

AGRADECIMIENTOS

Los coordinadores queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los colaboradores de Natura y Ecosistemas Mexicanos, con quienes hemos formado un equipo de trabajo sólido y responsable, tanto en el campo como en la oficina, y que han dedicado gran parte de su vida a este proyecto.

A lo largo de muchos años hemos compartido experiencias en campo con quienes desde un inicio se incorporaron a la Estación Chajul y aún siguen con nosotros; Chankín, Mario y Manuel (El Búho), y disfrutado los alimentos que prepara doña Francisca. Nuestros compañeros de Natura han ido adquiriendo responsabilidades junto con nosotros, por lo que podemos decir que contamos con un equipo de gran nivel y compromiso frente a los enormes retos que enfrentamos en la región. Con diferentes orígenes y formaciones, hemos aprendido juntos y compartimos la convicción de luchar por la conservación de la selva y la búsqueda de alternativas de desarrollo acordes con las labores de conservación.

Todo nuestro agradecimiento a nuestros compañeros Rocío Aguilar Fernández, Jorge Luis Alfonso Mátuz, Vianey Argüello López, Fernando Arruti Zapata, Olivia Ávila Ramírez, Irene Baldovinos Santibáñez, Alicia Barceinas Cruz, Elsa Cadena González, Renata Cao de la Fuente, Francisco Castro Piña, Elisa Castro Tovar, Rosario Chankayun, Agustín Chankayun Chambor, Enrique Chankín Chanuk, Trinidad Cruz Vázquez, Francisco de la Maza de la Parra, Marisol Escobar Vargas, Maclovio Figueroa Cano, Angélica Flores Melo, Ricardo Frías López, María de Lourdes García Colín, Edi Gómez Ramos, Arminda Hernández, Santiago Izquierdo Tort, Daniel y David Jiménez Álvarez, Petrona Juan Andrés, Rodrigo León Pérez, Asunción Lombera Baldovinos, Mario y Rafael Lombera Estrada, Alejandra López Valenzuela, Luisa Manuel Juan, Alicia Mastretta Yanes, Trinidad Ma-

tías Atilano, Gildardo Mejía Cruz, Paula Meli, Sofía Méndez Guerrero, Carlos y Raúl Méndez Herrera, Edaly, Gilberto[†] y Salvador Méndez Méndez, Carlos Mendoza Hernández, Gilberto Miranda Caballero, Alejandra Molina Morales, Santiago Morató Sánchez de Tagle, Sergio Nicasio Arzea, Diego Noriega Samaniego, Mariana Olivares Alatorre, Rigoberto Olivares García, Roberto Ortiz Martínez y Flores, Fiorella Ortiz Rosas, Floridalma Pérez Velázquez, José Quintana Delgado, Damián Ramírez Escobar, Francisca Ramírez García, Juan José Ramírez Lerma, Carlos Ramírez Martínez, Marcelina y Santa Ramírez Mendoza, Antonio Ramírez Velázquez, Diana Romero Melchor, Nuria Rubio Morales, Lucía Ruiz Bustos, Guadalupe Ruiz García, Jesús Salcedo Villanueva, Carlos Arbey Sánchez, Agni Sosa Aranda, Sara Straffon Díaz, Valeria Towns Alonso, Carolina Tum Atz, Violeta Valadez Rocha, Rafael Valencia Millán, Paola Vázquez Cisneros, Noé Vázquez Cruz, Mainor Vázquez Méndez, Dalia Velázquez Mejía, Jacques Vermonden, Manuel y Norma Villalobos Marroquín.

Queremos hacer una mención especial de Gilberto Méndez (don Gil), compañero incansable, que con su sensibilidad y talento fue pieza fundamental del proyecto de recuperación de la guacamaya roja, quien falleciera en 2014.

Al Consejo Directivo de Natura y Ecosistemas Mexicanos, integrado por Enrique Vilatela Riba (presidente), Julio César Méndez Rubio, Germán Fernández Aguirre y Juan Carlos Goyenechea Fernández de Jáuregui (comisario), y a Celia Piguerón, miembro fundador, agradecemos sus orientaciones y el seguimiento del rumbo de la organización.

Para el trabajo de campo dedicado a elaborar y dar seguimiento a los expedientes técnicos del programa de Pago por Servicios Ambientales, así como las diversas actividades de educación am-

biental con jóvenes y niños de localidades de la región y de restauración de ecosistemas, entre otras actividades, contamos con el invaluable y decidido apoyo de numerosos tesisistas, estudiantes en servicio social y voluntarios, de 2007 a 2015, a los que estamos agradecidos por su esfuerzo, compañerismo y todo lo que aportaron con su ayuda.

El monitoreo de flora y fauna, así como el manejo de recursos naturales, ha sido acompañado por investigadores que cuentan con una alta calidad profesional y experiencia, a los cuales estamos muy agradecidos. Es el caso de Humberto Berlanga, Rafael Calderón, Rubén Ortega y Vicente Rodríguez, de Conabio-Nabci; Esteban Martínez y Víctor Sánchez Cordero, del Instituto de Biología de la UNAM; Ana Fernández, Alberto Gallardo y Marcela Martínez, del Centro de Cambio Global y Sustentabilidad del Sureste; Carlos Alcérreca, de Biocenosis; Rony García, de WCS-Guatemala; Alma Orozco, del Instituto de Ecología de la UNAM; Marco Antonio González Ortiz, del Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental; Gilberto Hernández Cárdenas y Alma Toledo Guzmán, de la UAM-Iztapalapa; Yosú Rodríguez, Alejandro Mohar y Juan Manuel Núñez, del CentroGeo. En los temas de ecosistemas acuáticos: Armando Contreras, María Elena García Ramírez, Lourdes Lozano, de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Piotr Álvarez Porebski, Humberto Gómez Ruiz y Lucía Hernández Garcíadiego, de la Facultad de Química de la UNAM; Rafael Barba, Héctor Espinosa Pérez, María Elena López, Armando Martínez, Edna Naranjo, Guillermo Salgado y Daniel Sepúlveda, del Instituto de Biología de la UNAM; Juan Manuel Caspeta, Said Ramírez, Silvia Ramírez y Marina Tapia, del Centro de Investigación en Biotecnología de la UAEM; Carlos Alfonso Álvarez y Rafael Martínez-García, de la División de Ciencias Biológicas de la UJAT.

Fundamental ha sido el apoyo de las instituciones que han aportado el financiamiento para la realización de los proyectos de Natura y Ecosistemas Mexicanos. De manera especial agradecemos a la Alianza Word Wildlife Fund-Fundación Carlos Slim, Petróleos Mexicanos y Fundación Azteca, A.C., quienes han contribuido y actualmente contribuyen en forma

sustantiva y de manera ininterrumpida para poder llegar a los logros y lecciones aprendidas que presentamos en este libro, cuya publicación ha sido posible gracias a los recursos aportados por las dos primeras.

También otras fundaciones e instituciones han aportado económicamente y en especie a los proyectos de Natura Mexicana, a lo largo de estos años, en diferentes etapas, a quienes también agradecemos su apoyo: Fomento Social Banamex, A.C. y Fomento Ecológico Banamex, A.C.; Fundación Wal-Mart; Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, UNETE, Fundación ADO y Fundación Manpower.

Natura y Ecosistemas Mexicanos ha mantenido comunicación y coordinación permanente con diferentes instancias del gobierno federal, a las que hacemos patente nuestro agradecimiento: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Semarnat; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Semarnat; Corredor Biológico Mesoamericano-México, ahora Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos, Conabio; Procuraduría Federal de Protección al Ambiente; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Agradecemos muy especialmente al gobierno del estado de Chiapas, con quienes hemos mantenido una relación y un intercambio constantes.

Con diversos organismos internacionales hemos llevado a cabo proyectos y talleres de capacitación, lo cual ha enriquecido nuestra labor, por lo que estamos agradecidos al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA); Agencia Internacional para el Desarrollo de Estados Unidos de América (USAID); Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), y Environmental Law Institute (ELI).

La relación de Natura y Ecosistemas Mexicanos con diversas instituciones educativas y de investigación ha sido de suma importancia, por lo que hacemos un reconocimiento y agradecemos a las siguientes: Facultad de Ciencias, Facultad de Química, Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Universidad

Autónoma de Nuevo León; Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo” (CentroGeo); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Centro de Cambio Global y Sustentabilidad del Sureste; Universidad Autónoma del estado de Chiapas; Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Nuestro reconocimiento y agradecimiento a la población de la Comunidad Lacandona y de Marqués de Comillas con quienes hemos ido construyendo este objetivo común por la conservación y el desarrollo sustentable de la Selva Lacandona.

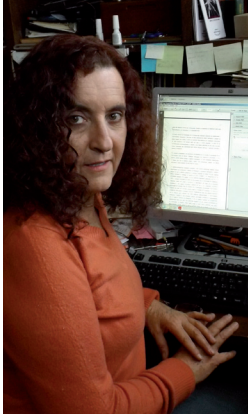
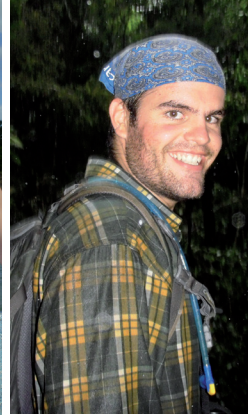
Hemos dejado para el final un agradecimiento muy especial para quienes fueron los responsables de que esta obra llegara a buen puerto, dedicando

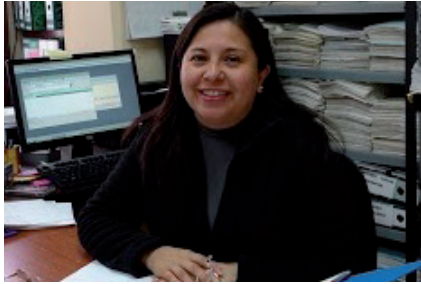
junto con nosotros centenas de horas en su edición, Antonio Bolívar y Socorro Gutiérrez. Antonio, director de Redacta, es un editor riguroso, quien coteja dato tras dato y descubre los errores de los que los autores no nos habíamos percatado; suma su capacidad a la de la eficiente, calificada, hábil y creativa Socorro, para producir las obras que a lo largo de 25 años han pasado por sus cabezas y manos. A la insuperable trayectoria profesional de esta mancuerna hay que añadir la tolerancia y educación de ambos. Sólo así pudieron aguantar nuestra intromisión e invasión en su oficina (hogar de Antonio y Eugenia Huerta) durante meses, trastocando su vida cotidiana.











SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACDM	Atlas Climático Digital de México	Conafor	Comisión Nacional Forestal, Semarnat
ACNUR	Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados	Conagua	Comisión Nacional del Agua, Semarnat
ADB	African Development Bank	Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Semarnat
ANP	Área(s) natural(es) protegida(s)	Conapesca	Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca
APFF	Área de protección de flora y fauna	Conapo	Consejo Nacional de Población
APFFCU	Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta	Coneval	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
ASTER	The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	Copa- UAEM	Colección Parasitológica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos
CAU	Cuenca alta del río Usumacinta	CU	Cuenca del río Usumacinta
CAUM	Cuenca alta del río Usumacinta en México	CUM	Cuenca del río Usumacinta en México
CBD	Convención sobre la Diversidad Biológica	DAN	Defensa Ambiental del Noroeste
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano	DEM	Modelo de Elevación Digital
CBMM	Corredor Biológico Mesoamericano, componente México (ahora Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos), Conabio	DGIRA	Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental
CBU	Cuenca baja del río Usumacinta	DGPAIRS	Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial
CBUM	Cuenca baja del río Usumacinta en México	DGV5	Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat
CE	Comisión Europea	DOF	<i>Diario Oficial de la Federación</i>
CEGAM	Centro de Especialistas en Gestión Ambiental	EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
Cemda	Centro Mexicano de Derecho Ambiental	Ecosur	El Colegio de la Frontera Sur, A.C.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe	EFC	Esquema de Fondos Concurrentes, Conafor
CFE	Comisión Federal de Electricidad	EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
CI	Conservación Internacional-México	ELI	Environmental Law Institute
CIAF	Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica	ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	EZLN	Ejército Zapatista de Liberación Nacional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	FANP	Fondo para las Áreas Naturales Protegidas
CMU	Cuenca media del río Usumacinta	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
CMUM	Cuenca media del río Usumacinta en México	FCS	Fundación Carlos Slim, A.C.
CNANP	Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas	FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.
CNHE	Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, UNAM	Fonaes	Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas en Solidaridad
CNIN	Colección Nacional de Insectos, Instituto de Biología, UNAM	GAIA	Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental, A.C.
Cofolasa	Compañía Forestal de la Lacandona	GEF	Global Environmental Facility
Conabio	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	GEI	Gases de efecto invernadero
		IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
		INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Semarnat

INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (a partir de 2008 Instituto Nacional de Estadística y Geografía)	PEOMA	Programa de Empleo y Opciones Productivas Sustentables para la Integralidad de Montes Azules
Inpesca	Instituto Nacional de Pesca, Sagarpa	PESL	Programa Especial para la Conservación, Restauración y Aprovechamiento Sustentable de la Selva Lacandona
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
LFSMN	Ley Federal Sobre Metrología y Normalización	PREP	Proyecto de Recuperación y Conservación de Especies Prioritarias
LGCC	Ley General de Cambio Climático	Procampo	Programa de Apoyos Directos al Campo
LGDS	Ley General de Desarrollo Social	Procede	Programa de Certificación de Derechos Ejidales
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Procer	Programa de Conservación de Especies en Riesgo
LGVS	Ley General de Vida Silvestre	Proders	Programa de Desarrollo Regional Sustentable
LOAPF	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	Prodesis	Programa de Desarrollo Social Integrado y Sostenible en la Selva Lacandona
MEA	Millennium Ecosystem Assessment	Profepa	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental	Progan	Programa de Estímulos a la Actividad Ganadera
NABCI	North American Bird Conservation Initiative	Pronafor	Programa Nacional Forestal
NAPECA	Programa de Subvenciones de la Alianza de América del Norte para la Acción Comunitaria Ambiental	PSA	Programa de Pago por Servicios Ambientales
NCDC	National Climatic Data Center, EUA	PSAH	Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
NEPA	National Environmental Policy Act (Ley sobre Política Nacional del Ambiente, EUA)	Ramsar	Convención de Humedales de Importancia Internacional
NMX	Norma Mexicana	RAN	Registro Agrario Nacional
NOM	Norma Oficial Mexicana	RB	Reserva de la Biosfera
OCT	Ordenamiento comunitario del territorio	RBL	Reserva de la Biosfera Lacan-Tun
OET	Ordenamiento ecológico del territorio	RBMA	Reserva de la Biosfera Montes Azules
OMS	Organización Mundial de la Salud	RCRUM	Región de la Cuenca del río Usumacinta-México
ONG	Organizaciones no gubernamentales	REDD+	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la deforestación y degradación de los bosques
ONU	Organización de las Naciones Unidas	RedRUM	Red de Investigadores de la Región Usumacinta en México
OSC	Organización de la sociedad civil	RIBMA	Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules
OTC	Ordenamiento territorial comunitario	Sagarpa	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2000-)
PACCH	Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas	SE	Servicios ecosistémicos
PACE	Programa de Acciones para la Conservación de Especies en Riesgo		
PDRSCBCh	Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas		
PEAATREDD	Programa Especial de Áreas de Acción		
+SL	Temprana REDD+ Selva Lacandona		
PECC	Programa Especial de Cambio Climático		
Pemex	Petróleos Mexicanos		

Sectur	Secretaría de Turismo	UICN (IUCN)	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
Sedue	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología	UJAT	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Segob	Secretaría de Gobernación	UMA	Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
Semarnap	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1994-2000)	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000-)	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Sepesca	Secretaría de Pesca del Estado de Chiapas	UNETE	Unión Nacional de Empresarios para la Tecnología en Educación
SMN	Servicio Meteorológico Nacional	Uniatmos	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
SPR	Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada	USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
SRA	Secretaría de la Reforma Agraria	WCS	Wildlife Conservation Society
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	WWF	World Wildlife Fund
TCF	Fondo de Conservación de Tortugas		
TNC	The Nature Conservancy		
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos		
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana		
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León		

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

AR	Antonio Ramírez: 180-184
CRM	Carlos Ramírez Martínez: 274, 277, 287
DN	Diego Noriega: 370
FAZ	Fernando Arruti Zapat: 114, 119, 124, 127, 368, 433, 443 (arriba), 579
FE	Fulvio Eccardi: 333, 357, 360, 361, 366, 374, 385, 386 (arriba), 389
GMB	Gonzalo Madrazo Bolívar: 337, 345, 377
JME	Javier de la Maza Elvira: 18, 29, 34, 39, 41, 43, 44, 59, 60, 66, 68, 70, 73, 75, 78, 80, 81, 86, 91, 96, 102, 105, 128, 139, 160, 162-166, 168, 176, 179, 186, 188-192, 195, 198, 202, 204, 206, 207, 210, 213, 214, 217, 218, 230, 235, 241, 246, 252, 254, 255, 258, 260, 272, 288, 293, 301, 306, 310, 311, 313, 314, 320, 328, 331, 334, 335, 338, 340, 350, 352, 355, 356, 359, 364, 379, 392, 408, 431, 440, 458, 463 (abajo), 470, 514, 519, 526, 541, 542, 554
JS	Jesús Salcedo: 365
MA	Marcelo Aranda: 293
PM	Paula Meli: 428, 443 (abajo), 451
RF	Ricardo Frías: 369
RLP	Rodrigo León-Pérez: 464
TE	Tania Escobar: 339
VT	Valeria Towns: 290

ÍNDICE DE AUTORES*

- Aguilar-Fernández, Rocío: 4.1, 5.8
Alfonzo Mátuz, Jorge: 2.7, 4.4, 5.9
Álvarez-Porebski, Piotr: **4.2**
Báez, Juan Roberto: 5.6
Barba, Rafael: 2.10, 4.3
Barceinas, Alicia: **4.4**, 5.4, **5.11**
Cadena, Rosaura: 6.3
Carabias, Julia: **2.3**, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.4, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.8, **5.12**, 6.2, **6.3**, Ap. 3
Caspeta, Juan Manuel: 2.10, 4.3
Castellanos Fajardo, Luis A.: 1.1, Ap. 1
Castro, Elisa: **3.1**, 3.2, **5.10**
de la Maza, Javier: **1.5**, **2.1**, 2.6, **2.7**, **2.9**, 3.1, 4.4, **5.1**, **5.3**, 5.5, **5.9**, 5.12, 6.3, **Ap. 5**
de la Maza, Roberto: 2.9, Ap. 5
de Vos, Jan: **1.2**
Díaz, Daniela Alejandra: 5.6
Espinosa-Pérez, Héctor: 2.10, 4.3, **Ap. 6**
Fernández-Montes de Oca, Ana: **1.4**
Frías, Ricardo: **2.5**
Gallardo-Cruz, Alberto: 1.4
Gómez-Ruiz, Humberto: 4.2
Hernández-Cárdenas, Gilberto: 4.1
Hernández Garciadiago, Lucía: 4.2
León-Pérez, Rodrigo: 2.6, 2.7, 2.8, 4.4, 5.9, Ap. 4
López López, Daniel M.: 1.1, Ap. 1
Marion, Marie-Odile: 1.2
Martínez, Armando: Ap. 6
Martínez, Esteban: 2.3, **Ap. 3**
Martínez, Marcela: 1.4
Martínez-García, Rafael: 5.7
Mastretta, Alicia: 5.3
Meli, Paula: 2.3, **2.4**, 3.1, **4.1**, **5.8**, **6.2**, Ap. 3
Molina, Alejandra: 2.3, Ap. 3
Montes de Oca, Rosa Elena: **3.2**
Morató, Santiago: 2.3, 2.6, Ap. 3
Naime, Julia: 3.2
Naranjo, Edna: 2.10, 4.3
Navarrete-Segueda, Armando: **2.2**
Noriega, Diego: 2.7, 2.8, 5.4, 5.9, Ap. 4
Obregón, Rafael: **5.6**, 5.12
Ortiz, Fiorella: **5.2**, 5.10
Ortiz, Roberto: **5.5**
Rabasa, Alejandra: **6.1**
Ramírez, Antonio: **2.8**, Ap. 4
Ramírez, Juan José: 5.4
Ramírez, Xóchitl: 5.12
Ramírez-Martínez, Carlos: **2.10**, 3.2, 4.2, **4.3**, 4.4, **5.7**, Ap. 6
Rodríguez Aldabe, Amaya: **1.3**
Rodríguez Aldabe, Yosú: 1.3
Romero Melchor, Diana Lizeth: 5.7
Rubio, Nuria: 5.2
Ruiz, Lucía: 2.3, 2.4, 4.1, 5.3, Ap. 3
Saavedra Guerrero, Arístides: **1.1**, **Ap. 1**
Sepúlveda-Jiménez, Daniel A.: Ap. 6
Siebe-Grabach, Christina D.: 2.2
Sosa-Aranda, Agni: 2.7
Straffon, Sara: 5.5
Toledo-Guzmán, Alma: 4.1
Townsend, Valeria: 2.3, **2.6**, 4.4, Ap. 3
Valadez, Violeta: **5.4**
Vázquez, Paola: 5.2
Vázquez-Selem, Lorenzo: 2.2

* En negritas, el autor principal del capítulo o apéndice.

ÍNDICE DE RECUADROS

1.1.1 Tipos de clima en la cuenca media del río Usumacinta	23
1.3.1 Localidades de la comunidad lacandona, 2010	52
2.1.1 Climogramas [de tres estaciones climatológicas de la región]	82
2.1.2 Dinámica hidrológica de la subcuenca del río Lacantún	84
2.3.1 Indicadores de diversidad y estructura de la vegetación	99
2.6.1 Monitoreo del jaguar como caso de estudio	150
2.6.2 Fototrampeo: una herramienta para la difusión de la ciencia y la conservación	157
2.7.1 Monitoreo de nidos de guacamaya roja	172
2.8.1 El caso del cocodrilo de pantano	179
2.10.1 Grupos biológicos utilizados como bioindicadores	194
3.2.1 Indicadores de marginación y rezago social	225
3.2.2 El sistema de roza-tumba-quema	230
3.2.3 Artes de pesca utilizadas en la región	241
4.2.1 Métodos utilizados en el análisis de muestras en el laboratorio	264
4.2.2 Fórmula para determinar el Índice Simplificado de la Calidad del Agua	269
4.2.3 Recomendaciones para prevenir la contaminación de ambientes acuáticos	271
4.3.1 Métodos utilizados para realizar el diagnóstico de la invasión de peces de la familia Loricariidae en la zona de estudio	285
4.4.1 La Ley General de Vida Silvestre	292
4.4.2 Reglamentos para regular la cacería en ejidos de Marqués de Comillas	295
4.4.3 El caso del corazón azul (<i>Swartzia cubensis</i>)	298
5.1.1 Reconocimiento a la Estación Chajul en sus 20 años	309
5.2.1 Clasificación de los servicios ecosistémicos	316
5.2.2 Aplicación del PSA en México	319
5.3.1 Agenda 21 y principios de sustentabilidad en relación con el turismo	341
5.3.2 Sitios y actividades con potencial ecoturístico en Marqués de Comillas	348
5.5.1 Nombrando mariposas	380
5.5.2 Zonificación de La Casa del Morpho	381
5.5.3 Personal de La Casa del Morpho y sus funciones	382
5.5.4 Ingresos por familia en el año 2013 en La Casa del Morpho	391
5.7.1 Modelo de Ordenamiento Pesquero diseñado para la región	410

5.7.2 Modelo de Reglamento Comunitario de Pesca y Acuicultura Sustentable	412
5.7.3 Medidas de protección de los recursos pesqueros aplicadas en el ejido Playón de la Gloria	414
5.7.4 Contenido de los cursos de capacitación impartidos a productores para la instalación y operación de unidades de producción acuícola en Marqués de Comillas	417
5.7.5 Descripción del proceso de construcción de estanques de las unidades de producción piscícola en Marqués de Comillas	417
5.7.6 Características de los módulos para el cultivo de chile habanero en acuaponia	426
5.8.1 Restauración y estabilización de la vegetación riparia en ejidos ribereños del río Lacantún	432
5.8.2 Selección de especies arbóreas clave para iniciar la restauración de ecosistemas ribereños en Marqués de Comillas	436
5.8.3 Restauración del hábitat de mariposas mediante el manejo de especies útiles para su alimentación	438
5.8.4 Reglas para la conservación y restauración de las riberas y zonas federales de las corrientes contiguas a las tierras ejidales	448
5.8.5 Restauración de claros antropogénicos, con sustento científico	450
5.9.1 Polluelos de <i>Ara macao</i> parasitados por colmoyotes (<i>Dermatobia</i> sp.)	461
5.10.1 Ejercicios de planeación participativa en ejidos y comunidades	474
5.10.2 Criterios para la elaboración del OCT que facilitan la aceptación del instrumento y la toma de acuerdos	477
5.11.1 Un día en la Estación Chajul	496
5.11.2 Actividades lúdicas en la Estación Chajul	498
5.11.3 Concurso nacional de dibujo ¡Que viva la Selva Lacandona!	501
5.11.4 Cuentos de ganadores del concurso local ¡Que viva la Selva Lacandona! 2015	503
5.11.5 Entrevista estructurada para conocer los efectos de las actividades de educación ambiental en Marqués de Comillas	505
5.11.6 Secuencia de fotos de dos estudiantes de El Pirú en la estación Chajul, desde 4º de primaria hasta 3º de secundaria, cuando ganaron el concurso de dibujo	512
6.2.1 Algunos conceptos relacionados con la conectividad	544
6.3.1 Caso de estudio: Pagos por Servicios Ambientales en Marqués de Comillas	561
6.3.2 Impacto de los pagos por servicios ambientales en la conservación de la Selva Lacandona	565
6.3.3 Vertientes de cambio desde una perspectiva territorial	572

ÍNDICE DE CUADROS

1.1.1	Localización geográfica de la cuenca del río Usumacinta y sus porciones	20
1.1.2	Participación de los estados de Campeche, Tabasco y Chiapas en la parte mexicana de la cuenca del río Usumacinta	20
1.3.1	Población en el área de estudio, según tamaño de localidades	50
1.3.2	Población en Comitán y San Cristóbal de Las Casas, 1970-2010	55
1.4.1	Pérdida de cobertura arbórea por año y porcentaje total acumulado por área natural protegida entre 2001 y 2012	62
2.3.1	Indicadores de diversidad y estructura en los diferentes sitios de muestreo	100
2.3.2	Variables de estructura en los diferentes sitios de muestreo	112
2.4.1	Ejemplos de funciones ecológicas de los ecosistemas ribereños y los principales servicios ecosistémicos asociados, según los cuatro grandes grupos propuestos por el MEA	116
2.4.2	Categorías utilizadas para estimar el valor de categoría diamétrica	118
2.4.3	Riqueza, diversidad, equitatividad y densidad de especies arbóreas y arbustivas en la vegetación ribereña del Lacantún y arroyos tributarios, en dos tipos de sistemas: conservado y en regeneración secundaria	120
2.5.1	Comparación de tasas de herbivoría en bosques templados y tropicales	136
2.6.1	Listado de especies de mamíferos registrados por las cámaras-trampa y número de registros por área	147
2.6.2	Índices de ocupación para las especies de mamíferos de talla mayor	152
2.6.3	Respuesta a las variables de presencia humana	156
2.8.1	Listado de especies de anuros registrados en amplexo en charcas estudiadas	178
2.10.1	Número de individuos colectados durante el periodo 2010-2015	198
2.10.2	Listado de especies de moluscos acuáticos nativos	199
2.10.3	Listado de especies de moluscos acuáticos no nativos	199
2.10.4	Total de individuos de insectos acuáticos colectados	200
2.10.5	Peces examinados por primera vez para helmintos parásitos en México	203
3.2.1	Principales características de las localidades del municipio Marqués de Comillas en los años 2000 y 2010	220
3.2.2	Porcentaje de población en viviendas, según disponibilidad de servicios básicos	223
3.2.3	Rezago social en Marqués de Comillas	225
3.2.4	Superficie sembrada y valor de producción de principales cultivos en el municipio Marqués de Comillas en el año 2013	229
3.2.5	Producción, precio, valor y peso de ganado bovino en pie y carne en canal en 2013	236
3.2.6	Especies de importancia pesquera en la región	239
4.1.1	Área de la selva perdida por periodo y pérdida total acumulada entre 1986 y 2007 en Marqués de Comillas	250
4.1.2	Clasificación utilizada para describir la distribución y el estado de conservación de la vegetación ribereña en Marqués de Comillas	253

4.2.1 Georreferencia de los sitios de muestreo para determinar el estado de conservación o deterioro que presentan los ecosistemas acuáticos de la región	261
4.2.2 Valores promedio de parámetros registrados <i>in situ</i> en los sitios de muestreo entre junio de 2008 y octubre de 2014	265
4.2.3 Valores promedio de parámetros fisicoquímicos de 2009 a 2014	267
4.2.4 Análisis de metales pesados por fluorescencia de rayos-X en muestras de sedimento	268
4.2.5 Concentraciones de contaminantes orgánicos en los sitios de muestreo	270
4.3.1 Calidad del hábitat de los ambientes acuáticos estudiados	278
4.3.2 Especies acuáticas no nativas por sitio de muestreo	281
4.3.3 Origen y vías de introducción de las especies no nativas registradas en los sitios de muestreo	282
5.2.1 Superficie beneficiada en cada ejido con el Programa de Pago por Servicios Ambientales	322
5.2.2 Monto del apoyo del Programa de Pago por Servicios Ambientales en cada ejido	322
5.3.1 Actividades que pueden llevarse a cabo en un proyecto de ecoturismo, sus afectaciones y posibles soluciones sustentables	342
5.4.1 Donantes que hicieron posible la construcción y operación de los proyectos ecoturísticos en Marqués de Comillas	358
5.4.2 Cálculo de rentabilidad anual del hotel Canto de la Selva en tres escenarios distintos	362
5.7.1 Suministro de alimento balanceado en las unidades de producción piscícola del programa piloto de cultivo de especies nativas en Marqués de Comillas	419
5.7.3 Costo de producción por estanque de las unidades de producción piscícola en Marqués de Comillas	421
5.8.1 Recomendaciones para el mantenimiento y recuperación de ecosistemas ribereños	452
5.9.1 Papilla para polluelos de guacamaya roja	466
5.10.1 Estrategias y lineamientos propuestos para la optimización de los sistemas agrícolas	481
5.10.2 Estrategias y lineamientos para la optimización de los sistemas ganaderos	482
5.10.3 Estrategias y lineamientos para la optimización de los sistemas de manejo y conservación de la biodiversidad	483
5.10.4 Estrategias y lineamientos para la optimización de las plantaciones	484
5.11.1 Capacidades creadas y fortalecidas en las empresas ecoturísticas sociales en ejidos de Marqués de Comillas	490
5.11.2 Ejemplo de los temas abordados en visitas a la Estación Chajul y en las pláticas en las escuelas entre 2010 y 2015	494
5.11.3 Número de respuestas que resultaron de las entrevistas realizadas a niños de 5° y 6° de primaria de ejidos de la región para evaluar si existe un cambio de actitud respecto a la naturaleza atribuible a la participación en actividades de educación ambiental	506
5.11.4 Resultados de cada Modelo General Linearizado X-Y	507
6.1.1 Instrumentos de planeación para la acción climática en los niveles federal, estatal y municipal	533
6.1.2 Comparación entre factores de vulnerabilidad climática y problemas estratégicos identificados en el OTC de la microrregión Marqués de Comillas	534
6.1.3 Coincidencia y complementariedad de políticas climáticas y lineamientos del OTC	536
6.2.1 Líneas estratégicas para la implementación de acciones para detener el deterioro y encontrar alternativas productivas y de conservación que ofrezcan bienestar a la población local en Marqués de Comillas	551

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1.1	Localización de la región de la cuenca del río Usumacinta	20
1.1.2	Cuencas alta, media y baja del río Usumacinta en México	21
1.1.3	Altitudes y temperatura media anual en la cuenca media del río Usumacinta en México	21
1.1.4	Precipitación media anual en la cuenca media del río Usumacinta en México	22
1.1.5	Climas en la cuenca media del río Usumacinta en México	23
1.1.6	Vegetación potencial en la cuenca media del río Usumacinta en México	24
1.1.7	Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta y sectores de la cuenca del río Usumacinta	25
1.1.8	Pendientes, cuencas alta, media y baja del río Usumacinta	26
1.1.9	Pendientes de la cuenca media del río Usumacinta en México	26
1.1.10	Altitudes en la cuenca media del río Usumacinta en México	27
1.1.11	Extensión de las formas del relieve en la CMUM	27
1.1.12	Elementos regionales que constituyen el Golfo de México y sureste mexicano: Plataforma de Yucatán, Sierra de Chiapas, cuencas terciarias del sureste	28
1.1.13	Paleografía del Jurásico Medio	28
1.1.14	Geología: edad y tipos de roca en la cuenca media del río Usumacinta en México	28
1.1.15	Relieve y litología de la cuenca media del río Usumacinta en México	29
1.1.16	Grupos de suelos en la cuenca media del río Usumacinta en México	29
1.1.17	Extensión de tipos de suelo en la CMUM	30
1.1.18	Geoestructuras de la cuenca del río Usumacinta	31
1.1.19	Provincias fisiográficas en el contexto regional de la cuenca del río Usumacinta	31
1.1.20	Grandes paisajes fisiográficos en la cuenca media del río Usumacinta en México	33
1.3.1	Área de estudio y su entorno	46
1.3.2	Representación proporcional de la superficie de cada municipio dentro del área de estudio	46
1.3.3	Proporción de la superficie de los municipios dentro y fuera del área de estudio	46
1.3.4	Proporción de la población de los municipios dentro y fuera del área de estudio	47
1.3.5	Representación proporcional de la población dentro del área de estudio en cada uno de los municipios	47
1.3.6	Pirámide de población del conjunto de los municipios	47
1.3.7	Pirámide de población de cada municipio	48
1.3.8	Localidades dentro del área de estudio	49
1.3.9	Índice de feminidad en la zona	49
1.3.10	Índice de dependencia	51

1.3.11 Índice de vejez	51
1.3.12 Índice de juventud	51
1.3.13 Índice de habla de lenguas indígenas	51
1.3.14 Índice de escolaridad	51
1.3.15 Índice de analfabetismo	51
1.3.16 Crecimiento poblacional 1980-2010 en el área de estudio	53
1.3.17 Crecimiento poblacional 1980-2010, por municipio	53
1.3.18 Densidad de población, 1980-2010, en el conjunto de los municipios	54
1.3.19 Densidad de población por municipio, 1980-2010	54
1.3.20 Localidades en el contexto, 1980-2010	54
1.3.21 Número de localidades en cada municipio, 1980-2010	55
1.3.22 Cambios en la dispersión de localidades por municipio, 1980-2010	55
1.3.23 Sistema de ciudades con un alto grado de influencia sobre el área de estudio	56
1.3.24 Vista de la carretera Ocosingo-Palenque	57
1.3.25 Ejercicio de regionalización	58
1.4.1 Deforestación anual en la región Lacandona y en sus áreas naturales protegidas, 2000-2012	63
1.4.2 Deforestación en la región Selva Lacandona, 2000-2012	64
1.4.3 Crecimiento poblacional en la región Selva Lacandona, 2000 y 2010	65
1.5.1 Áreas naturales protegidas de la cuenca media del río Usumacinta	72
2.2.1 Geología del área de estudio	89
2.2.2 Unidades geomorfológicas del área de estudio	90
2.3.1 Estructura de los sitios muestreados en el área del río Tzendales	101
2.3.2 Estructura de los sitios muestreados en el área alrededor de la Estación Chajul	104
2.3.3 Estructura de los sitios muestreados en la vegetación tipo sabanoide	106
2.3.4 Dendrogramas del análisis de agrupación	108
2.3.5 Valores de importancia correspondientes a la zona de selva inundable	110
2.3.6 Estratificación de la zona de selva inundable	110
2.4.1 Estructura de la vegetación riparia conservada y en regeneración secundaria en un tramo del río Lacantún, en la margen de Marqués de Comillas	121
2.4.2 Especies arbóreas que acumulan 57 y 70%, respectivamente, del índice de importancia relativa en riberas conservadas y en regeneración secundaria en un tramo del río Lacantún	121
2.4.3 Estructura de la vegetación riparia conservada y en regeneración secundaria en arroyos de Marqués de Comillas	122
2.4.4 Especies arbóreas que acumulan 50% del valor de importancia relativa (VIR) en riberas conservadas y en regeneración secundaria en arroyos de Marqués de Comillas	123
2.4.5 Número de individuos y riqueza de especies en cuatro estratos verticales en arroyos con vegetación ribereña conservada y en regeneración secundaria en Marqués de Comillas	124
2.5.1 Esquema de la plataforma de la Estación Chajul, Selva Lacandona	130

2.5.2 Perfil vertical de la radiación solar (como un porcentaje del que incide directamente sobre el dosel) de un sitio de selva tropical en Malasia	132
2.5.3 Especialización en el uso del recurso lumínico por parte de una familia de epífitas (Bromeliaceae) en un bosque tropical. Otra característica es la formación de microambientes producto de la captación de humus	134
2.5.4 Daño por herbívoros acumulado en hojas de dos especies al inicio de la medición y 30 días después	135
2.5.5 Modelos de herbívoros sintéticos y daño presentado por la exposición a depredadores en dosel y sotobosque	140
2.6.1 Localización de las cinco zonas donde se han colocado cámaras-trampa en el sur de la RBMA	146
2.6.2 Gráficas de diferencias en las variables indicadoras de actividad humana	154
2.7.1 Transectos de muestreo de guacamaya roja	169
2.7.2 Mapa de registros de guacamaya roja	170
2.7.3 Registros e individuos avistados por transecto	171
2.7.4 Número de individuos registrados por pulsos	174
2.7.5 Promedio del número de individuos registrados por mes	174
2.8.1 Ubicación de transectos de muestreo de herpetofauna	178
2.10.1 Número de especies de helmintos parásitos identificados, por sitio de muestreo	198
2.10.2 Número de individuos de moluscos acuáticos colectados, por sitio de muestreo	200
2.10.3 Especies de moluscos acuáticos, por sitio de muestreo	200
2.10.4 Número de géneros de insectos acuáticos colectados, por orden	200
2.10.5 Riqueza específica por número de taxa de insectos acuáticos en cada sitio de muestreo	201
2.10.6 Abundancia de insectos acuáticos, por sitio de muestreo	201
2.10.7 Número de especies de peces, por sitio de muestreo	201
2.10.8 Número de peces colectados, por sitio de muestreo	201
3.2.1 Ejidos del municipio Marqués de Comillas	221
3.2.2 Pirámides de población del municipio Marqués de Comillas en los años 2005 y 2010	222
3.2.3 Carreteras y caminos en el municipio Marqués de Comillas	224
3.2.4 Porcentaje de población con pobreza alimentaria, de capacidades o patrimonial, en los años 1990, 2000 y 2010 en el municipio Marqués de Comillas y en el estado de Chiapas	226
3.2.5 Unidades típicas de producción del municipio Marqués de Comillas	228
3.2.6 Superficie cosechada de los principales cultivos en Marqués de Comillas	228
3.2.7 Evolución de la superficie sembrada y cosechada en Marqués de Comillas, de 2005 a 2013	232
3.2.8 Valor de la producción agrícola en el municipio Marqués de Comillas, de 2005 a 2013	232
3.2.9 Valor de la producción de principales cultivos, distintos de maíz y frijol, de 2005 a 2013	233
3.2.10 Superficie sembrada de principales cultivos, distintos de maíz y frijol, de 2005 a 2013	233
3.2.11 Volumen y valor económico de la producción bovina en Marqués de Comillas, de 2006 a 2013	237
3.2.12 Modelo de aprovechamiento pesquero en la región	240

4.1.1 Variación espacial de las áreas arboladas (selva) y no arboladas en Marqués de Comillas en el periodo 1986-2007	248
4.1.2 Pérdida de selvas húmedas en México y en el municipio Marqués de Comillas, y población total en este último	251
4.1.3 Distribución porcentual de las categorías de vegetación registradas en la ribera del río Lacantún y de los arroyos Chajul y Lagarto	254
4.2.1 Localización de las estaciones de muestreo del estudio para determinar el estado de conservación y/o deterioro de los ecosistemas acuáticos de la región	262
4.2.2 El Índice Simplificado de Calidad del Agua confirma una buena calidad de los ecosistemas acuáticos de la subcuenca del río Lacantún	269
4.3.1 Ubicación de colonias de anidación de peces de la familia Loricariidae	286
5.2.1 Lógica de los mecanismos de PSA	316
5.2.2 Diversidad de mecanismos de PSA	317
5.2.3 Secuencia de los programas de Conafor y monto destinado al PSA por año	321
5.2.4 Vista satelital de la superficie inscrita en los años 2008 a 2014	324 a 327
5.3.1 Ecoturismo como un segmento del mercado turístico	336
5.4.1 Ubicación del hotel Canto de la Selva, en la ribera del río Lacantún	354
5.4.2 Ocupación del hotel Canto de la Selva desde el inicio de operaciones hasta junio de 2015	363
5.6.1 Tipología de productores	399
5.6.2 Fases del proceso de reconversión productiva	400
5.6.3 Dinámica de la productividad y beneficio ecológico respecto al subsidio y financiamiento	400
5.6.4 Procesos de producción y comercialización de productos basados en el uso y manejo de recursos naturales que garantizan la sustentabilidad	401
5.6.5 Esquema de modelo de ordenamiento de traspatio	402
5.7.1 Talla y peso de organismos durante el primer trimestre de cultivo en la producción de mojarra castarrica (<i>Cichlasoma urophthalmus</i>) en Marqués de Comillas	420
5.7.2 Producción de biomasa total durante el ciclo de cultivo de mojarra castarrica en las unidades de producción en Marqués de Comillas	420
5.7.3 Consumo de alimento balanceado y producción de biomasa total durante el cultivo de mojarra castarrica	421
5.7.4 Crecimiento de plantas de chile habanero en el módulo de Playón de la Gloria	425
5.8.1 Propuesta metodológica de integración de escalas para implementar una estrategia de restauración en Marqués de Comillas	430
5.8.2 Supervivencia de siete especies arbóreas trasplantadas a riberas degradadas bajo cuatro técnicas de restauración	435
5.8.3 Distribución de 276 claros antropogénicos identificados en Marqués de Comillas	442
5.8.4 Índice de valor de importancia de las especies registradas en el lomerío durante el primer y segundo muestreos	444
5.8.5 Índice de valor de importancia de las especies registradas en la zona inundable durante el primer y segundo muestreos	445

5.9.1 Incremento del peso de nueve polluelos de <i>Ara macao</i> rescatados en 2015 y criados en cautiverio	466
5.10.1 Uso de suelo en la microrregión Marqués de Comillas (2011)	479
5.10.2 Uso de suelo en el ejido Quiringüicharo (2013)	479
5.10.3 Uso de suelo en el ejido Santa Rita (2014)	480
5.10.4 Uso de suelo en el ejido Nueva Reforma (2014)	480
5.11.1 Marco conceptual para la educación ambiental como factor de cambio para la toma de decisiones informadas respecto al uso de los recursos naturales	488
5.11.2 Mapa de los ejidos donde habitan los estudiantes que participan en las actividades de educación ambiental	493
5.11.3 Porcentajes de las respuestas que reflejan un cambio de actitud, que no lo reflejan y preguntas no contestadas a las cinco preguntas-dilema en el grupo de niños que no participaron en actividades de educación ambiental y en el grupo de niños que sí participaron	507
5.11.4 Porcentajes de las respuestas que reflejan un cambio de actitud, que no lo reflejan y preguntas no contestadas a las cinco preguntas-dilema en cada ejido en el grupo que no participó en las actividades de educación ambiental	508
6.1.1 Observaciones del clima pasado en Chiapas	531
6.1.2 Escenarios a futuro de la temperatura en Chiapas	531
6.1.3 Escenarios a futuro de la precipitación presente y futura en Chiapas	531
6.2.1 Sistemas y sus componentes que interactúan en el establecimiento de un corredor en un paisaje modificado por el humano	546
6.2.2 Componentes de la condición ecológica de un hábitat que definen su potencial para la conservación, uso sustentable o restauración	548

ÍNDICE GENERAL

Presentación	11
SECCIÓN 1	
El escenario natural y social	16
1.1 Descripción del medio físico de la cuenca media del río Usumacinta en México	19
1.1.1 Localización geográfica de la cuenca media del río Usumacinta, 19 ; 1.1.2 Aspectos del medio físico, 19 ; Referencias, 33	
1.2 Colonización de la Selva Lacandona	35
1.2.1 Historia de la Selva: crónica de una agresión, 35 ; 1.2.2 Epílogo, 43	
1.3 Rasgos de la ocupación territorial en la Selva Lacandona y su entorno, desde una perspectiva demográfica	45
1.3.1 Visión general y área de estudio, 45 ; 1.3.2 Análisis demográfico de las localidades en el área de estudio, 49 ; 1.3.3 El contexto, 52 ; 1.3.4 Reflexiones finales, 57 ; Referencias, 59	
1.4 Deforestación en la región Selva Lacandona	61
1.4.1 Introducción, 61 ; 1.4.2 Metodología, 61 ; 1.4.3 La deforestación y sus causas en la región Selva Lacandona, 62 ; Referencias, 67	
1.5 Áreas naturales protegidas en la cuenca media del río Usumacinta	69
1.5.1 Historia, 69 ; 1.5.2 Operación, 73 ; 1.5.3 Amenazas, 74 ; Referencias, 75	
SECCIÓN 2	
Subcuenca del río Lacantún: medio físico y biodiversidad	76
2.1 Caracterización de la subcuenca del Lacantún	79
2.1.1 Región de Montes Azules, 79 ; 2.1.2 Región Marqués de Comillas, 81 ; Referencias, 83	
2.2 Caracterización geopedológica y calidad de sitio de una selva tropical	87
2.2.1 El ambiente biofísico en la subcuenca del Lacantún, 87 ; 2.2.2 Metodología, 87 ; 2.2.3 Resultados, 88 ; 2.2.4 El efecto de la calidad de sitio sobre las principales especies arbóreas, 92 ; 2.2.5 Conclusiones, 94 ; Referencias, 94	
2.3 La vegetación de la selva	97
2.3.1 Introducción, 97 ; 2.3.2 Metodología de muestreo, 98 ; 2.3.3 La selva en el río Tzendaes, 100 ; 2.3.4 La selva alrededor de la Estación Chajul, 103 ; 2.3.5 La vegetación tipo sabanoide, 106 ; 2.3.6 Análisis de agrupación, 107 ; 2.3.7 La selva inundable de Marqués de Comillas, 109 ; 2.3.8 Reflexiones finales, 111 ; Referencias, 113	
2.4 La vegetación riparia	115
2.4.1 Importancia de los ecosistemas ribereños, 115 ; 2.4.2 Caracterización de la vegetación, 118 ; 2.4.3 Composición y diversidad, 120 ; 2.4.4 Estructura, 120 ; 2.4.5 Estratificación vertical, 123 ; 2.4.6 Reflexiones finales, 125 ; Referencias, 126	
2.5 La ecología vegetal del dosel tropical: factores ambientales, organismos y procesos	129
2.5.1 Introducción, 129 ; 2.5.2 Grupos de organismos y procesos, 132 ; 2.5.3 La incesante carrera	

entre plantas y herbívoros, 137 ; 2.5.4 Las interacciones de tercer nivel: los depredadores, sus presas y el impacto sobre las plantas, 139 ; 2.5.5 Conclusiones, 141 ; Referencias, 141	
2.6 Mamíferos de la subcuenca del Lacantún	145
2.6.1 La mastofauna de la Selva Lacandona, 145 ; 2.6.2 Riqueza y composición de la mastofauna, 146 ; 2.6.3 Ocupación y abundancia, 151 ; 2.6.4 Efectos de la presencia humana, 154 ; 2.6.5 Conclusiones y recomendaciones, 158 ; Referencias, 158	
2.7 Aves de la subcuenca del Lacantún	161
2.7.1 Generalidades, 161 ; 2.7.2 Aves riparias, 161 ; 2.7.3 La guacamaya roja en México; conocimiento de la última población silvestre, 165 ; Referencias, 174	
2.8 Anfibios y reptiles de la subcuenca del Lacantún	177
2.8.1 Generalidades, 177 ; 2.8.2 Monitoreo de la comunidad de anfibios, 177 ; 2.8.3 El caso de <i>Dermatemys mawii</i> , 182 ; Referencias, 185	
2.9 La fauna de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) del río Lacantún	187
Referencias, 191	
2.10 Ecosistemas acuáticos	193
2.10.1 Introducción, 193 ; 2.10.2 Metodología, 194 ; 2.10.3 Resultados, 197 ; 2.10.4 Discusión, 202 ; 2.10.5 Conclusiones, 206 ; Referencias, 207	
SECCIÓN 3	
Marqués de Comillas: ocupación y transformación	208
3.1 Colonización e instituciones gubernamentales en el municipio Marqués de Comillas	211
Referencias, 217	
3.2 Características socioeconómicas del municipio Marqués de Comillas	219
3.2.1 Introducción, 219 ; 3.2.2 Indicadores sociales, 219 ; 3.2.3 Actividades productivas y uso de suelo, 227 ; 3.2.4 Reflexiones finales, 242 ; Referencias, 242	
SECCIÓN 4	
El deterioro	244
4.1 La deforestación de los ecosistemas naturales en Marqués de Comillas	247
4.1.1 Introducción, 247 ; 4.1.2 Deforestación y deterioro de la selva, 247 ; 4.1.3 Deterioro de los ecosistemas ribereños, 253 ; 4.1.4 Reflexiones finales, 256 ; Referencias, 257	
4.2 Calidad del agua en la subcuenca del río Lacantún	261
4.2.1 Introducción, 261 ; 4.2.2 Metodología, 263 ; 4.2.3 Resultados, 263 ; 4.2.4 Índice Simplificado de la Calidad del Agua, 267 ; 4.2.5 Contaminantes orgánicos, 270 ; 4.2.6 Reflexiones finales y recomendaciones, 271 ; Referencias, 273	
4.3 Calidad de los ecosistemas acuáticos en la subcuenca del río Lacantún	275
4.3.1 Introducción, 275 ; 4.3.2 La fragmentación de hábitat, 276 ; 4.3.3 Evaluación de la calidad de los ecosistemas acuáticos, 278 ; 4.3.4 Presencia de especies acuáticas no nativas e invasoras en ambientes degradados, 279 ; 4.3.5 Conclusiones, 288 ; Referencias, 288	
4.4 Actividades ilegales que amenazan a la flora y fauna silvestres: cacería, tala, pesca ilegal y tráfico de guacamaya roja	291
4.4.1 Introducción, 291 ; 4.4.2 Ilícitos en Marqués de Comillas, 292 ; 4.4.3 Instituciones que salvaguardan el capital natural del país, 301 ; 4.4.4 Consideraciones finales, 301 ; Referencias, 303	

SECCIÓN 5		
Cambio de rumbo		304
5.1 Contribución a la conservación de las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona		307
5.1.1 Introducción,	307;	
5.1.2 Las estaciones Chajul, Tzendales y Lacanjá,	307;	
5.1.3 Acciones de conservación,	308;	
5.1.4 Componente de uso público o uso recreativo y turístico en el marco del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules,	310;	
5.1.5 Áreas destinadas voluntariamente a la conservación en los ejidos de Marqués de Comillas,	312;	
5.1.6 Corredores biológicos,	312;	
5.1.7 Reflexiones finales,	312;	
Referencia,	313	
5.2 Pago por Servicios Ambientales		315
5.2.1 Introducción,	315;	
5.2.2. El PSA en Marqués de Comillas,	320;	
5.2.3 Reflexiones finales,	327;	
Referencias,	330	
5.3 Ecoturismo para la conservación		333
5.3.1 Introducción,	333;	
5.3.2 Conceptos, principios, elementos y requisitos de sustentabilidad del ecoturismo,	335;	
5.3.3 Actividades y sitios con potencial ecoturístico en Marqués de Comillas,	345;	
5.3.4 Reflexiones finales,	350;	
Referencias,	351	
5.4 Empresas ecoturísticas sociales que operan en Marqués de Comillas		353
5.4.1 Introducción,	353;	
5.4.2 Características comunes de las empresas ecoturísticas sociales,	353;	
5.4.3 Características específicas de cada empresa,	359;	
5.4.4 Debilidades, amenazas, oportunidades y retos de las empresas ecoturísticas,	371;	
Referencia,	373	
5.5 Historia y análisis de la UMA extensiva de mariposas La Casa del Morpho		375
5.5.1 Introducción,	375;	
5.5.2 Antecedentes,	376;	
5.5.3 La Casa del Morpho,	377;	
5.5.4 Reflexiones finales,	390;	
Referencias,	393	
5.6 Reconversión productiva		395
5.6.1 Introducción: alcances de los sistemas agroforestales en Chiapas,	395;	
5.6.2 Modelo de reconversión productiva,	396;	
5.6.3 Fases de implementación de la reconversión,	399;	
5.6.4 Líneas de reconversión productiva,	401;	
5.6.5 Componente de capacitación y extensionismo rural,	406;	
Referencia,	407	
5.7 Estrategias para el manejo sustentable de los ecosistemas acuáticos: ordenamiento pesquero, piscicultura y acuaponia		409
5.7.1 Introducción,	409;	
5.7.2 Ordenamiento pesquero,	409;	
5.7.3 La piscicultura: una opción de diversificación productiva, mejora alimentaria y protección de los ambientes acuáticos naturales,	415;	
5.7.4 La acuaponia: una técnica de producción hortícola asociada a la operación de unidades de producción piscícola,	423;	
Referencias,	427	
5.8 Restauración ecológica en Marqués de Comillas		429
5.8.1 Introducción,	429;	
5.8.2 El punto de partida,	429;	
5.8.3 Consolidación del proyecto de restauración,	432;	
5.8.4 Restauración de ecosistemas ribereños,	433;	
5.8.5 Restauración de claros antropogénicos,	441;	
5.8.6 Aspectos socioeconómicos e institucionales,	446;	
5.8.7 Reflexiones finales,	451;	
5.8.8 Conclusiones,	454;	
Referencias,	455	
5.9 Conservación y recuperación de la guacamaya roja		459
5.9.1 Introducción,	459;	
5.9.2 Antecedentes,	460;	
5.9.3 Acciones del Programa,	460;	
5.9.4 Reflexiones finales,	468;	
Referencias,	469	
5.10 Ordenamiento Comunitario del Territorio		471
5.10.1 Introducción,	471;	
5.10.2 Antecedentes,	472;	
5.10.3 Elaboración del OCT,	473;	
5.10.4 Resultados,	477;	
5.10.5 Reflexiones finales,	483;	
Referencias,	485	

5.11 Fortalecimiento de capacidades locales y educación ambiental como factor de cambio para la conservación de la selva en Marqués de Comillas	487
5.11.1 ¿De dónde partimos?, 487 ; 5.11.2 Fortalecimiento de las capacidades locales y regionales: de campesinos a empresarios, técnicos y profesionistas, 489 ; 5.11.3 Nuestra contribución: educación ambiental en Marqués de Comillas, 492 ; 5.11.4 Escenarios y alcances en contextos más amplios, 509 ; 5.11.5 Reflexiones finales, 510 ; Referencias, 513	
5.12 Hacia la gestión integrada: limitantes y avances	515
5.12.1 Antecedentes, 515 ; 5.12.2 Avances hacia la integración de políticas en Marqués de Comillas, 517 ; 5.12.3 Potencial de crecimiento y reproducción, 521 ; 5.12.4 Reflexiones finales, 523 ; Referencias, 523	

SECCIÓN 6

Hacia la conservación y el desarrollo sustentable **524**

6.1 Adaptación al cambio climático en ejidos de la Selva Lacandona: un enfoque “de abajo arriba”	527
6.1.1 Introducción, 527 ; 6.1.2 Vulnerabilidad de ejidos en Marqués de Comillas frente al cambio climático, 528 ; 6.1.3 Proyecciones del cambio climático para la región de la Selva Lacandona y emisiones de GEI en Chiapas, 530 ; 6.1.4. Percepción de ejidatarios de Marqués de Comillas sobre el cambio climático, 530 ; 6.1.5 Estrategias y políticas para la adaptación que pueden instrumentarse en ejidos de Marqués de Comillas, 532 ; 6.1.6 Conclusiones, 535 ; Referencias, 539	
6.2 La conectividad biológica y el desarrollo sustentable	543
6.2.1 Introducción, 543 ; 6.2.2 Conectividad en paisajes “modificados por el humano”, 544 ; 6.2.3 Una visión regional de la conectividad en Marqués de Comillas, 546 ; 6.2.4 Reflexiones finales, 550 ; Referencias, 552	
6.3 Conservación y desarrollo: obstáculos y oportunidades	555
6.3.1 Breve recuento de algunos logros, 555 ; 6.3.2 Construcción de un modelo de desarrollo rural sustentable, 557 ; 6.3.3 Elementos clave del modelo, 559 ; 6.3.4 Amenazas, 577 ; 6.3.5 Conclusiones, 579 ; Referencias, 580	

APÉNDICES

1. El medio físico de la cuenca media del río Usumacinta-México	582
2. Datos climáticos en la subcuenca del río Lacantún	613
3. Lista florística de la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules	622
4. Lista de especies de herpetofauna registradas en la zona	630
5. Lista de especies de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) del río Lacantún	633
6. Lista de especies de ictiofauna registradas en los sitios de muestreo	650
7. Fichas informativas de los ejidos de Marqués de Comillas con los que trabaja Natura y Ecosistemas Mexicanos	652
8. Formato general de los estatutos de las sociedades de producción rural constituidas en Marqués de Comillas para el manejo y operación de proyectos ecoturísticos	662
Agradecimientos	671
Siglas y acrónimos, y Créditos fotográficos	678
Índice de autores	681
Índice de recuadros	682
Índice de cuadros	684
Índice de figuras	686