

Viabilidad del socioecosistema forestal. Comunidad Santa Cruz Dexcaní El Alto, Estado de México

Viability of the forest socio-ecosystem. Community of Santa Cruz Dexcaní El Alto, State of Mexico

María Estela Orozco Hernández^{1*}
Gustavo Álvarez Arteaga¹

¹Facultad de Planeación Urbana y Regional, Centro de Investigación en Estudios Avanzados en Planeación Territorial, Universidad Autónoma del Estado de México

*Autor de correspondencia: eorozcoh61@hotmail.com, meorozcoh@uaemex.mx

Editor encargado: Dr. Alfonso González Damián

Recibido: 13 de marzo de 2025 - Aceptado: 02 de julio de 2025

Resumen

La investigación enmarca el dilema aprovechamiento, degradación y conservación de tierras forestales de uso común. El objetivo es analizar los factores que amenazan la estabilidad del Socioecosistema Forestal Santa Cruz Dexcaní El Alto. Utilizando un enfoque socioecológico y un diseño no experimental, aplicado a un estudio de caso, combina herramientas cualitativas y cuantitativas, información documental, cartográfica, estadística y de observación *in situ*. La recolección de datos se realizó mediante muestreos de biomasa y suelo, en una secuencia de niveles altitudinales: bosques conservados y reforestados, zonas erosionadas y agricultura de temporal. El contenido de carbono se determinó mediante ecuaciones alométricas y parámetros de calidad del suelo. El diálogo con autoridades, visitantes, adultos mayores, hijos de comuneros y residentes, abordó el estado del bosque, las prácticas de manejo, la organización social y pago por servicios ambientales. Los atributos de la propiedad comunal, la organización consuetudinaria, el patrimonio de uso común, la productividad de los reservorios de carbono, las relaciones y prácticas sociales y los factores amenazantes revelan la interacción estructural de sinergias multifactoriales, entrelazando intervenciones institucionales y sociales, expectativas económicas y cambios imprevistos. Los comportamientos cotidianos articulan relaciones de conflicto, negociación y decisiones excluyentes, opuestas a iniciativas de organización, innovación, diversificación y conservación. La invasión de tierras, la extracción de recursos forestales y la conversión a uso agrícola alteran la renovación natural de los bosques y los suelos, así como la disponibilidad de biomasa, nutrientes y carbono orgánico. Los entornos improductivos, la creciente presión humana y las amenazas ambientales obstaculizan la estabilidad a largo plazo. El análisis establece una línea base para estudios comparativos, en contextos situados, con variables y procedimientos replicables.

Palabras clave: Comunidad rural, Propiedad social, Uso común, Reservorios de carbono, Prácticas insostenibles

Abstract

The research addresses the dilemma of the use, degradation, and conservation of common-use forest lands. The objective is to analyze the factors that threaten the stability of the Santa Cruz Dexcaní El Alto Forest Socioecosystem. Using a socio-ecological approach and a non-experimental design, this study applies a case study approach that combines qualitative and quantitative tools, including documentary, cartographic, statistical, and in situ observation information. Data collection was conducted through biomass and soil sampling at a sequence of altitudes, including conserved and reforested forests, eroded areas, and rain-fed agriculture. Carbon content was determined using allometric equations and soil quality

parameters. The open dialogue with authorities, visitors, senior citizens, community members' children, and residents addressed the state of the forest, management practices, social organization, and payment for environmental services. The attributes of common property, customary organization, common-use heritage, carbon reservoir productivity, social relations and practices, and threatening factors reveal the structural interaction of multifactorial synergies, interweaving institutional and social interventions, economic expectations, and unforeseen changes. Everyday behaviors reveal relationships of conflict, negotiation, and exclusionary decisions, in contrast to initiatives of organization, innovation, diversification, and conservation. Land invasion, extraction of forest resources, and conversion to agricultural use disrupt the natural renewal of forests and soils, as well as the availability of biomass, nutrients, and organic carbon. Unproductive environments, increasing human pressure, and environmental threats hamper long-term stability. The analysis establishes a baseline for comparative studies, in situated contexts, with replicable variables and procedures.

Keywords: Rural community, Social property, Common use, Carbon reservoirs, Unsustainable practices

Introducción

La viabilidad combina posibilidades e imposibilidades, que favorecen o desfavorecen la estabilidad de las comunidades rurales. La tesis afirma que la permanencia de las comunidades rurales depende de la autoorganización y la adaptación. El objetivo es analizar los factores que amenazan la estabilidad del socioecosistema forestal Santa Cruz Dexcaní El Alto.

El enfoque socioecológico conforma el marco analítico de los sistemas complejos adaptativos ante las amenazas del entorno. El diseño no experimental aplicado a un estudio de caso establece correspondencia entre el contexto real, los procedimientos de recopilación de datos y los resultados.

El municipio de Jilotepec cuenta con dos comunidades agrarias: Coscomate del Progreso y Santa Cruz Dexcaní El Alto, ambas poseen terrenos forestales de uso común, la urbanización y la actividad turística de la primera, la ruralidad de la segunda y el interés de la asamblea de comuneros en unirse al programa de pago por servicios de carbono, definieron la elección de la comunidad de referencia. El análisis centra las conductas y las interacciones de los actores y los factores que amenazan la estabilidad socioecosistémica de referencia. Los componentes caracterizan la propiedad comunal, la organización social, los bienes de uso común, la productividad de los reservorios de carbono en la biomasa y los suelos. La ambigüedad de normas agrarias y ambientales condiciona las conductas de comuneros, vecindados, posesionarios, visitantes y forasteros. La organización consuetudinaria circunscrita por estructuras externas y un contexto particular de usos y costumbres, implementa acciones para optimizar los bienes comunes. El pago por servicios hidrológicos, la explotación comercial del bosque de encino y la prestación de servicios turísticos imponen contratos de adhesión y compromisos de conservación, que limitan los incentivos para la vigilancia, el monitoreo de los bosques de encino, la participación en compensaciones adicionales de conservación

y proyectos productivos. Las relaciones y prácticas de los agentes interactuantes, incumplimiento de normas formales e informales dan lugar a prácticas invasivas, muy alejadas de los objetivos comunitarios y públicos, desmonte, conversión de tierras forestales al uso agropecuario, superposición de zonas de conservación y aprovechamiento, propiciatorias de la degradación del sustrato biofísico y los servicios ecosistémicos.

Enfoque teórico

El enfoque socioecológico tiene referente en la integración de saberes y formas de trabajo que retroalimentan el estudio de las interacciones que se producen entre subsistemas sociales y ecológicos. El metaanálisis de la cuestión afirma que la investigación socioecológica conforma “nichos” de redes y grupos influyentes en métodos y formación de grupos emergentes (Gómez et al., 2021). Los temas globales ocupan un lugar destacado, entre otros, cambio climático, degradación de tierras, crisis hídrica, desastres naturales, biodiversidad, evaluación y monitoreo de servicios ecosistémicos, desplazamiento de población y vulnerabilidad hídrica, la modelación a través de indicadores cuantitativos es significativa. En América Latina y México los estudios utilizan indistintamente los conceptos sistema socioecológico y socioecosistema, abordan temas diversos, relativos a la gobernanza ambiental, protección comunitaria y servicios ambientales en áreas naturales protegidas, paisajes naturales, zonas urbanas, bosques templados, áreas de montaña (Morales et al, 2021, Delgado et al, 2020; Calderón, 2017, Álvarez y Grajales, 2022, Galicia et al., 2018; Villegas et al., 2016; Sarmiento et al., 2022), la diversidad de enfoques, objetivos y resultados afirma ausencia de metodologías unificadas. Los estudios, tanto globales como nacionales, regionales y locales, se encuentran en una fase multidisciplinaria, la fase interdisciplinaria está en ciernes. En general, la comprensión sistémica ha sido socializada como paradigma integrador de teorías, conocimientos y

formas de trabajo inherentes a disciplinas diversas, por lo tanto, el desarrollo teórico no es de interés notable. La comprensión sistémica tiene sustento en los conceptos fundacionales de los sistemas abiertos: estructura, jerarquía, frontera, interacción y transformación (Bertalanffy, 1989). La visión holística concilia términos de comunicación, compartición de teorías y procedimientos de investigación (Egner et al., 2008). La interdisciplina resignifica el sistema como una unidad analítica para explicar los cambios y transformaciones que ocurren en escalas distintas de tiempo y espacio. La ruta delinea la explicación de las interacciones, que se producen entre dominios sociales y ecológicos (Agrawl, 2001; Thiel et al., 2015). El énfasis en las transformaciones busca comprender cómo las interacciones causan reajustes no lineales (del Bosque & Aragón, 2008; Farhad, 2012), que alteran o mantienen la interconectividad de las estructuras naturales y sociales (Cerón et al., 2019). Los cambios relativos o absolutos producen reorganización, renovación o regresión hacia estados improductivos (Holling, 2001). La síntesis integradora se basa en estudios comparativos y modelos socioecológicos en una variedad de contextos, escalas espaciales y temporales, trabajo interdisciplinario respaldado por evidencias empíricas y marcos teóricos generales (Costanza et al., 2012). El marco general para el análisis de la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos, focaliza la autogestión comunitaria y propone cuatro subsistemas de primer nivel que se afectan entre sí: los recursos, las unidades de recursos, la gobernanza y los usuarios (Ostrom, 2009). El análisis socioecológico aplicado a los bienes de uso común, bienes de uso público y los servicios ecosistémicos, cobra sentido en un sistema de referencia, la indagación incorpora el contexto, la experiencia y los supuestos valorativos de las personas, el contenido de las políticas públicas, los modos en los que los individuos, las comunidades y las instituciones perciben, valoran, usan, conservan o afectan los ecosistemas naturales. Las interacciones definen la capacidad de adaptación, tendencias de transformación y permanencia en un territorio determinado (Salas et al., 2011; Farhad, 2012; Rathe, 2017). El enfoque adaptativo expone que las comunidades que dependen de un solo tipo de ecosistema, cuanto mayor sea la dependencia de recursos escasos, menor será la resiliencia. La adversidad y la resiliencia no son proporcionales, la primera aumenta exponencialmente, la segunda aumenta o disminuye de acuerdo con las habilidades de adaptación (Prieto, 2013). La adaptación como proceso de cambio integra creencias, valores, conocimiento acumulado, aprendizaje nuevo y habilidades para tomar ventaja de nuevas situaciones (Berkes et al., 2005; Balvanera et al., 2017). Los cambios socioculturales y productivos -creencias, valores, conocimiento acumulado y formas de trabajo aprendidas de generación en generación-, no ocurren al azar, sino en respuesta a oportunidades o limitaciones condicionadas por

modos de producción, tipos específicos de tecnología y medioambiente (Harris, 1983). El resultado positivo se produce cuando la comunidad logra mantener su viabilidad, en caso contrario, restricciones, perturbaciones y carencias aumentan la inestabilidad (De la Torre & Moreno, 2019). La propiedad de la tierra es clave para analizar las implicaciones sociales, económicas, ecológicas y políticas en el contexto situado de Santa Cruz Dexcaní El Alto. El uso comunitario caracteriza un tipo particular de autogobierno y modo de gestión de los recursos naturales. La organización consuetudinaria regida por usos y costumbres dirige los conflictos a través de acuerdos y decisiones (Colmenares, 2006). Las instituciones formales e informales enlazan el control político y económico mediante la distribución de los bienes y los males ambientales. Las instituciones públicas disocian las demandas de empleo, ingreso, derechos de propiedad y pago por servicios ambientales. Las instituciones comunitarias socializan la información o no la comparten, concentran las relaciones externas, distribuyen las tareas y los beneficios (Almeida et al., 2017; Galicia et al., 2018). Las experiencias caracterizan capacidades de adaptación distintas, las empresas comunitarias Scolel Té, Chiapas-Fondo Bioclimático, Mazunte y Ventanilla, Oaxaca, y Selva del Marinero, Veracruz, caracterizan redes de cooperación con instituciones educativas, compensaciones públicas, solidez de la propiedad, control de recursos disponibles, monitoreo de cambio de uso de suelo, solución de conflictos, asistencia técnica, certificadoras de calidad, proveedores y usuarios, diversificación de fuentes de ingreso, determinación de costos a partir de la demanda, contratos y pagos flexibles (Rosa et al., 2003; Mayrand & Paquin, 2004). Las comunidades Ixtlán de Juárez, Oaxaca; El Balcón, Guerrero, y San Juan Parangaricutiro, Michoacán, representativas del manejo colectivo de bosques templados, difieren de numerosas comunidades que poseen el usufructo de los bosques, adolecen de limitaciones para asumir reglas de orden, jerarquía, racionalidad y eficiencia impuestas por las compensaciones ambientales, apoyo insuficiente e inaccesibilidad de la tecnología, debilidad de la organización e invasión agropecuaria. La escasez de recursos y las reconveniones políticas y económicas inmovilizan las iniciativas productivas (Barton & Merino, 2004; Merino y Martínez, 2014). En la medida que decrece el rendimiento de las actividades agropecuarias, aumenta la sustracción de los recursos del bosque en correlación con la degradación de los ecosistemas, la migración familiar y comunitaria. La regulación federal concilia las discrepancias de los códigos agrario y ambiental, la Ley Agraria dispone organización de los procesos productivos y dota de autonomía para decidir el destino de los bienes de uso común (Ley Agraria, 2023). La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ordena equidad y disfrute a un medio ambiente sano, los ecosistemas se consideran *patrimonio común* de la

sociedad y de su equilibrio depende la vida y posibilidades productivas de la nación, el aprovechamiento debe asegurar la integridad ecosistémica (LGEEPA, 2023). La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental obliga minimizar o reparar los daños, los costos de afectación son exigibles por medio de actos jurídicos previstos en el artículo 17 constitucional (LFRA, 2021). La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable prescribe manejo sustentable de los bosques, manteniendo la evolución del ecosistema, sin degradación, ni pérdida de sus funciones. Evitar cambio de uso con fines agropecuarios, respetar la integridad y la capacidad de carga (LGDFS, 2022). El componente servicios ambientales y protección forestal destinado a personas físicas, ejidos y comunidades, otorga 1700 pesos por hectárea, promueve la concurrencia de recursos económicos y operativos que fomenten prácticas de buen manejo y beneficios para los pobladores con títulos de propiedad, que contribuyan en la mitigación y adaptación a los efectos climáticos. El Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, registra 138 695 229 hectáreas y recursos fiscales por 1139.03 millones de pesos. El área representa 5.54 % de la superficie total nacional, atendida por mecanismos voluntarios, de cuasimercado y manejo forestal sustentable. Las acciones condensan pago de jornales para brigadas contra incendios y sanidad vegetal; becas para estudiantes; menos la transferencia de tecnología. La verificación de las coberturas forestales por medio de datos satelitales no tiene la misma desagregación, que datos utilizados para asignar los apoyos (SEMARNAT, 2021, GESPROC, 2023).

Métodos y materiales

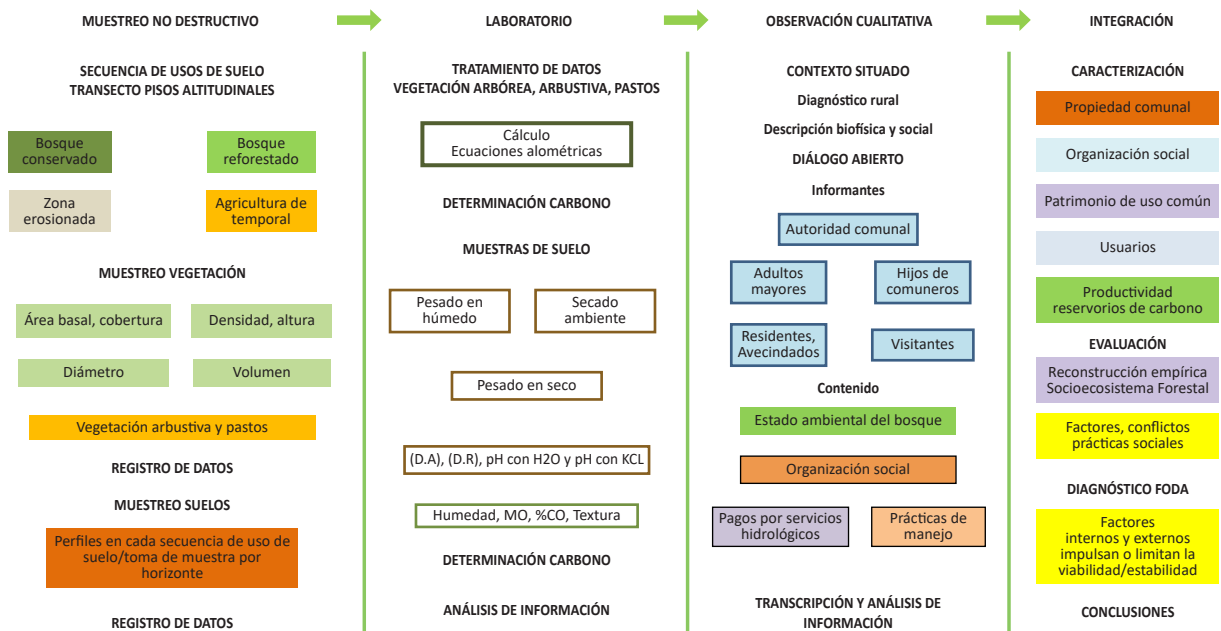
La interrogante es: ¿qué factores amenazan la estabilidad del socioecosistema forestal Santa Cruz Dexcaní El Alto? El diseño no experimental, aplicado a un estudio de caso, combina herramientas cualitativas y cuantitativas, información documental, cartográfica, estadística y de observación *in situ*. El estudio de caso es una estrategia de investigación apropiada para caracterizar fenómenos complejos de la vida real; el contexto, la experiencia de los actores, las evidencia cualitativas y cuantitativas retroalimentan el conocimiento interdisciplinar (Jiménez, 2012). Los objetivos particulares susciben caracterizar los componentes sociales y ecosistémicos: propiedad comunal y la organización social, patrimonio de uso común y la productividad de los reservorios de carbono en la biomasa y los suelos, valorar el nivel de consolidación de la organización consuetudinaria, las relaciones y prácticas sociales y los factores que impulsan o limitan la estabilidad del socioecosistema de referencia.

El trabajo de campo realizado entre 2021 y 2022 consideró inicialmente un muestreo paramétrico para

recopilar la información de los actores sociales, la autoridad en funciones dio acceso al bosque, no hubo acuerdo sobre la participación en la asamblea de comuneros, este inconveniente se solventó utilizando herramientas cualitativas flexibles. El muestreo de biomasa y suelos se llevó a cabo mediante un diseño no destructivo, consta de transectos y cuadrantes, en una superficie de 2.5 hectáreas se colectó material edáfico, arbóreo, herbáceo, arbustivo y orgánico en descomposición en bosque conservado, bosque reforestado, agricultura de temporal y una zona erosionada (Jaramillo, et al., 2003; Álvarez et al., 2013); las mediciones comprenden cobertura, área basal, densidad, altura, diámetro y volumen; en cada sitio se abrió un perfil y colectaron muestras de suelo en cada horizonte edáfico. En el laboratorio universitario los datos de las coberturas de vegetación se procesaron a través de ecuaciones alométricas para determinar el contenido de carbono en la biomasa. Las muestras de suelo pesadas en húmedo, secadas a temperatura ambiente, pesadas en seco, determinación de la densidad aparente, densidad real, potencial de hidrógeno (agua y cloruro de potasio), medición de humedad, materia orgánica y determinación del porcentaje de carbono orgánico (**Figura 1**).

La información cualitativa se obtuvo de la observación *in situ*, observación de las conductas de los pobladores y diálogo libre de acuerdo con la disposición de los informantes, entre ellos, el representante comunal, comuneros de edad avanzada, hijos de comuneros, visitantes y residentes. Los temas versaron sobre el estado ambiental del bosque, las prácticas de aprovechamiento y conservación, pago por servicios hidrológicos y la organización social. Las conversaciones en libertad de opinión permitieron identificar las motivaciones y los conflictos para entender el papel de las expectativas socioeconómicas y las prácticas de aprovechamiento, que alteran el orden natural del ecosistema forestal. Posteriormente, la información fue transcrita y ordenada para su análisis. El nivel de consolidación de la organización consuetudinaria se determinó a través de datos de campo y una lista de chequeo, organizada de acuerdo con 10 principios que definen las instituciones comunitarias fuertes (Ostrom, 1999), la escala de valoración 3, 2, 1, definen categorías alto medio y bajo. La evaluación de las relaciones, los conflictos, prácticas sociales y los factores que impulsan o limitan la estabilidad del socioecosistema de referencia se realizó con datos de campo, mediante la reconstrucción cualitativa del socioecosistema local y un diagnóstico estratégico FODA, el cual consta de 12 factores internos -fortalezas y debilidades- y 12 factores externos -amenazas y oportunidades-. La información se organizó en matrices de cribado, a cada factor se le asignó un valor de peso en un rango de 0 a 1 y valor de importancia de 1 a 4. El valor ponderado de cada conjunto se multiplicó por el peso y el valor de importancia (Ponce, 2007, Orozco et al., 2014).

Figura 1. Ruta metodológica

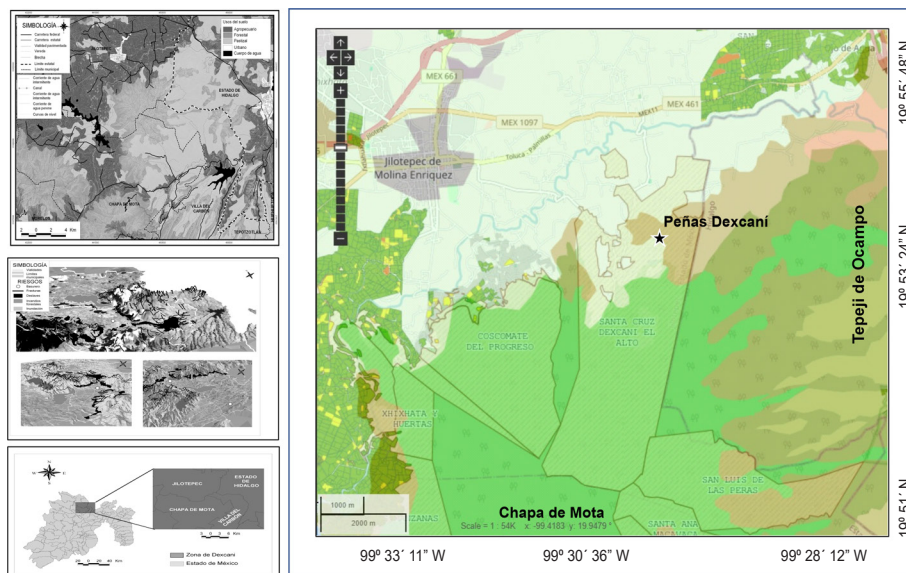


Descripción del área de estudio

El municipio de Jilotepec se localiza al noroeste del Estado de México, las tierras ejidales cubren 80 % y las comunales 20 % (INEGI, 2009). El ejido reconoce un núcleo de población que posee el usufructo de tierras, bosques y aguas, la comunidad conforma un grupo de habitantes que

comparte usos y costumbres, tierras, bosques y aguas. La propiedad de uso común tiene protección especial, no pierde vigencia, no es objeto de fraccionamiento, venta o embargo, salvo se aporte a sociedades civiles o mercantiles (Ley Agraria, 2023, art. 99 y 100) (Figura 2).

Figura 2. Localización y usos de suelo



Fuente: imágenes Google, 2024. RAN, 2024

El entorno de Santa Cruz Dexcaní El Alto describe un gradiente altitudinal entre 2540 y 2740 m.s.n.m, clima templado subhúmedo (Cw 2), temperatura y lluvia promedio, 14 °C y 750-800 mm anuales. La configuración morfoestructural comprende edificios volcánicos, derrames lávicos, depósitos de andesita y sedimentos coluviales, la pendiente incrementa la susceptibilidad a los deslaves. Las fallas y fracturas indican actividad sísmica y permeabilidad alta, los suelos andosol y feozem, uno formado de cenizas volcánicas y otro por depósitos clásticos y aluviales, sustentan la cubierta de bosque de encino y de uso agropecuario. La presión antrópica observa depósitos de basura a cielo abierto, extracción de material pétreo, formación de cárcavas y suelos con erosión severa. En la planicie la comunidad Dexcaní Bajo desarrolla agricultura de temporal y agricultura de punta de riego alrededor de pequeños bordos de agua, los productores utilizan fertilizantes químicos y orgánicos, semillas nativas o mejoradas, el destino del maíz es venta y autoconsumo. En áreas de pastizal inducido se pastorea ganado bobino, destinado a la producción de leche para consumo y venta.

Resultados

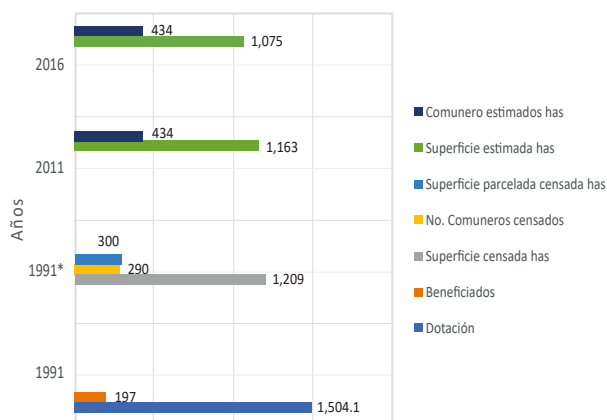
Este apartado caracteriza los atributos materiales e inmateriales de la comunidad Santa Cruz Dexcaní El Alto, la propiedad comunal, la organización social, el patrimonio de uso común y la productividad de los reservorios de carbono.

Propiedad comunal y organización social

Santa Cruz Dexcaní El Alto cuenta con 417 habitantes, 47 % comuneros con derecho de uso común, 118 viviendas habitadas, el 99 % con piso de tierra, escolaridad promedio secundaria, la tasa de desocupación respecto a la población económicamente activa es de 4 % (INEGI, 2020). Los informantes reconocen carencia de fuentes de trabajo, ingresos limitados, drenaje a cielo abierto y abastecimiento irregular de agua para consumo. El ayuntamiento municipal refiere a Dexcaní El Alto como pueblo, donde 9 % de las viviendas cuenta con servicio de agua potable, El Huizache tercera Manzana Dexcaní Alto, 26 %. En el municipio la tasa promedio de servicio de drenaje, igual o superior a 50 %, población en pobreza por ingresos cerca de 50 % (Ayto. municipal, 2022, pp. 78, 79). La propiedad de uso común en Dexcaní El Alto tiene origen en acciones de restitución, regularización y certificación de tierras de posesión anterior imprecisa (GEM, 1969). La resolución federal del 21 de octubre de 1991 otorgó 1 504. 075 hectáreas a favor de 197 comuneros (RAN, 2020). La normatividad agraria define la condición individual de cada comunero, la asamblea general designa una hectárea para actividades que satisfagan necesidades básicas, cada comunero puede ceder fracciones de su predio a familiares o vecindados, cuando no existe litigio es legítima la cesión de

hecho, los vecindados reconocidos por asamblea o tribunal agrario sin derecho a voto, solo expresan su opinión sobre el equipamiento (Figura 3).

Figura 3. Propiedad comunal, Santa Cruz Dexcaní El Alto



Fuente: INEGI, 1991*, RAN, 2020, **Información oral

El plano de la propiedad comunal indica descenso mínimo de la superficie con respecto a la dotación original (1.6 %) y 197 comuneros, la comunicación oral informa descenso de la superficie en una proporción de 29 % e incremento de los comuneros 52 %. La incorporación de poseionarios y vecindados por cesiones de hecho, incrementa el número de usuarios, la situación permanece hasta que la autoridad comunal regularice los derechos ante el Registro Agrario Nacional. Los principios de las instituciones comunitarias fuertes describen la delimitación de la propiedad, protección de recursos de uso común, cumplimiento de acuerdos y decisiones, supervisión, sanciones graduales, solución de conflictos y autodeterminación de la organización (Ostrom, 1999). La valoración del caso de estudio indica un nivel de medio a bajo, cubre 48 % de los criterios; la asamblea de comuneros tiene facultades para transmitir el dominio, asociarse con terceros o ceder temporalmente el aprovechamiento, dos veces al mes socializa problemas, resuelve los conflictos internos y negocia con los funcionarios públicos, los acuerdos y las decisiones dependen de la asistencia mínima requerida (50 % + 1) (Tabla 1).

El Comisariado de Bienes Comunales elegido cada 3 años por votación, dirige los conflictos de acuerdo con usos y costumbres, la supervisión del bosque recae en el consejo de vigilancia (titular y suplente), la imprecisión de los límites incentiva libre acceso de poseionarios, vecindados y pobladores de la tercera manzana El Huizache. Las reglas consuetudinarias consignan el uso

Tabla 1. Principios comunitarios de larga duración

Principios	Descripción	Santa Cruz Dexcaní El Alto		
		Alto	Medio	Bajo
Límites definidos	1. Límites de los recursos comunes	2		
	2. Número de individuos u hogares con derecho a retirar recursos	3		
Congruencia de las reglas	3. La distribución o apropiación de unidades de recursos forestales es proporcional a las normas de provisión	1		
	4. Regulan el tiempo, el lugar, la tecnología utilizada y la cantidad de recursos	1		
Acuerdos colectivos	5. Comprensión de los problemas comunes	2		
	6. La mayor parte de las personas afectadas por las reglas operativas participan para modificarlas	1		
Supervisión	7. Monitoreo, disponibilidad de recursos y comportamiento de usuarios	1		
Sanciones graduales	8. Los usuarios que no observan las reglas de aprovechamiento, reciben sanciones de otros usuarios o funcionarios	1		
Mecanismos de resolución de conflictos	9. Cuenta con mecanismos locales para resolver conflictos entre usuarios y funcionarios	2		
Derecho de organización	10. La organización y reglas propias no se cuestionan por autoridades y usuarios externos	2		
Subtotal	10	3	8	5
Valoración	10 * 3 = 30 (100 %)	16/48 %		

común de los recursos forestales, ante la violación no ejercen sanciones, persiste la extracción furtiva, no se tiene control sobre los sitios y cantidad de los recursos extraídos. Las disposiciones federales circunscritas a procedimientos legales, administrativos, técnicos e intervenciones selectivas instruyen responsabilidades de conservación, tratan como hechos consumados la extracción y cambio de uso de suelo bajo la responsabilidad de los comuneros.

Patrimonio de uso común

La estructura paisajística destaca el macizo Dexcaní El Alto, presenta pendiente pronunciada, suelos con textura media, poca profundidad, buen drenaje, pedregosos e

inestables. La cubierta forestal conforma bosque de *Quercus* (Rzedowski, 1983), las especies dominantes *Quercus rugosa*, *Q. laurina* y *Q. mexicana*, intercaladas con especies autóctonas e introducidas, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus teocote*, *Arbutus xalapensis* y *Cupressus lusitanica*. El bosque cuenta con estrato arbóreo y herbáceo definido, altura de los árboles entre 15 y 25 metros y cobertura de copa < 60 %; el estrato arbustivo presenta perturbación. Los comuneros no tienen capacidad numérica y económica para vigilar el bosque, la costumbre normaliza extracción de madera, leña, musgo, plantas, tierra y pastoreo de especies menores. La degradación selectiva del bosque y los suelos merma las funciones de infiltración de agua, reciclaje de nutrientes y captura de carbono. La superficie forestal sin pago ambiental es objeto de quemas periódicas, apertura de tierras de cultivo y expansión de asentamientos humanos. La inaplicabilidad de sanciones ocasiona que propios y extraños se beneficien del bosque. En 2005 la organización comunal incorporó 500 hectáreas a pago por servicios hidrológicos, recibiendo 1500 pesos/hectárea. En 2017, la protectora de bosques estatal (PROBOSQUE) autorizó la unidad de aprovechamiento de encino; la superficie explotable durante 10 años consta de 372 hectáreas y un volumen de 4464 metros cúbicos al año. El plan de manejo establece 10 áreas de corta que permitirían recuperar el volumen extraído. Los comuneros comprometieron evitar cambio de uso de suelo, tala ilegal, reforestación, restauración de áreas degradadas, prevención de incendios y limpia de monte. A la fecha los pagos condicionados establecen acciones de control de erosión, reforestación, brechas cortafuego y poda de árboles (SMAEM, 2020). El parque comunal “Las Peñas Dexcaní”, caracteriza afloramientos rocosos, cubierta de bosque, el equipamiento consta de cuatro cabañas, zona para acampar y andadores. Los usuarios se transportan en vehículo particular, pagan una cuota menor a 1 dólar, llevan equipo, practican ciclismo de montaña, escalada y rapel, el flujo estima 1034 personas al año y derrama de 15 510 pesos MN. La fragilidad del lugar remite al aislamiento de la cabecera municipal de Jilotepec, entrada principal al parque comunal, debida a la construcción de un libramiento de retorno en favor del Bioparque Estrella; la crisis caracteriza disminución de visitantes y derrama económica. El movimiento Salvemos las Peñas Dexcaní para disfrute de todos, ignora la responsabilidad y la participación en las tareas de conservación.

Productividad reservorios de carbono

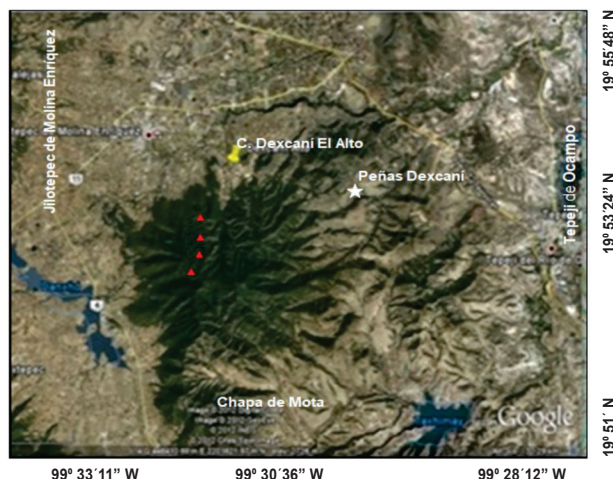
Los componentes biofísicos y ecológicos constituyen la base de los servicios ecosistémicos. Las fluctuaciones hacen costoso cuantificar los servicios de regulación, el monitoreo se realiza a través de la verificación de las coberturas forestales, los estudios de sitio son escasos. La productividad de los reservorios de carbono depende de las condiciones biofísicas, biológicas y la gestión de cada sitio:

la pendiente del terreno, el material de origen del suelo, las especies y la mezcla de vegetación. La calidad del bosque conservado; bosque reforestado, agricultura de temporal y zona erosionada difiere de acuerdo con la profundidad del suelo, la presencia de raíces, materia orgánica y carbono total (Bautista et al., 2004). El suelo de bosque conservado presenta valores bajos de densidad aparente, la capa superficial 0.75 g/cm³ (gramos por centímetro cúbico) identifica un suelo oscuro poroso con alto contenido de materia orgánica. El suelo de bosque reforestado presenta reducción del horizonte superficial, el sitio degradado tiene elevada densidad aparente en el horizonte superficial (1.01 g/cm³), el sitio de agricultura de temporal muestra pérdida considerable de carbono edáfico. El carbono edáfico total decreciente en relación directa con los cambios de uso forestal a uso agropecuario. Los árboles con diámetro > 30 cm expresan mayor producción y acumulación de biomasa (y carbono). El diámetro de 3 a 10 cm comprende 50 % y 64 % de la densidad total, la contribución de la zona erosionada en el área basal total mínima (5-7 %) (Figura 4).

Los almacenes de carbono presentan un coeficiente de variación superior al 50 %, el bosque conservado registra 229.8 megagramos de carbono por hectárea (Mg C ha⁻¹), el reforestado 117.57 Mg C ha⁻¹, los sitios de agricultura de temporal y zona erosionada, 48.8 y 19.5 Mg C ha⁻¹. La remoción de la cubierta arbórea y hojarasca alteran las propiedades y funciones del suelo, representa una pérdida de 6 % de la biomasa total, la escasa presencia de árboles muertos en pie se debe a la recolección de leña. El carbono en la biomasa aérea de bosque conservado estima 129 Mg C ha⁻¹ y bosque reforestado 163 Mg C ha⁻¹; la mayor productividad se debe a la introducción de especies arbóreas de crecimiento rápido, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus pátula*, *Cupressus lusitanica* y densidad de árboles con 30 y más cm de diámetro. El carbono en la biomasa herbácea – arbustiva 0.14 y 0.78 Mg C ha⁻¹, constituye menos de 1 % de la biomasa aérea total (BAT) (Tabla 2).

El material en descomposición de bosque reforestado 13.05 Mg C ha⁻¹ y bosque conservado 6.64 Mg C ha⁻¹. El almacén en las raíces de bosque reforestado 40.73 Mg C ha⁻¹, bosque conservado 32.3 Mg C ha⁻¹ y zona erosionada 2.08 Mg C ha⁻¹ (Guerra et al., 2005). El carbono total (biomasa + suelo) indica que el bosque conservado contiene 398.2 Mg C ha⁻¹, sobresale la proporción de carbono edáfico, que aquel acumulado en la biomasa (Brown, 2002). El bosque reforestado con 334.2 Mg C ha⁻¹ muestra mayor contenido de carbono en la biomasa, que en el suelo. La relación explica eliminación de la capa superficial del suelo y plantación de especies con mayor crecimiento y producción de hojarasca. El sitio agrícola y área erosionada, 51.4 y 35,8 Mg C ha⁻¹. El carbono total confirma el potencial del bosque conservado y reforestado, degradación de suelo agrícola y zonas erosionadas.

Figura 4. Transecto secuencia de usos de suelo



Fuente: adaptada de Google Earth, 2020

Tabla 2. Coeficiente de variación almacenes de carbono orgánico, Dexcani El Alto

Piso	Biomasa arbórea (4),(5)	Herbáceas Arbustivas (5)	Mantillo (5)	Raíces	Total
Mg C ha⁻¹					
	(1) 129.30	0.14	6.64	32.33	168.41
Bosque (BC)	(2) 36.21	0.12	1.96		
Conservado (%)	(3) 28	86	30		
Bosque (BR)	162.90	0.20	13.05	40.725	216.88
Reforestado	47.23	0.14	6.15		
	29 %	70 %	47 %		
Agricultura de (AT)	-----	0.78	1.84	-----	2.62
Temporal		0.37	1.49		
		47 %	81 %		
Erosionado (ZE)	12.32	ND	0.94	3.08	16.34
c/Eucalipto			0.77		
			82 %		

(1) Media, (2) Desviación estándar, (3) Coeficiente de variación

(4) Incluye árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) < 60 cm

(5) Se establece como factor de conversión a C = .45

(6) Factor de expansión = 0.25

Elaboración, 2023

acceso, la exclusión, la enajenación de tierras y los servicios ecosistémicos como bienes públicos. Los efectos agrarios tratan de mitigarse con medidas de certificación sostenible de las cubiertas del suelo. Las estrategias de conservación basadas en la protección de espacios naturales concebidos como unidades espaciales y funcionalmente independientes no toman en cuenta los flujos ecológicos y sociales que tienen lugar en el territorio (Gurrutxaga et al., 2008) (Figuras 6 y 7).

Las normas ambientales se introducen a través de pago por servicios hidrológicos, las compensaciones no

son óptimas en todas las circunstancias, los pagos logran equidad en la distribución, en el mediano plazo incrementan los costos de transacción y disminuyen su eficacia (ONU, 2004). Las fortalezas caracterizan los activos de bosque, afloramientos rocosos, pendientes escarpadas, escurrimientos superficiales y manantiales, indivisibilidad jurídica de la tierra de uso común y acuerdos de asamblea. Las debilidades expresan la virtualidad de los límites y la magnitud de la superficie forestal, aunado a la incapacidad numérica para vigilar el bosque, el pago por servicios hidrológicos no cubre

Figura 6. Fortalezas y Debilidades

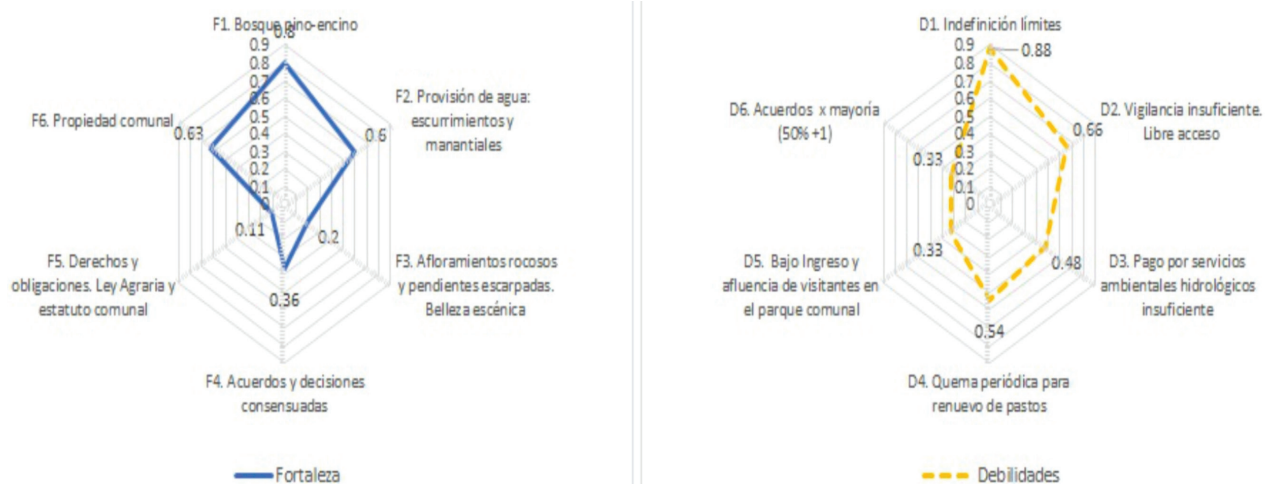
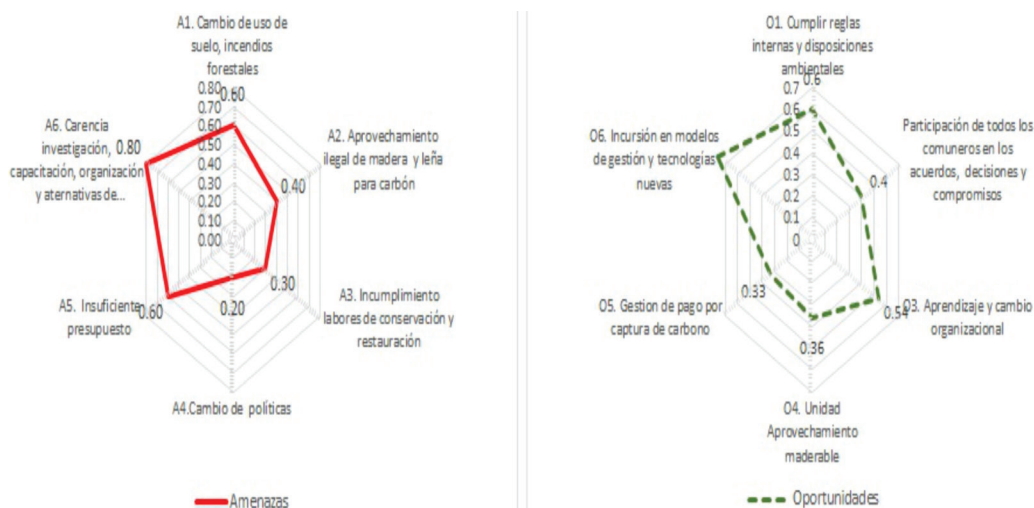


Figura 7. Amenazas y Oportunidades



Elaboración, 2024

toda la superficie forestal, la mitad no cuenta con trabajos de conservación. Un bosque resiliente describe fases que se repiten secuencialmente: explotación (establecimiento de especies pioneras), conservación (consolidación de nutrientes y biomasa), liberación (carbono disponible, emisión de energía y nutrientes), la reorganización fija los nutrientes liberados a medida que comience un nuevo ciclo de renovación (Berkes et al, 2003). El bosque intervenido migra a estados menos productivos (vegetación secundaria, pastizales y zonas erosionadas). La deforestación genera impactos negativos en la biodiversidad y en los regímenes de humedad (Balvanera, 2012). Los acuerdos y decisiones se toman por mayoría, los comuneros que no participan hacen valer su derecho a los beneficios. Las amenazas identifican presupuesto insuficiente, tala ilegal, producción de carbón, cambio de uso de suelo, incumplimiento de labores de conservación, ajuste de las políticas y reglas de operación, e inaccesibilidad al incremento de las compensaciones ambientales. Las reglas de operación ubican la categoría de bosques naturales o reforestaciones con cobertura mínima de 50 % y máxima de 100 %, corresponde a 1000 árboles por hectárea, superficie mínima 20 hectáreas y máxima 300 hectáreas. El muestreo de la cobertura arbórea expresa densidad en el área reforestada de 612 árboles por hectárea y crecimiento bajo, el diámetro de 3 a 10 cm comprende, respectivamente, 50 % y 64 % de la densidad total. La producción de madera, leña y carbón alerta desconocimiento del mercado de materias primas. El programa pago por captura de carbono estatal (Procarbono), establece elegibilidad hasta 200 hectáreas y estímulo de 1500 pesos por hectárea, parte debe utilizarse para elaborar el inventario de carbono cada 2 años (GEM, 2023). El programa 2017 y 2023 constata que la comunidad Santa Cruz Dexcaní El Alto no ha sido beneficiada (Probosque, 2023). Si bien se coincide en que la diversidad de especies, como de prácticas de gestión (Costanza et al., 2012), la participación y las decisiones colectivas aumentan la resiliencia (Urquiza & Cadenas, 2015). Las oportunidades son tautologías del discurso oficial: autogestión mediante la participación de los comuneros en acuerdos y decisiones, capacitación, aprendizaje y cambio organizacional, incursión en modelos de gestión y tecnologías novedosas y diversificación de actividades productivas. Las políticas ignoran las diferencias sociales intracomunitarias, no toman en cuenta particularidades ecológicas y socioculturales (Almeida et al., 2017). Los arreglos institucionales verticales desalientan los dispositivos horizontales, ignorando la vida cotidiana (Linck, 1999, Ostrom, 2000). La vida cotidiana involucra intereses, necesidades y conflictos que movilizan o inmovilizan los esfuerzos para superar limitaciones internas y amenazas externas (Uribe, 2014). Las relaciones de confrontación, complementariedad o colaboración influyen en las conductas de los actores, para mantener la continuidad, afrontar o agudizar la crisis (Martínez, 2006).

Conclusiones

La estabilidad del socioecosistema forestal Santa Cruz Dexcaní El Alto no es unívoca, la no linealidad de fuerzas internas (fortalezas y debilidades) y las externas (amenazas y oportunidades) aumenta la incertidumbre y reduce las alternativas de adaptación. Las sinergias convergentes y divergentes generan un polimorfismo adaptativo de estados temporales, que evolucionan o involucionan de acuerdo con las conductas de los agentes interactuantes. Las restricciones agrarias y ambientales translocan el principio de equidad, al de conflicto entre las prácticas de aprovechamiento, conservación y los daños ecológicos. El acoplamiento estructural devela antagonismos institucionales, individuales y colectivos, grupos sociales con derecho y sin derecho, libre acceso, transgresión de la propiedad, sustracción de recursos forestales. La intensidad agraria confronta las estrategias productivas y de conservación, excluye los conflictos por cesión de derechos de usufructo: compraventa, transferencia de dominio, sobreposición de zonas de conservación y aprovechamiento. Las compensaciones condicionadas por reglas de operación y compromisos impuestos transfieren los costos sociales a los comuneros, el incumplimiento de normas formales e informales produce externalidades negativas que amenazan la estabilidad en el mediano plazo. La incertidumbre económica ralentiza los cambios organizacionales relativos a la concienciación sobre los efectos de las prácticas insustentables y reemplazamiento por prácticas informadas, los acuerdos sobre responsabilidades comunes, participación de todos los comuneros en actividades de protección y vigilancia, y la distribución de los beneficios bajo principios de equidad e inclusión. Las capacidades adaptativas congregan iniciativas fundadas en la experiencia y la búsqueda de beneficios económicos, en poco más de una década, la organización consuetudinaria ha logrado pago por servicios hidrológicos, servicios recreativos y explotación de la madera de encino. La permanencia de largo plazo demanda extensas negociaciones, capacitación y habilitación sobre prácticas de buen manejo, gestión de proyectos de inversión y de protección ambiental, difusión por medios analógicos y digitales, vinculación con instancias públicas, empresas del Parque Industrial Jilotepec y centros educativos, así como acompañamiento en tareas de reforestación, restauración, monitoreo y regulación de usos permitidos, remoción ordenada de árboles muertos y enfermos, rehabilitación de áreas erosionadas con especies de alta productividad de hojarasca y restitución de áreas de corta con especies de rápido crecimiento. El análisis establece una línea base para comparar socioecosistemas comunitarios en función del contexto, los límites, las interacciones, el tipo de propiedad, la organización social, el uso de la tierra, las prácticas de manejo, la productividad del ecosistema y las aptitudes de autodesarrollo.

Referencias

- Agrawal, A. (2001). Common Property Institutions and Sustainable Governance of Resources. *World Development*, 29, 1649-1672. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X01000638>
- Almeida, L., Revollo, D., Caro, A., Ruíz, I., Corbera, E., Mazari, M., et al. (2017). Not the same for everyone: Community views of Mexico's payment for environmental services programmes. *Environmental Conservation*, 44(3), 201-211. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000564>
- Álvarez, G., García, N., Krasilnikov, P., y García, F. (2013). Almacenes de carbono en bosques montanos de niebla de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Agrociencia*, 47(2), 171-180. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000200006
- Álvarez, J. A., & Grajales, O. (2022). Sistemas socioecológicos, Resiliencia comunitaria y protección civil: una revisión. *RIDE. Revista Iberoamericana para la investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25):e068,1-21. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1263>
- Ayuntamiento constitucional de Jilotepec. (2022). *Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024*. Jilotepec, Estado de México.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2):136-147. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F., y Zermeño, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:141-149. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Barton, B. D., Merino, L. (2004). *La experiencia de las comunidades forestales en México. Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C., Fundación Ford. <https://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/4939/1/la%20experiencia%20en%20las%20comunidades%20forestales%20en%20Mexico.pdf>
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572>
- Berkes, F. y Turner, N. (2005). Conocimiento, aprendizaje y la flexibilidad de los sistemas socioecológicos. *Gaceta Ecológica*, (77):5-17. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907701.pdf>
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems. Building Resilience for complexity and Change*. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Bertalanffy, L. V. (1989). *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- del Bosque, A.E., & Aragón, L. E. (2008). Nivel de Adaptación en Adolescentes Mexicanos. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 42(2), 287-297. <https://www.redalyc.org/pdf/284/28442210.pdf>
- Brown, S. (2002). Measuring carbon in forests: current, status and future challenges. *Environmental Pollution*, (116):363-372. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00212-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00212-3)
- Calderón, R. (2017). *Los Sistemas Socioecológicos y su Resiliencia: Casos de Estudio*. Universidad Autónoma Metropolitana, Gedisa editorial, S.A. Ciudad de México. México.
- Cerón, V. A., Fernández, G., Figueroa, A., y Restrepo, I. (2019). El enfoque de sistemas socioecológicos en las ciencias ambientales. *Investigación & Desarrollo*, 27(2):85-109. <https://doi.org/10.14482/indes.27.2.301>
- Colmenares, R. (2006). El Derecho Consuetudinario Indígena en Centro y Sur América: El caso Venezuela. *Frónesis*, 13(3):56-99. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-62682006000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Costanza, R., Van der, S., Hibbard, K., Aulenbach, S., Brewer, S., Burek, M., et al. (2012). Developing and Integrated History and future of People on Earth (IHOPE). *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1), 106-114. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.01.010>
- De La Torre-Valdez, H. C., Moreno-Vázquez, J. L. (2019). Resiliencia del Sistema Socio-ecológico en la región subcuena baja Río Sonora. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53):2-36. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.698>
- Delgado, L., Ferreiro, O., Muñoz-Barriga, A., Marín, V. (2020). *Sistemas Socioecológicos de América Latina: complejidades y desafíos*. Springer, https://www.researchgate.net/publication/347002935_Presentacion_de_libro_Sistemas_socioecologicos_de_America_Latina_complejidades_y_desafios
- Egner, H., Ratter, M.W. und Dikau, R. (2008). *Umwelt als System – System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand*. oekom München. https://www.researchgate.net/publication/249970528_Umwelt_als_System_-_System_als_Umwelt_Systemtheorien_auf_dem_Prufstand/lnk/56c839d008ae96cdd069dcf6/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnNOUGFnZSI6InBaW9uIn19
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. (2021). Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 18 de abril de 2013. México. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/ambfed.php#gsc.tab=0>
- Ley Agraria. (2023) (2024). Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 26 de febrero de 1992. México. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/ambfed.php#gsc.tab=0>
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2016). Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988. México. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/ambfed.php#gsc.tab=0>
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (2022). Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 25 de febrero de 2003. México. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/ambfed.php#gsc.tab=0>
- Farhad, S. (2012). *Los sistemas socio-ecológicos. Una aproximación conceptual y metodológica*. XIII Jornadas de Economía Crítica. Los costes de la crisis y alternativas en construcción, Sevilla: España, febrero de 2012, 265-280. https://www.researchgate.net/publication/304115271_Los_sistemas_socio-ecologicos_Una_aproximacion_conceptual_y_metodologica
- Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L., Solís, L. E., et al. (2018). Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>
- Gestión Estratégica (GESPROC). (2023). *Evaluación de Consistencia y Resultados 2022-2023. Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México: Gestión

- Estratégica. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/851933/MOCyR_InformeFinal_S219_16.pdf
- Gobierno del Estado de México (GEM). (2023). *Acuerdo por el que se emiten las modificaciones a las reglas de operación del Programa Procarbono del Estado de México*. Comisión Estatal de Mejora Regulatoria. Toluca, México, <https://cemer.edomex.gob.mx/node/1099>
- Gobierno del Estado de México (GEM). (1969). *Dotación de Tierras Ejidales Comprendidas de 1919 a 1968*. Toluca, México: Dirección de Agricultura y Ganadería, p. 180.
- Gómez, F., Perevochtchikov, M., Ezzine-de-Blas, D. (2021). Behind the scenes: Scientific network driving the operationalization of the Social Ecological System framework. *Science of the total Environment*, 787, 15:147473. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147473>
- Google Earth (20 de noviembre, 2020). *Imágenes Peñas de Dexcaní; Jilotepec, Estado de México*.
- Guerra, J., Gayoso, J., Schlatter, J., y Nespolo, R. (2005). Análisis de la biomasa de las raíces en diferentes tipos de bosques. Avances de la evaluación de Pinus radiata en Chile. *Rev. Bosque (Valdivia)*, 26(1):5-21. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002005000100002>
- Gurrutxaga, S.V., Lozano, M., Valencia, P. J. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos, LXIX*, 265:519-543. doi: 10.3989/estgeogr.0427
- Harris, M. (1983). *Antropología Cultural*. España: Alianza Editorial. <https://teoriasantropologicasucr.files.wordpress.com/2011/04/harris-1983-antropologia-cultural.pdf>
- Holling, C. (2001). Understanding The Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4(5):390-405. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-001-0101-5>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1991). *Estado de México. Resultados preliminares del VII Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal: Toluca, México*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección Regional Centro Sur, 160.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). *ITER por localidad Estado de México*. Censo Nacional de Población, Aguascalientes, México. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009). *Censo Ejidal*. México. Datos abiertos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. https://www.inegi.org.mx/programas/cae/2007/#datos_abiertos
- Jaramillo, V., Kauffman J.B., Rentería-Rodríguez, L., Cummings, D., and Ellingson, L. (2003). Biomass, carbon, and nitrogen pools in Mexican tropical dry forest landscapes. *Ecosystems*, 6:609-629. 10.1007/s10021-002-0195-4
- Jiménez-Chaves, V.E. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1):141-150. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2226-40002012000100009&lng=en&tlng=es.
- Linck, T. (1999). Análisis. Tierras de uso común, regímenes de tenencia y transición agraria en México. *Estudios Agrarios*, (12):119-151 https://www.pa.gob.mx/publica/rev_12/thierry.pdf
- Martínez, V. M. (2006). *El enfoque comunitario. El desafío de incorporar a las comunidades en las intervenciones sociales*. Chile: Universidad de Chile, Departamento de psicología, Facultad de Ciencias Sociales. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/122235/martinez-ravanel_enfoque-comunitario.pdf?sequence=1
- Mayrand, K., Paquín, M. (2004). *Informe pago por servicios ambientales. Estudio y evaluación de esquemas vigentes*. Canadá: Unisfera Internacional, 57. https://www.uvm.edu/~jfarley/UFSC/literatura/literatura%20em%20portugues/psa_avaliacao_esquemas_vigentes.pdf
- Merino, L., & Martínez, A. E. (2014). *A vuelo de Pájaro. Las condiciones de las comunidades de bosques templados en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Morales, S., Ramírez, G., Ramos, P. A., Arango, J., Vivas, N. J. (2021). Sistemas socio-ecológico: análisis bibliométrico del estado actúa, desarrollo, y escenarios futuros. *Biocología en el sector agropecuario agroindustrial*, 19(2):251-270. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1747>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). *Sistemas de Pago por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrográficas*. Roma. <https://www.fao.org/3/y5305b/y5305b00.htm#Contents>
- Orozco, M.E., Gutiérrez, D.L. (2014). Planificación estratégica de los bienes comunitarios: Parque Ecológico Cacalomacán, Estado de México. En Orozco, M.E., Coord. *Patrimonio ambiental y conocimiento local. Geografía de los actores sociales*. México: Edit. Bonilla Editores, UAEMEX, FAPUR: 113-142.
- Ostrom, E. (1999). Self-Governance and Forest Resources. *Occasional Paper*, (20):1-15. <https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4449/OP-20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ostrom, E. (2000). Diseños complejos para manejos complejo. *Gaceta Ecológica*, (54):43-58. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53905404.pdf>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social- Ecological Systems. *Science*, 325(24):419-422. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1172133>
- Prieto, E. A. (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. *Multiciencias*, 13(1):23-29.
- Ponce, H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12(1), 113-130. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29212108>
- Probosque. (2023). *Programa Procarbono. Listado de Beneficiarios 2017-2023*. México: Secretaría del campo del Estado de México. <https://probosque.edomex.gob.mx/convocatorias>
- Rathe, L. (2017). La sustentabilidad en los sistemas socio-ecológicos. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 22(78):65-78. <https://www.redalyc.org/journal/279/27952381006/html/>
- Registro Agrario Nacional (RAN). (2020). *Padrón historial de Núcleos Agrarios*. México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Territorial. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina>
- Registro Agrario Nacional (RAN). (2024). *Sistema de Información Geoespacial del Catastro Rural*. <https://sig.ran.gob.mx/acceso.php>
- Rosa, H., Kandel, S., Dimas, L. (2003). *Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales. Lecciones de las Américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias*. El Salvador: PRISMA: 1-74. https://www.prisma.org.sv/wp-content/uploads/2020/02/compensacion_por_servicios_ambientales_y_comunidades_rurales.pdf

- Rzedowski, J. (1983). *Vegetación de México*. Limusa.
- Salas, W. A., Ríos, L. A., y Álvarez, J. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2):136-142. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69522607015.pdf>
- Sarmiento, F., Chávez, R., Aguirre, C., & Abrams, J. (2022). Desarrollo sustentable y regenerativo de los paisajes socioecológicos de montaña: montología del Chimborazo como referente insigne del cambio global. *Antropología del sur*, 9(17), 121-145. <https://dx.doi.org/10.25074/rantros.v9i17.2316>
- Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (SMAEM). (2020). *Modificaciones a las reglas de operación del Programa Edomex Procarbono, Probosque*. https://cemer.edomex.gob.mx/sites/cemer.edomex.gob.mx/files/files/air%202020/043/reglas%20edom%c3%89x%20procarbono%202020_no%20013.pdf.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024*. Diario Oficial de la Federación, 7 de julio de 2020. https://sig.conanp.gob.mx/container/iin/Acuerdo_14_III_2022/02_dof_promarnat.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021). *Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2022*. Diario Oficial de la Federación, 28 de diciembre de 2021. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639498&fecha=28/12/2021#gsc.tab=0
- Sierra, M. T. (2018). Del derecho consuetudinario a la justiciabilidad de los derechos indígenas. El legado de Rodolfo Stavenhagen a la antropología jurídica. *Desacatos*, (57):156-165. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2018000200156&lng=es&tlng=es.
- Thiel; A., Adamseged, M. E., Baake, C. (2015). Evaluation and Instrument for Institutional cratting: How Ostrom's social-ecological systems framework is applied, *Environmental Science & Policy*, 53, Part B, 152-164. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.020>
- Uribe, M. L. (2014). La vida cotidiana como espacio de construcción social. *Procesos Históricos*, (25):100-113.
- Urquiza, A., Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a la vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques*. <https://doi.org/10.4000/orda.1774>
- Villegas, P. A., Triviño, N., Escobar, J. A., Obregón, N., González, M., González, R. E, et al. (2016). Modelación Integrada de Sistemas Socio-ecológicos: caso de Estudio la Ecorregión de la Mojana. *Revista de Ingeniería*, 21(3):319-410. <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a09>