez-Hernández et al., 2014).

Es cierto también que muchos agricultores que se habían dedicado a cultivos de autoconsumo, salieron de una pobreza extrema al recibir ingresos aportados por los dueños de las industrias aceiteras de palma, y a su vez pagaron a los jornaleros que hubieran empleado. En la Selva Lacandona es difícil competir por ingresos con las plantaciones de palma: mientras en 2017, a través del PSA, el gobierno mexicano pagaba 1 000 pesos al año por la conservación de una hectárea de selva, la misma superficie de palma en edad productiva podría generar una ganancia de 100 000 pesos al año (Sobranes, 2017). La dimensión del negocio disminuye mucho cuando se contabiliza económicamente el daño ambiental asociado.

Factores directos y sus impactos

En su conjunto, las actividades productivas desarrolladas en la región han impulsado las siguientes transformaciones ambientales en la CRUZMI:

- deforestación y fragmentación de los ecosistemas naturales
- sobreexplotación de especies o partes de individuos

- contaminación de aguas de ríos o arroyos y de suelo
- introducción de especies exóticas invasoras

Se mencionan a continuación los principales impactos de estos factores directos. Las actividades agropecuarias determinaron serios deterioros ambientales en todo el territorio de la CRUZMI, en donde la deforestación alcanzó 40 % de su superficie forestal, habiéndose iniciado con los procesos de colonización de los años sesenta (Gallardo-Cruz et al., 2021).

En Guatemala la deforestación se aceleró bajo las políticas impulsadas por la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico del Petén, órgano creado en 1959 para la colonización del territorio, y por el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA) para el fomento agropecuario. A este impulso se sumaron, en los años setenta, los proyectos en la denominada Franja Transversal del Norte (FTN) para la exploración y la explotación de petróleo, con apertura de caminos que favorecieron la ampliación de la frontera agrícola en el Petén.

En México, siguiendo el ejemplo del Plan Balancán-Tenosique creado en 1972 en Tabasco, en la zona de Marqués de Comillas en la CRUZMI empezó un impulso colonizador en esa misma década, detonado por la ampliación de la red de vías de comunicación (Izquierdo-Tort et al., 2024). Además de la apertura de caminos, otros factores han contribuido a la deforestación, entre los que cabe destacar los procesos de regularización de asentamientos, tanto de índole irregular en Áreas Naturales Protegidas (ANP), como de otros directamente promovidos por el Estado en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, así como los subsidios agrícolas (Procampo) y ganaderos (Progan), muy superiores a cualquier apoyo a la conservación.

Además de su fracaso productivo y social, estos procesos desarrollistas mantuvieron activa la deforestación regional: entre 1993 y 2018 se perdieron en la cuenca, del lado mexicano, casi 462 000 hectáreas, que representan 24 % de la cobertura forestal del inicio de este periodo (Gallardo-Cruz y Meave, 2018).

Otros procesos agropecuarios han agravado el deterioro ambiental en la región, como la contaminación del suelo y del agua en la cuenca por abuso de agroquímicos, algunos de los cuales, de índole prohibida por la normatividad, se introducen con frecuencia en México desde Guatemala.

A todo ello se agregan las descargas de aguas servidas provenientes de los asentamientos. Sin embargo, por el poder de dilución por su cantidad, la calidad del agua del Usumacinta y de sus afluentes no se considera todavía como “mala” (Álvarez-Porebski et al., 2015; Esqueda et al., 2017).

La utilización de especies silvestres se suele realizar fuera de normatividad, sin planes de manejo, en perjuicio de la estabilidad de las poblaciones. El aprovechamiento comercial de la vegetación se concentra en las especies maderables, sobre todo, pino en la cuenca alta y algo de resina, miel y palma xate. En la explotación de aves destaca el saqueo de pichones de guacamaya roja, especie altamente emblemática, cuya viabilidad como población silvestre está en riesgo en México y Guatemala, por el tráfico ilegal. Los ecosistemas acuáticos se encuentran en riesgo por sobreexplotación de peces nativos, deforestación de riberas e introducción de especies invasoras, como el pez diablo (*Pterygoplichthys sp.*) (Barceinas et al., 2015).

Factores exógenos

Además de todos los problemas señalados que presionan a la CRUZMI, debe destacarse aquellos que no son generados en la misma región, sino que corresponden a dinámicas externas.

- Presiones ejercidas por un sistema de ciudades externo a la región (tabla 7.4).
- Presencia creciente del crimen organizado en sectores de la CRUZMI, en perjuicio de la seguridad y la gobernanza democrática, y afectación por tráfico ilegal de especies.
- Descontrol de flujos migratorios que atraviesan la zona.
- Efectos incipientes, pero ya claramente detectables, del cambio climático global, entre ellos las amenazas de desastres por fenómenos hidrometeorológicos extremos, elevación progresiva del nivel del mar; insuficientes actividades de adaptación y mitigación del cambio climático.
- Finalmente, imposición de políticas públicas ajenas a las necesidades de un desarrollo sustentable.

Nota: 1. Ciudad de Guatemala, 2. San Salvador, 3. Tegucigalpa, 4. San Pedro Sula, 5. Chetumal, 6. Playa del Carmen, 7. Cancún, 8. Mérida, 9. Campeche, 10. Cd. Del Carmen, 11. Villahermosa, 12. Tuxtla Gutiérrez, 13. San Cristóbal de las Casas, 14. Tapachula y 15. Quetzaltenango; a. Comitán, b. San Benito, c. Tenosique, d. Palenque y e. Ocosingo. En verde se expresan los flujos de bienes y servicios que salen de la cuenca principalmente hacia: (i) el desarrollo hotelero de Quintana Roo, centrado en la ciudad de Cancún, para el cual la cuenca aporta sobre todo materiales de construcción y alimentos; (ii) la zona costera del Golfo y Villahermosa, por las demandas urbanas y de la industria petrolera; (iii) la ciudad capital de Tuxtla Gutiérrez por su atracción urbana; y (iv) la Ciudad de Guatemala por su alta concentración de población.

Por la cuenca atraviesa una parte importante del flujo migratorio proveniente de Honduras, El Salvador y Guatemala (el Triángulo del Norte) con destino a los Estados Unidos (flechas rojas). Las flechas amarillas representan la movilidad laboral circular y la movilidad por servicios, como los hospitalarios o educativos, principalmente de la parte media y baja de la cuenca hacia Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Villahermosa y Ciudad del Carmen.

Orientaciones para el cambio

Las tendencias hacia el deterioro socioambiental de la CRUZMI no son irreversibles. La calidad ambiental de los ecosistemas de la cuenca todavía puede considerarse buena. Vale mucho la pena movilizar todos los recursos institucionales disponibles para garantizar su conservación y su utilización sustentable por parte de la población. Esta movilización es muy factible, como lo demuestra el ejemplo del establecimiento de áreas naturales protegidas, el más importante instrumento de conservación de la biodiversidad, que ha logrado contener en buena medida las presiones de cambio de uso de suelo. Para mejorar la eficacia de instrumentos como el indicado y escalar numerosos ejemplos de actuaciones exitosas que logran evitar el cambio de uso del suelo, se requiere incrementar la actuación de personal especializado, capacitado, y destinar presupuesto y programas de apoyo para iniciativas sustentables.

La enorme biodiversidad de la cuenca permite que cerca de un millar de especies puedan integrarse en agroecosistemas, y más de 134 especies de peces sean objeto de pesca sustentable (Gallardo-Cruz et al., 2017). En varias zonas de la cuenca se han emprendido, con éxito, algunos proyectos piloto para diversificar la producción con base en la biodiversidad natural y agro-

forestal e introducir nuevas prácticas o tecnologías más adecuadas para las condiciones locales, con beneficios ambientales, sociales y económicos. Entre estas experiencias agroecológicas figuran cultivos bajo sombra, huertos agroforestales, plantaciones diversificadas y estratificadas, enriquecimiento de acahuales y prácticas silvopastoriles. Estos proyectos contribuyen a la protección de la vegetación primaria y de la agrobiodiversidad, el mantenimiento de la conectividad y continuidad de servicios ecosistémicos. Además de aportar ingresos, pueden también contribuir a la alimentación familiar, en mejores condiciones incluso que las milpas tradicionales.

El escalamiento de estas experiencias agroforestales para rebasar la fase piloto deberá, sin embargo, planearse con sumo cuidado para evitar retrocesos o efectos secundarios negativos. Entre las condiciones de éxito cabría mencionar la organización de los productores con formas participativas de gobernanza, la asistencia y el acompañamiento técnicos, la disposición de infraestructura para el acopio, manejo y comercialización del producto, fases que suelen constituir cuellos de botella, la incorporación de subsidios en las políticas públicas, el establecimiento de cadenas productivas para la comercialización, en su caso la utilización controlada de mecanismos institucionales como las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y las manifestaciones de impacto ambiental. En algunos casos surgieron organizaciones en apoyo a las huertas agroforestales, como la Sociedad de Productores Orgánicos de la Selva Lacandona, S.S.S. (SPOSEL) y la Alianza de Cacaoteros de la Selva, S. C., que han promovido la certificación orgánica de espacios productivos, con vistas a la exportación (Carabias et al., 2015; Espinosa y Velásquez, 2023).

Mención aparte merece la posibilidad de expansión ordenada de actividades ecoturísticas promovidas por la población dueña de los ecosistemas naturales, para garantizar el mejoramiento equitativo de los ingresos y las condiciones de vida de las familias, siguiendo ejemplos exitosos en los que se han involucrado la etnia lacandona, las comunidades Lacanhá Chansayab, Nahá, Metzabok (Ortiz et al., 2018), así como otros desarrollados en el municipio Marqués de Comillas (De la Maza et al., 2015) y algunos ejidos de Maravilla Tenejapa.

Algunos cambios de política hídrica, como la aprobación del Decreto de Reserva de Agua Grijalva-Usumacinta que mantiene una disponibilidad

del recurso para los ecosistemas de las subcuencas sin comprometer el derecho humano de acceso al agua, son prueba de la posibilidad de actuaciones públicas beneficiosas para la sustentabilidad de la cuenca (DOF, 2018). Esta medida excluye, además, muy peligrosas intervenciones hídricas, como la construcción de una presa en el río Usumacinta, bajo el pretexto de controlar su flujo con fines agropecuarios.

La transformación pendiente puede contar con la diversidad de zonas agroclimáticas, desde las templadas de tierras altas hasta las tropicales de las tierras bajas, que ofrece una amplia gama de productos agropecuarios, junto con una extraordinaria agrobiodiversidad que fue detectada en este estudio y que no se considera en las estadísticas oficiales. Las actividades agroforestales y silvopastoriles son alternativas sustentables, sustitutivas de los monocultivos, que disminuyen los impactos ambientales, son más resilientes y se adaptan mejor al cambio climático.

Los alcances de la transformación pendiente variarán en función de las posibilidades de incidencia en los distintos niveles del sistema analítico experimentado en este estudio. Una planeación productiva a partir de las ventajas de cada zona de la cuenca, junto con una reorganización de la demanda, el eslabonamiento de cadenas comerciales con mercados regionales y una buena articulación con las ciudades externas, reduciría las presiones sobre la cuenca, diversificaría la producción, incrementaría los ingresos de las familias y redundaría en una mejor calidad de vida sin comprometer los ecosistemas naturales.

Excede los objetivos de este análisis la elaboración de una propuesta completa y detallada de transformación del sistema de la CRUZMI, pero el trabajo analítico realizado servirá sin duda de base para concretarla.

Para construir la sustentabilidad de la Cuenca del río Usumacinta se debe buscar la reducción de la pobreza, atenuar la desigualdad, fomentar una economía circular y una renovada funcionalidad ecológica, aumentar la resiliencia del sistema, evitar comprometer el futuro de los recursos naturales, limitar su uso para asegurar su regeneración, fortalecer las capacidades de los habitantes de la cuenca para asegurar un futuro autosustentable.

Referencias

- Álvarez-Porebski, P., Hernández, L., Gómez-Ruiz, H. y Ramírez, C. (2015). Calidad del agua en la subcuenca del río lacantún. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Coords.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*. Natura y Ecosistemas Mexicanos.
- Barceinas, A., León-Pérez, R., Alfonso, J., Towns, V., Ramírez-Martínez, C., Carabias, J., y De la Maza, J. (2015). Actividades ilegales que amenazan a la flora y fauna silvestres: cacería, tala, pesca ilegal y tráfico de guacamaya roja. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Coords.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*. Natura y Ecosistemas Mexicano.
- Castellanos-Navarrete, A. (2018). Palma de aceite en tierras campesinas. La política de las transformaciones territoriales en Chiapas, México. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 13, e-357. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2018.v13.357>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). Medición de la Pobreza: Pobreza a nivel municipio 2010-2020. CONEVAL. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- De la Maza, J., y Carabias, J. (2011). Usumacinta: bases para una política de sustentabilidad ambiental. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Natura y Ecosistemas Mexicanos del Agua A.C., México.
- De la Maza, J., Mastretta, A., Ruiz, L., y Carabias, J. (2015). Ecoturismo para la conservación. En: Carabias, J., J de la Maza, R. Cadena (Coords.), 2015. *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*. Natura y Ecosistemas Mexicano.
- De la Vega-Leinert, A.C. y Sandoval, D. (Coords.). (2021). Cultivo de palma de aceite en México. Balance de la situación actual y análisis espacial. Univ. Greifswald/Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano CECCAM/México via Berlín e.V.
- De Vos, J. (1991). Historia de la Selva, Crónica de una Agresión en Lacandonia: El Último Refugio. Universidad Nacional Autónoma de México.
- De Vos, J. (2011). La guerra de las dos vírgenes. La rebelión de los Zendales (Chiapas, 1712) documentada, recordada, recreada. Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales. México.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J. et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- Diario Oficial de la Federación. (2018). Decreto por el que se suprimen las vedas existentes en las cuencas hidrológicas Presa La Concordia y La Concordia, de la Región Hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta y se establecen zonas de reserva de aguas nacionales superficiales para los usos doméstico, público urbano y ambiental o conservación ecológica en las cuencas hidrológicas que se señalan, las cuales forman parte de la Región Hidrológica antes referida. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5525361&fecha=06/06/2018#gsc.tab=0

- Espinosa, G., y Velásquez, C. (2023). Mujeres construyendo territorio en la frontera ser. El potencial de la política minúscula. En Espinosa G. y Rodríguez, C. (Coords.), *Conflictos y alternativas socioterritoriales en el sur-sureste de México*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco/El Colegio de San Luis, A.C.
- Esqueda, K. (Coord.). (2017). Síntesis de los ecosistemas acuáticos de la CRUZMI. Objetivo 2. Diagnóstico Socioambiental. Proyecto FORDECyT 273646. *Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio*. CCGS.
- Gallardo-Cruz, J. A., Charruau, P., y Campo, J. (2017). Documento síntesis de la información disponible de los medios físico y biológico de la CRUZMI. Objetivo 2. Diagnóstico Socioambiental. Proyecto FORDECyT 273646. *Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio*. CCGS.
- Gallardo-Cruz, J. A. y Meave, J. (Coord.). (2018). La vegetación de la cuenca del Usumacinta: Caracterización, composición y tendencias de cambio. Objetivo 2. Diagnóstico Socioambiental. Proyecto FORDECyT 273646. *Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio*. CCGS.
- Gallardo-Cruz, J. A., Peralta-Carreta, C., Solórzano-Vidal, J., Fernandez-Montes de Oca, A. I., Nava L. F., Kauffer, E. Y Carabias, J. (2021). Deforestation and trends of change in protected areas of the Usumacinta River basin (2000–2018), Mexico and Guatemala. *Regional Environmental Change*, 21(4), 97. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01833-8>
- Gallardo-Cruz, J. A., Morales, J. F., y Rives, R. C. (2017). Documento síntesis de la información disponible del medio económico –productivo. Objetivo 2. Diagnóstico Socioambiental. Proyecto FORDECyT 273646. *Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio*. CCGS.
- Gallopín, G., Funtowicz, S., y O'Connor, M., y Ravetz, J. (2001). Science for the Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core. *International Social Science Journal*, 53, 219-229. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00311>
- García, R. (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*. Ed. Gedisa. Barcelona.
- . (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1), 66-01.
- Goldmann, L. (1952). Introduction générale, en VV. AA., *Entretiens sur les notions de g n se et de structure*. Paris: Mouton & Co.
- Instituto Nacional de Estadística-Guatemala. (2008). Estimaciones de la Población total por municipio. Período 2008-2020. INE: [http://www.oj.gob.gt/estadisticaj/reportes/poblacion-total-por-municipio\(1\).pdf](http://www.oj.gob.gt/estadisticaj/reportes/poblacion-total-por-municipio(1).pdf)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2011). Resultados de Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>

- (2021). Resultados de Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#tabulados>
- Izquierdo-Tort, S., Carabias, J., López, A., Meli, P., y Corbera, E. (2024). Development and conservation in the tropical forest frontier: a 50-year analysis of policy evolution and interplay in Marqués de Comillas, Chiapas, Mexico. *Oxford Development Studies*, 52(4), 429-448. <https://doi.org/10.1080/13600818.2024.2424224>
- Jiménez-López, D., Gallardo-Cruz, J. A., Véliz, M. E., Martínez-Camilo, R., Méndez, C., Solórzano, J. V., Velázquez-Méndez, L., Carabias, J., García-Hidalgo, G., Peralta-Carreta, C., Sánchez-González, M., Castillo-Acosta, O., Luna-Kamyshev, N. M., Villaseñor, J. L., y Meave, J. A. (2023). High vascular plant species richness in the Usumacinta River Basin: a comprehensive floristic checklist for a natural region in the Mesoamerican biodiversity hotspot. *Botanical Sciences*, 101(3), 1-23. <https://doi.org/10.17129/botsci.3253>
- Meave, J. A., Gallardo-Cruz, J. A., Méndez-Hernández, C. A., Martínez-Camilo, R., Véliz-Pérez, M. E., y Carabias, J. (Coords.). (2021). *Tipos de vegetación de la cuenca del río Usumacinta*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
- Merçon, J., (2022). Investigación transdisciplinaria e investigación-acción participativa en clave decolonial. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 27(98), e6614174. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6614174>
- Núñez-Hernández, J. M., Carrillo-Sánchez, K. A., y Mora-Flores, S. F. (2014). *Monitoreo de Cobertura de Palma Africana en la Selva Lacandona*. Ciudad de México: Centro Geo. <http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/98>
- Ortiz, F., Ramírez, J. J., Valadez, V., de la Maza, J., y Carabias, J. (2018). Ecoturismo para la conservación: bases para el desarrollo ecoturístico en la comunidad Lacanjá Chan-sayab, Selva Lacandona, Chiapas. México: Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.117213>
- Piaget, J., y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI Editores.
- Ramírez-Martínez, C., Naranjo, E., Caspeta, J. M. et al. (2015). Ecosistemas acuáticos. En Carabias, J., de la Maza, J. y Cadena, R. (Coords.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*. Natura y Ecosistemas Mexicano.
- Saavedra, A., López, D. M. y Castellanos L. (2015). Descripción del medio físico de la cuenca media del río Usumacinta. En Carabias, J., J de la Maza, R. Cadena (Coords.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona*. Natura y Ecosistemas Mexicano.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017a). Normatividad para la generación de estadística agropecuaria y pesquera. SAGARPA-SIAP. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105402/Normatividad_Estad_stica.pdf
- (2017b). Sistema de información Agroalimentaria de Consulta: Cierre Agrícola 2003-2016. SAGARPA-SIAP. México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

- (2017c). Sistema de información Agroalimentaria de Consulta: Cierre Pecuario 2006-2016. SAGARPA-SIAP. México. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/Siacon_datos_Abiertos_Pecuario.php
- Secretaría de Economía. (2024). Archivo de datos: aceite de palma en bruto. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/crude-palm-oil?timeNetTradeSelector=Year.%202024>.
- Sánchez, A. (2022). Palma de aceite, las plantaciones que acorralan a selvas y manglares en el sureste de México. *Ecología Social*. <https://rebelion.org/palma-de-aceite-las-plantaciones-que-acorralan-a-selvas-y-manglares-en-el-sureste-de-mexico/>
- Soberanes, R. (24 de junio de 2017). La palma africana, una de las principales amenazas para la selva Lacandona. *Animal Político*. 24 de junio, 2017. <https://animalpolitico.com/2017/06/palma-africana-amenazas-selva>
- WWF (World Wildlife Fund). (2020). *Palm Oil Buyers Scorecard: Measuring the Progress of Palm Oil Buyers*. 1-45.

