

Cartografía participativa en la evaluación de actividades productivas y cobertura forestal en ejidos de Calakmul, México

Participatory mapping in the evaluation of productive activities and vegetation cover in shared land of Calakmul, Mexico

Enrique Muñoz López

Maestro en Geografía. Estudiante de doctorado en Geografía y Desarrollo Geotecnológico. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, CP 50110, Toluca, Estado de México, México, enriquemunozlopez3@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3212-1531>

Roberto Franco Plata

Doctor en Ingeniería. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, CP 50110, Toluca, Estado de México, México, rfp@uaemex.mx, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3031-6562>

Ligia Guadalupe Esparza Olgún

Doctora en Ciencias. Investigadora Titular A, SNI 1. Departamento Ciencias de la Sustentabilidad. El Colegio de la Frontera Sur. Avenida Rancho, Polígono 2-A, Ciudad Industrial Lerma, CP 24500, Campeche, Campeche, México, lesparza@ecosur.mx, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4211-0203>

Eduardo Martínez Romero

Doctor en Ciencias. Investigación y Soluciones Socioambientales A.C. Calle 4, n° 4, Colonia Lázaro Cárdenas, CP 24095, Campeche, Campeche, México, iss.presidencia@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2053-3766>

Recibido: 13 de julio 2021 || Aprobado: 15 de febrero 2022

Resumen

La cartografía participativa es una técnica de investigación que permite construir mapas a partir de información colectiva. En este trabajo se generó una base para el monitoreo de la cobertura vegetal y uso del suelo en Calakmul. El objetivo de este trabajo fue realizar un diagnóstico sobre las actividades productivas primarias, el uso actual del suelo y la población ocupada por actividad primaria, mediante talleres comunitarios y técnicas de cartografía participativa en los ejidos de Álvaro Obregón, Los Ángeles y Benito Juárez del municipio de Calakmul. Los resultados indicaron que la agroforestería es la actividad predominante en la región, seguida de la agricultura y la actividad pecuaria. El uso de la cartografía participativa fue una herramienta primordial para entender la organización ejidal y su representación espacial de la cobertura vegetal y uso del suelo en los ejidos.

Palabras clave: Cartografía participativa; Cobertura forestal; Sistema de Información Geográfica; Actividad productiva

Abstract

Participatory mapping is a participatory research technique that allows maps to be built from collective information. In this work, a basis was generated for the monitoring of vegetation cover and land use in the Calakmul. The objective of this work was to carry out a diagnosis of primary

Cita sugerida: Muñoz López, E.; Franco Plata, R.; Esparza Olgún, L. G. y Martínez Romero, E. (2022). Cartografía participativa en la evaluación de actividades productivas y cobertura forestal en ejidos de Calakmul, México. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (31), 118. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.31-214>



Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

productive activities, current land use, and the population occupied by primary activity through community workshops and participatory mapping techniques in the ejidos of Álvaro Obregón, Los Ángeles, and Benito Juárez in the municipality of Calakmul. The results indicated that agroforestry is the predominant activity in the region, followed by agriculture and livestock. The use of participatory cartography was a primary tool to understand the ejido organization and its spatial representation of the vegetation cover and land use in the shared lands.

Key words: Participatory mapping; Forest cover; Geographic Information System; Productive activity

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biósfera de Calakmul, comprende la selva tropical más extensa en México (723.000 ha), es la mejor conservada en Mesoamérica (Ellis et al., 2017) y posee una alta diversidad de flora y fauna (Martínez, 2001; González-Jaramillo et al., 2016). Los servicios ecosistémicos que provee esta selva son importantes en el contexto del cambio climático, tales como la provisión de alimentos, medicinas, materias primas, la regulación del ciclo hidrológico o la captura y almacenamiento de carbono (Balvanera, 2012; Aryal et al., 2014; Brockhoff et al., 2017).

Además, la mayoría de las comunidades que habitan en Calakmul son rurales, caracterizadas por una alta marginación y pobreza (CONEVAL, 2016); una gran diversidad cultural y actividades agropecuarias diversificadas (SEDESOL, 2013; Martínez Romero, 2014; INEGI, 2015). A pesar de su importancia ecológica, las selvas de Calakmul presentan tasas anuales altas de deforestación (0,06% del 2000 al 2006), a causa del avance de la frontera agropecuaria (Hancock, 2019; Ellis et al., 2017).

Por lo anterior, es necesario implementar estrategias que permitan disminuir la deforestación, al tiempo que generen beneficios para las comunidades. Entre estas estrategias están los proyectos agroforestales que permiten optimizar el espacio al utilizar áreas más reducidas para las actividades primarias, evitando la expansión de la frontera agrícola hacia zonas de protección de la biodiversidad, empleando prácticas de manejo integrales.

La restauración productiva es una estrategia para recuperar la productividad del suelo, así como los elementos de estructura y función del ecosistema original, ya que integra prácticas agroecológicas de manejo diversificadas para la producción agropecuaria, al tiempo que buscan armonizar las necesidades de los productores y la conservación de los recursos naturales, y los servicios ecosistémicos que brindan (Ceccon, 2014; FAO et al., 2018).

Entre las estrategias de restauración productiva más recurrentes está la agroforestería, que consiste en mejorar las condiciones del suelo, incrementando su fertilidad, controlando la erosión y mejorando la disponibilidad de agua; además de mejorar los medios de vida en las comunidades, contribuyendo así a garantizar la seguridad alimentaria y a mitigar la pobreza (Borelli et al., 2017; FAO et al., 2018). Los sistemas agroforestales permiten la restauración productiva, ya que involucran una mezcla de árboles y otras plantas perennes leñosas y/o animales en una misma área, y facilita el uso de métodos de producción tradicionales y modernos en el marco del desarrollo sustenta-

ble (Soto y Canales, 2015). La implementación de estas estrategias y el monitoreo de su desempeño requieren la participación de las comunidades o productores dueños de los recursos (Méndez-Toribio et al., 2017); mediante la cual se identifican, integran y representan espacial y temporalmente diferentes aspectos sociales, culturales, económicos, políticos y ecológicos que ocurren en el territorio.

En este sentido, las geotecnologías constituyen herramientas multifuncionales que permiten conjuntar y almacenar grandes cantidades de información provenientes de diferentes fuentes (climatología, agronomía, edafología, entre otras). Dichas geotecnologías, admiten integrar aspectos socioeconómicos e incluso incorporar el conocimiento territorial de las propias comunidades (Aguilar, 2015; Sonti, 2015; Ellis et al., 2020). Un ejemplo de estas geotecnologías, son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), una tecnología de mapas computarizados, utilizados en planeación, gestión del territorio, biodiversidad, salud, población, estudios de mercado, logística y distribución, entre otras aplicaciones. Estas herramientas han acercado a los usuarios no especializados, brindándoles la posibilidad de utilizarlos y aprovechar parte de sus capacidades (Olaya, 2020; Guo et al., 2020).

La cartografía participativa (CP) es una herramienta metodológica de colaboración directa que aprovechan las comunidades, que combina el conocimiento local con información, donde el proceso cartográfico refleja la experiencia colectiva del grupo que lo haya producido (FIDA, 2009). Se aplica mediante estrategias comunitarias participativas, utilizando el método de mapeo social participativo, técnicas de entrevista tradicionales con métodos visuales y de alcance, para que un individuo o grupo, pueda obtener información para analizar y documentar. Estos métodos de CP se aplican para mostrar características específicas de un lugar utilizando el conocimiento local, por ejemplo, la identificación de los cambios del entorno en el tiempo, a causa de la desertificación y la deforestación.

La retroalimentación espacial con el trabajo colaborativo comunitario, permite identificar a detalle, características del paisaje y comprender los posibles conflictos entre los habitantes (Reilly et al., 2018). Otra de las ventajas de la CP es que coadyuva a determinar la distribución espacial de los beneficios y beneficiarios de los servicios ecosistémicos (Bryan et al., 2010; Brown et al., 2017) tanto cuantitativos como cualitativos (Brown y Fagerholm, 2014; Brown et al., 2017). De esta manera, la CP y la participación activa de la ciudadanía sobre sus territorios, mejoran el proceso de planificación, ya que evalúan las experiencias sociales y espaciales de la comunidad local (Bracerías, 2012; Typhina y Jameson, 2019; Saadallah, 2020).

En esta investigación, se realizó un diagnóstico comunitario a través de talleres con técnicas de cartografía participativa, que consistió en analizar las principales actividades productivas agropecuarias en los sistemas agroforestales de tres ejidos del municipio de Calakmul; documentar los productos agrícolas y pecuarios, la producción y la elaboración de mapas de uso actual del suelo y vegetación realizados por habitantes de la comunidad. La información recabada sirvió de base para la evaluación de la pertinencia de implementación de acciones de restauración productiva a través de módulos agroforestales que permitan un uso sustentable de los bosques de la región.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en tres ejidos del municipio de Calakmul, ubicados entre los 18° 44' 58" y 18° 10' 33" latitud norte y, 89° 08' 34" y 89° 27' 55" de longitud oeste, siendo

estos: Los Ángeles, Benito Juárez y Álvaro Obregón (figura 1). Calakmul es el municipio más grande del sur del estado de Campeche, con una extensión territorial de 13.839 km² (INEGI, 2010). Está conformado por ejidos y pequeñas propiedades que en su mayoría se dedican a las actividades agropecuarias y al manejo forestal.

En esta región se encuentra la Reserva de la Biosfera de Calakmul, que comprende una extensión de 723.185 ha y una zona de amortiguamiento de 474.924 ha donde se representa a uno de los ecosistemas más importantes del trópico húmedo mexicano. Se encuentran selvas altas, medianas, selvas bajas temporalmente inundables y vegetación acuática; existen especies consideradas raras, amenazadas o en peligro de extinción y su mayor importancia, es la de albergar ecosistemas de riqueza biológica amenazada (SEMARNAT, 2018a).

En los ejidos de estudio, la población puede tener dos tipos de tenencia de la tierra, como ejidatarios o avcindados. Los ejidatarios tienen derechos de uso, aprovechamiento y disfrute sobre sus parcelas y los derechos de uso común; mientras que los avcindados no gozan de los derechos antes mencionados, es decir, no tienen tierra propia a menos que la asamblea ejidal permita el uso de tierra ejidal o la adquisición de certificados parcelarios o de uso común (Ley Agraria, 2018).

Las actividades productivas pueden realizarse en diferentes coberturas forestales, ya sea selvas maduras o vegetación secundaria, que localmente se conoce como acahual. Los acahuales son la vegetación que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales, que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario, y que actualmente se encuentran en periodo de descanso, cuya estructura y desarrollo dependen de la intervención humana (SEMARNAT, 2018b). En la zona de estudio, los acahuales suelen clasificarse por su edad o tiempo de descanso como acahuales jóvenes (0-10 años), intermedios (10-20 años) o viejos (mayores de 20 años).

En la región hay algunos problemas como la falta de continuidad de programas de manejo forestal, la falta de diversificación de producción de especies no maderables, la falta de capacitación y de apropiación del manejo forestal, deficiente infraestructura de transformación primaria, así como largos períodos de sequía y la subutilización de los recursos (Chapela y Merino, 2018; Mendoza et al., 2020).



Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio

Fuente: elaboración personal sobre la base de información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

La investigación consistió en la elaboración del diagnóstico comunitario de las actividades productivas, el uso de suelo y la cobertura vegetal en los ejidos de Álvaro Obregón, Los Ángeles y Benito Juárez. En el marco del proyecto Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en Calakmul, Campeche (MACC), que se realiza de manera continua desde en el año 2016, con trabajo de campo y la implementación de CP comunitaria a través del siguiente procedimiento: I) de un total de 32 ejidos del programa, se seleccionaron tres, con superficies y actividades predominantes contrastantes; II) se comunicó a toda la comunidad la intención del proyecto; III) se identificaron a los actores clave de las comunidades e interesados en el proyecto (a través de asamblea de la comunidad y ejidatarios interesados); IV) se explicaron los propósitos del taller de cartografía participativa, en esta fase se expusieron los alcances del proyecto; V) implementación del taller de CP comunitaria; y VI) planteamiento y ejecución de los objetivos del proyecto tomando como base el método de FIDA (2009). Sobre este último proceso, los objetivos del proyecto fueron: a) identificar y documentar las actividades productivas agrícolas y pecuarias; y b) elaborar un mapa actualizado de uso de suelo y vegetación (figura 2).

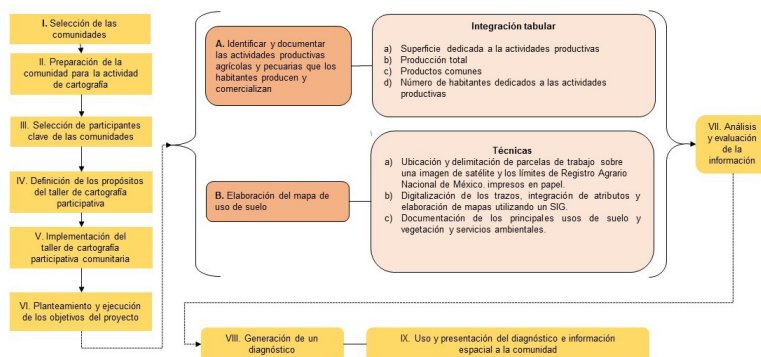


Figura 2. Método para elaborar el diagnóstico comunitario

Fuente: elaboración propia con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

Para el primer objetivo, se brindó una plática a los ejidatarios para explicar el proyecto MACC, mediante técnicas multimedia. Se diseñó una tabla para integrar datos y, con ayuda de los facilitadores del taller, los ejidatarios incluyeron información de las principales actividades productivas del ejido como: número de habitantes dedicados a las principales actividades productivas (tanto ejidatarios como avecindados), superficie destinada a cada actividad productiva (productos agrícolas, forestales, pecuarios y su producción total) (figura 3).

Para el segundo objetivo, se ubicaron geográficamente las parcelas de trabajo de cada propietario, para ello se utilizó una imagen de satélite, obtenida del *Google Earth Pro*, así como los límites de los núcleos agrarios del Registro Agrario Nacional (RAN) de México. Esta información vectorial permitió identificar los límites de los ejidos (figura 4).

Con el uso del SIG, se sobrepuso la información vectorial de los polígonos del RAN y la información ráster de la imagen de satélite para obtener un mapa integrado. El producto cartográfico se imprimió en un formato de 120 x 90 centímetros; con elementos cartográficos y una simbología clara para los participantes. Los ejidatarios identificaron y trazaron los límites de sus parcelas de trabajo, documentaron el uso del suelo actual, tipos de vegetación e identificaron los principales servicios ambientales de su territorio.

Con esta información se creó un inventario de los tipos de vegetación de las comunidades que se integró como atributos a los mapas finales. Los resultados obtenidos en los mapas se documentaron y se fotografiaron para integrarlos al SIG Qgis 2.12 Lyon. Posteriormente, las fotografías se georreferenciaron para digitalizar los límites de las parcelas de cada núcleo agrario y se agregaron los atributos no espaciales a los polígonos, como nombre de los productos agrícolas, pecuarios, forestales, datos de la producción y número de habitantes.

Se realizó el análisis y la evaluación de la información, usando hojas de cálculo para integrar los datos y exportarlos en un SIG para obtener los mapas de uso de suelo. Posteriormente se generó un diagnóstico, a partir de la compilación de los datos de número de habitantes que se dedican a las actividades productivas agrícolas, pecuarias y forestales, el total de producción anual, los principales productos y la superficie ocupada por cada actividad. Finalmente, se hizo la presentación del diagnóstico e información espacial a la comunidad, exponiendo tanto los mapas finales de uso de suelo como las principales actividades productivas de interés para posteriores proyectos.



Figura 3. Recopilación de información en el taller de cartografía participativa
Fuente: acervo fotográfico del proyecto



Figura 4. Trazado de límites de áreas de trabajo sobre papel transparente por los ejidatarios
Fuente: acervo fotográfico del proyecto

RESULTADOS

La superficie total de los tres ejidos fue de 32.624 ha., con una población total de 337 habitantes. Álvaro Obregón posee la mayor superficie, número de habitantes y densidad de población, Los Ángeles la menor densidad poblacional y Benito Juárez fue el ejido con menor superficie y número de habitantes (figura 5).

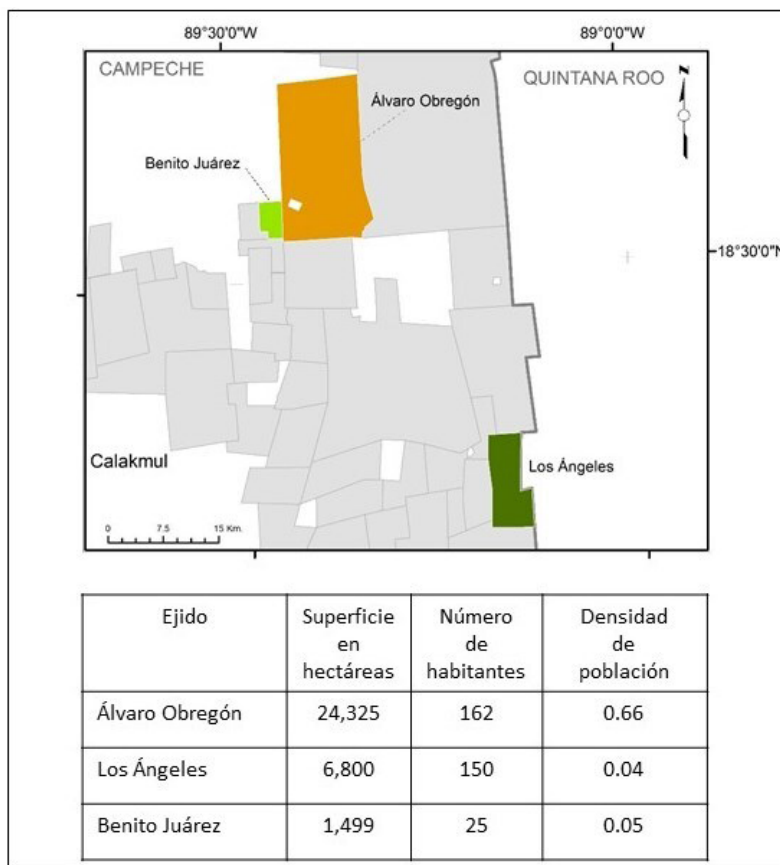


Figura 5. Comunidades donde se implementaron los talleres de cartografía participativa
 Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

En los tres ejidos, la población realiza actividades productivas mediante el trabajo organizado de 242 ejidatarios y 95 avciudadanos; empleando de manera diferencial las distintas coberturas forestales que se presentan en su territorio. Las actividades agrícola y ganadera se desarrollaban preferentemente en los acahuales jóvenes; mientras que las actividades, apícola y de manejo forestal, se realizaban en acahuales intermedios y viejos.

Las zonas forestales con selva madura estaban destinadas como áreas de servicios ambientales, si bien en estas no se realizaban actividades productivas, sí se recibían recursos a través del programa de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Tanto los ejidatarios como avciudadanos en los tres ejidos estudiados reportaron un esquema pluriproductivo, es decir, desarrollaban diversas actividades productivas al mismo tiempo.

Las actividades reportadas fueron la agricultura, la ganadería, el manejo o aprovechamiento forestal y la apicultura. La agricultura y el manejo forestal son las actividades que demandan el mayor número de personas ocupadas en los ejidos Álvaro Obregón y

Benito Juárez; mientras que en Los Ángeles la actividad agrícola ocupa el mayor número de ejidatarios y avocindados (figura 6).

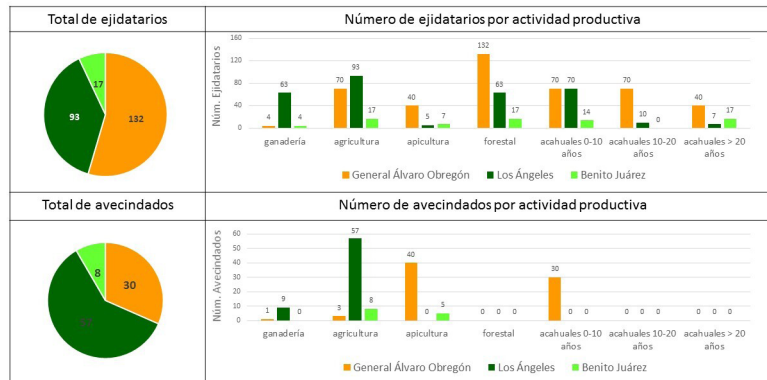


Figura 6. Número de ejidatarios y avocindados por actividad productiva en tres ejidos de Calakmul
Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

La superficie ocupada para actividades productivas por ejidatarios y avocindados se distribuyó de la siguiente manera: los ejidatarios usaban un total de 22.441 ha, 72,72% en Álvaro Obregón, 24,71% en Los Ángeles y 2,57% en Benito Juárez y los avocindados, un total de 723 ha que se distribuyeron 15,21% en Álvaro Obregón, 73,31% en Los Ángeles y 11,48% en Benito Juárez (figura 7).

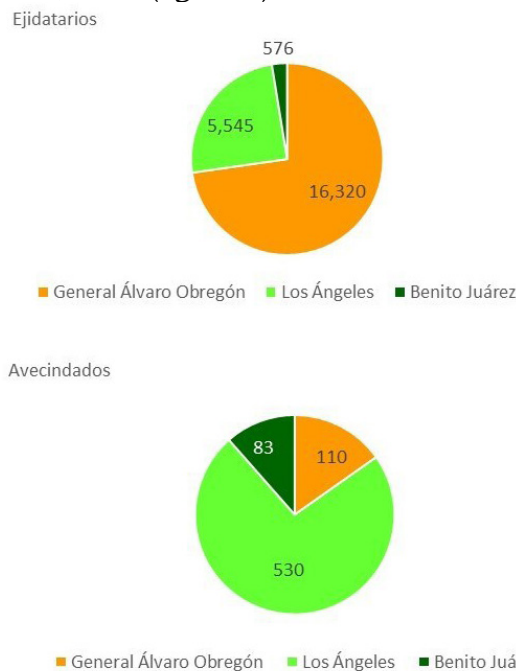


Figura 7. Superficie ocupada en actividades productivas por ejidatarios y avocindados
Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

En relación con la superficie ocupada por actividad productiva, la apicultura se distribuyó en una superficie total de 4.190 ha, de las cuales el 95,4% corresponde al ejido Álvaro Obregón, 4,2% a Benito Juárez y 0,2% a Los Ángeles. La ganadería fue la segunda actividad con mayor superficie total ocupada con 3.355 ha en los tres ejidos, el 92,3% pertenece al

ejido Los Ángeles, el 5,9% a Álvaro Obregón y el restante 1,6% al ejido Benito Juárez. Por su parte, la agricultura ocupó una superficie total de 737 ha, de las que un 38,6% se localizaba en el ejido Álvaro Obregón, 55,6% en Los Ángeles y 5,6% en Benito Juárez (tabla 1).

Actividad	Ejidatarios			Avecindados		
	General Álvaro Obregón	Los Ángeles	Benito Juárez	General Álvaro Obregón	Los Ángeles	Benito Juárez
Ganadería	100	2.700	55	100	400	0
Agricultura	280	280	34	5	130	8
Apicultura	4.000	10	105	0	0	75
Forestal	10.000	1.500	100	0	0	0
Acahuales 0-10 años	350	1.000	112	5	0	0
Acahuales 10-20 años	1.190	30	0	0	0	0
Acahuales > 20 años	400	25	170	0	0	0
hectáreas	16.320	5.545	576	110	530	83

Tabla 1. Superficie ocupada, en las actividades productivas, por ejidatarios y avecindados

Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

Respecto a la actividad ganadera, la mayor cantidad de cabezas de ganado por los ejidatarios se presentó en Los Ángeles con 2.180 cabezas, de las cuales el 86,2% fueron bovinos y el 13,8% ovinos. Los ejidos con menor número de cabezas de ganado fueron Álvaro Obregón y Benito Juárez. En lo que respecta a los avecindados, estos se interesaron en la producción de bovinos reportando 370 cabezas en total (tabla 2).

Ejidos	Número de cabezas de ganado			
	Ejidatarios		Avecindados	
	Bovino	Ovino	Bovino	Ovino
General Álvaro Obregón	36	0	100	0
Los Ángeles	1.880	300	270	0
Benito Juárez	34	15	0	0
Total	1.950	315	370	0

Tabla 2. Número de cabezas de ganado en ejidatarios y avecindados

Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche.

La producción agrícola sobresalió por su diversidad de productos, en los tres ejidos. Se cultivaron maíz, chihua (calabaza), frijol, chile, papaya y calabaza. La producción se dividió en 285 toneladas de maíz; 89,4 toneladas de chihua y una menor producción a papaya, chile, frijol y calabaza. Los avecindados solicitaron las tierras para cultivar maíz con una producción total de 43,8 toneladas, chihua con 16,8 toneladas y chile con 15 toneladas. El ejido Los Ángeles fue el que presentó mayor producción de estos cultivos (figura 8).

La apicultura se reportó como una actividad importante, lo que se refleja en la superficie empleada en los ejidos, por ejemplo, en Álvaro Obregón se reportaron 4.000 ha dedicadas a la producción de miel, en Los Ángeles 10 ha y en Benito Juárez 105 ha. La producción y el número de colmenas por ejido se puede observar en la figura 9.

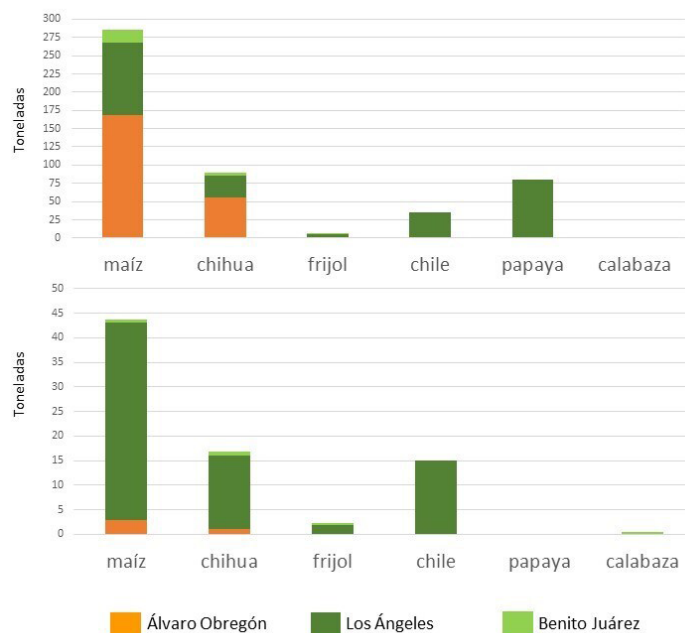


Figura 8. Producción en toneladas de los principales productos agrícolas de ejidatarios y vecindados de los tres ejidos
Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

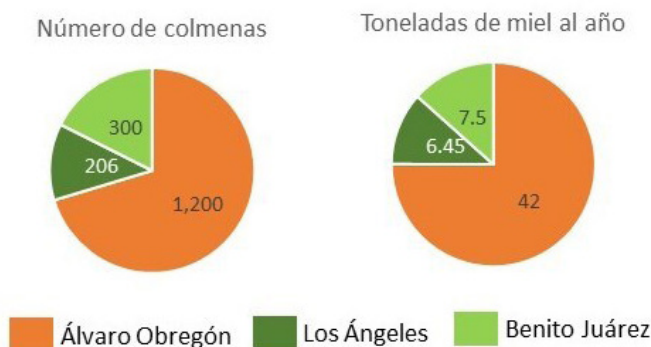


Figura 9. Número de colmenas y producción de miel en los tres ejidos de Calakmul. Año 2016.
Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

Aunado al diagnóstico productivo, se elaboró un mapa de uso de suelo y cobertura vegetal para cada uno de los ejidos, derivado de los talleres de cartografía participativa. En dicho mapa se integró información de los tipos de vegetación y uso de suelo, para cada una de las divisiones parcelarias relacionadas directamente con los ejidatarios.

Se identificaron áreas forestales, es decir, selvas maduras y áreas de vegetación secundaria o acahual con diferentes tiempos de abandono (edad), teniendo acahual joven, intermedios y viejos. La actividad agrícola se identificó en los mapas con las coberturas de agricultura, agroforestería, Unidad Agrícola Industrial de la Mujer (UAIM), en esta parcela se permite que las mujeres planeen lo que se va a producir y cómo van a comercializar sus productos, con la finalidad de generar ingresos adicionales para sus familias (Registro Agrario Nacional, 2019).

También se ubicaron los límites de la Parcela de la Juventud que es la Unidad Productiva para el Desarrollo Integral de la Juventud, donde se realizan actividades culturales,

recreativas y de capacitación para el trabajo, en beneficio de los hijos de ejidatarios, comuneros y vecindados mayores de 16 y menores de 24 años (LAWI, s/f).

La actividad ganadera se representó con las clases denominadas ganadería y la actividad apícola con la denominada apicultura, reconociendo para esta actividad áreas de floración. Los cuerpos de agua se registraron como cobertura de jagüey (también conocidos como balsas, embalses, estanques, cajas de agua, aljibes, trampas de agua o bordos de agua, depresiones del terreno que permiten almacenar el agua proveniente de los escurrimientos superficiales y destinarla a fines pecuarios, o a suplir las necesidades humanas (SAGARPA, 2017).

Las áreas de conservación se representaron con las coberturas de la reserva ejidal que son las áreas de crecimiento para las zonas humanas (Registro Agrario Nacional, 2014). Las áreas de ocupación de los habitantes se denominaron coberturas de zonas urbanas y parcelas escolares. Con respecto a los conocimientos locales de los habitantes, estos se recopilaron y se añadieron como información adicional en la cartografía. Por ejemplo, la ubicación del área de pago por servicios ambientales o áreas que “no se tocan”, que como se mencionó anteriormente generan beneficios financieros, además de servicios ecosistémicos adicionales a las comunidades. Se reconocieron también áreas de manejo o aprovechamiento forestal donde se colectaba leña, palma (huano) y madera en rollo (figuras 10, 11 y 12).

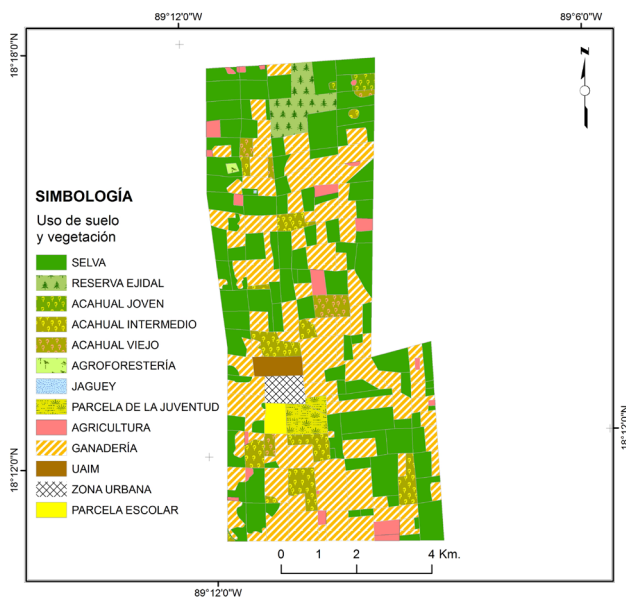


Figura 10. Mapa de cobertura y uso del suelo del ejido Los Ángeles
 Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo:
 Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche.

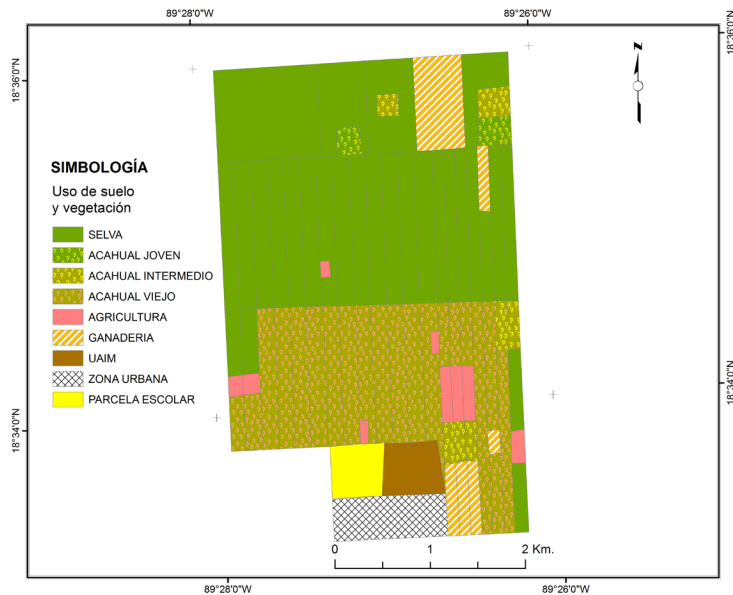


Figura 11. Mapa de cobertura y uso del suelo del ejido Benito Juárez
 Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

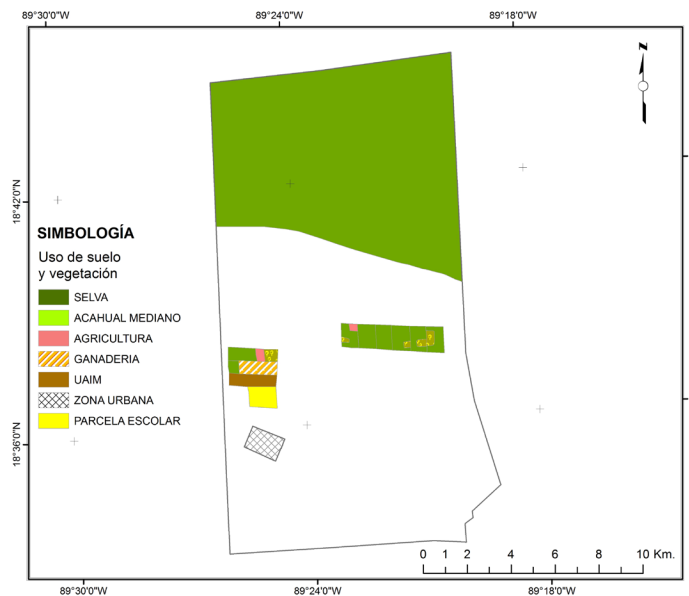


Figura 12. Mapa de cobertura y uso del suelo del ejido Álvaro Obregón
 Fuente: elaboración personal con información del proyecto, Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En función de la metodología empleada, fue posible identificar y documentar las actividades productivas agrícolas y pecuarias que los habitantes producen y comercializan; así como la elaboración de los mapas de uso de suelo y vegetación para los ejidos Álvaro Obregón, Los Ángeles y Benito Juárez. Con la CP se rescató el conocimiento local de los participantes y se logró obtener información para cartografiar los recursos naturales con los que cuenta cada uno de los ejidos involucrados en el proyecto.

La CP demostró ser una herramienta de apoyo para la recopilación de información, fue posible integrar información cuantitativa y cualitativa y se determinaron las principales actividades productivas del territorio, su producción y ubicación. Cadag y Gaillard (2012) indican que la CP contribuye para facilitar la interpretación, asimilación y comprensión de los datos georreferenciados, al hacerlos visibles y tangibles para las comunidades.

Se logró conformar una base de datos con información de la producción obtenida de las actividades productivas, así como el número de ejidatarios y vecindados de los ejidos bajo estudio y permitió orientar y facilitar la gestión de futuros proyectos, considerando la preferencia de las actividades predominantes en los ejidos y las acciones determinantes para la restauración productiva del territorio.

Saadallah (2020) aporta que estos métodos de CP mejoran el proceso de planificación, ya que evalúan las experiencias sociales y espaciales de la comunidad local, logran la relación entre las actividades de la comunidad local, su percepción del entorno construido y su sentido de comunidad se puede analizar a través del uso del SIG y se puede profundizar en medidas cuantitativas como las que requieren los ejidatarios para el manejo de sus áreas de trabajo.

Con el uso de los SIG se crearon mapas y fue posible realizar un diagnóstico donde se analizaron y cuantificaron las superficies dedicadas a las actividades agrícolas en el 2016, pecuarias y al manejo forestal para conformar una línea base de un monitoreo de la cobertura del territorio. Kalibo y Medley (2007) fundamentan que esto es posible gracias a la planificación interactiva que involucra a las comunidades como actores importantes, con métodos de CP en la conservación de los recursos forestales. Sin embargo, uno de los principales problemas, al que se enfrenta el utilizar técnicas de CP, es la incertidumbre que se genera al integrar la información por el trazado de los límites de las parcelas u otra información a un SIG. Esta deficiencia se debe compensar con la integración de la cartografía de referencia, disponible para que los actores tengan elementos suficientes para una delimitación más precisa de los objetos de interés.

Finalmente, el proceso metodológico empleado de CP resultó adecuado para determinar el diagnóstico de las actividades productivas y del uso de suelo en los tres ejidos. Los materiales cartográficos empleados, obtenidos de fuentes oficiales y de uso libre en la *web*, fueron determinantes en la ubicación de las áreas de trabajo.

El uso del SIG fue la herramienta que proporcionó una visualización y cuantificación de resultados. El conocimiento local de cada uno de los habitantes, integrado en los mapas, proporcionó los siguientes datos; en los tres ejidos existen 337 habitantes que habitan en una superficie de 32.624 ha. Las actividades principales fueron la ganadería, agricultura, apicultura y la forestal. Hubo dos tipos de usuarios de la tierra, los ejidatarios y los vecindados. Para los ejidatarios, la actividad principal fue la forestal y en segundo lugar la ganadería y la agricultura. Sin embargo, para los vecindados fueron la ganadería y la apicultura. El ejido Los Ángeles tuvo como principal actividad la introducción de cabezas de ganado bovino y ovino, y los vecindados incluso adquirieron tierras en renta para introducción de ganado en el ejido Los Ángeles. En la actividad agrícola, se cultivó principalmente maíz, chihua y chile en los ejidos Álvaro Obregón y Los Ángeles. La producción de miel fue una actividad importante en los tres ejidos, y se produjo de manera proporcional a la superficie de los mismos.

En los mapas de uso de suelo, se mapearon las principales clases de uso y vegetación, pero también actividades culturales, servicios ambientales y actividades que generan

beneficios adicionales. Por ejemplo, en las parcelas de la mujer, se elaboran artesanías propias de la región (Sur Verde, 2017). Otra de las aportaciones de la CP es que puede utilizarse como herramienta para identificar opiniones locales sobre los *drivers* del cambio de uso de suelo, conflictos sociales, ambientales y de linderos y opiniones sobre la política territorial y micro-territorios (McCall et al., 2015; Zambrana-Alvarez et al., 2016; Ortega, 2017; Saadallah, 2020). Sin embargo, esto cae fuera del alcance de este documento. Aunque reconocemos que es necesario un análisis crítico posterior a los resultados de este trabajo similares a los reportados en otras investigaciones (Reilly et al., 2018; Delgado-Aguilar et al., 2019).

Para fines de este manuscrito, se ejemplificó el beneficio de aplicar métodos de CP para obtener una línea base del territorio, un adecuado monitoreo de los recursos locales, acceso a la información y un nivel de participación de todos los miembros de la comunidad, que se reflejan en productos colectivos con la cartografía participativa y el uso de geotecnologías que pueden ser herramientas de apoyo para una cartografía participativa dinámica implementada por las comunidades para continuar con proyectos relacionados a estructuras políticas ambientales y sustentables. Indiscutiblemente, es necesario que los resultados de este trabajo se complementen con otras herramientas geotecnológicas de escala grande como drones y GPS para utilizarse en las políticas locales de mejoramiento del medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se llevó a cabo en el marco de la estancia académica 2021, dentro del programa de becas de doctorado CONACYT. La estancia fue realizada en el Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, y fue posible gracias al apoyo y a la coordinación de la Dra. Ligia Guadalupe Esparza Olguín investigadora de esta institución. Al Dr. Eduardo Martínez Romero, Presidente de Investigación y Soluciones Socioambientales A.C., quien coordinó y facilitó información del proyecto de Monitoreo Adaptativo: Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático en Calakmul, Campeche, financiado por Petróleos Mexicanos. A la Dra. Leticia Gómez Mendoza por sus sugerencias al documento. Un especial reconocimiento a los ejidatarios participantes de los ejidos Álvaro Obregón, Los Ángeles y Benito Juárez.

REFERENCIAS

- Aguilar R. (2015). Percepción remota como herramienta de competitividad de la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2), 399-405.
- Aryal, D.; De Jong, B.; Ochoa-Gaona, S.; Esparza-Olguín, L. y Mendoza-Vega, J. (2014). Carbon stocks and changes in tropical secondary forests of southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195(1), 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.005>
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Borelli, S.; Conigliaro, M. y Olivier, E. (2017). *Agroforestería para la restauración del paisaje: explorando el potencial de la agroforestería para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de los paisajes degradados*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Italia.

- Braceras, I. (2012). *Cartografía participativa: herramienta de empoderamiento y participación por el derecho al territorio*. Tesis de maestría. Universidad del País Vasco y Herriko Unibertsitatea. España. https://geoactivismo.org/wp-content/uploads/2014/10/Tesina_n_2_Ira-txe_Braceras.pdf
- Brockerhoff, E.; Barbaro, L.; Castagnyrol, B.; Forrester, D.; Gardiner, B.; González-Olabarria, J.; Liver P.; Meurisse, N.; Oxbrough, A.; Taki, H.; Thompson, I. y Jactel, H. (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 26(11), 3005-3035. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2>
- Brown, G. y Fagerholm, N. (2014). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: a review and evaluation. *Ecosystem Services*, 13, 119-133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Brown, G.; Strickland-Munro, J.; Kobryn, H. y Moore, S. (2017). Mixed methods participatory GIS: An evaluation of the validity of qualitative and quantitative mapping methods. *Applied Geography*, 79, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.12.015>
- Bryan, B.; Raymond, C.; Crossman, N. y Macdonald, D. (2010). Targeting the management of ecosystem services based on social values: Where, what, and how? *Landscape and Urban Planning*, 97(2), 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.002>
- Cadag, J. y Gaillard, J. (2012). Integrating knowledge and actions in disaster risk reduction: the contribution of participatory mapping. *Area*, 44(1), 100-109. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2011.01065.x>
- Ceccon, E. (2014). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Ediciones Díaz de Santos. México.
- Chapela, G. y Merino, L. (2018). *Las Empresas Sociales Forestales en México. Claroscuros y aprendizajes*. Ciudad de México: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, AC.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2016). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*.
- Delgado-Aguilar, M.J.; Hinojosa, L. y Schmitt, C.B. (2019). Combining remote sensing techniques and participatory mapping to understand the relations between forest degradation and ecosystem services in a tropical rainforest. *Applied Geography*, 104, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.02.003>
- Ellis, E.; Gómez, U. y Romero-Montero, J. (2017). Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península Yucatán, México. *Revista Ecosistemas*, 26(1), 101-111. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-1.16>
- Ellis, E.; Navarro, A.; García, M.; Hernández, I. y Chacón, D. (2020). Forest cover dynamics in the Selva Maya of Central and Southern Quintana Roo, Mexico: deforestation or degradation? *Journal of Land Use Science*, 15(1), 25-51. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1732489>
- FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. (2018). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma: FAO.
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (2009). *Buenas prácticas en cartografía participativa*. Roma, Italia.
- González-Jaramillo, M.; Martínez, E.; Esparza-Olguín, L. G. y Rangel-Salazar, J. L. (2016). Actualización del inventario de la avifauna de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, península de Yucatán, México: abundancia, estacionalidad y categoría de conserva-

- ción. *Huitzil*, 17(1), 54-106. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.1.219>
- Guo, H.; Goodchild, M. y Annoni, A. (2020). Manual of Digital Earth – A Milestone Book in Digital Earth History. *International Journal of Digital Earth*, 13(1), 161-190. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3>
- Hancock, L. (2019, 11 de junio). La degradación de los bosques: por qué afecta a las personas y a la vida silvestre. World Wildlife Fund. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/la-degradacion-de-los-bosques-por-que-afecta-a-las-personas-y-la-vida-silvestre>.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2010). *Marco Geoes-tadístico 2009*.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2015). *Resultados defi-nitivos del Censo Económico 2014*.
- Kalibo, H. y Medley, K. (2007). Participatory resource mapping for adaptive collabora-tive management at Mt. Kasigau, Kenya. *Planning, Landscape and Urban*, 82(3), 145-158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.005>
- LAWI Plataforma digital de Economía, Derecho y otras Ciencias Sociales y Humanas (s/f). *Unidad Productiva Para el Desarrollo Integral de la Juventud*. Enciclopedia Jurídica. <https://mexico.leyderecho.org/?s=Unidad+Productiva+Para+el+Desarrollo+Integral+de+la+Juventud>
- Ley Agraria (2008). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Diario Oficial de la Federación 25-06-2018. http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/le-yes/LEY_AGRARIA.pdf
- Martínez Romero, E. (2014). *Procesos complejos de la deforestación en la Región de Calakmul. una perspectiva desde la teoría de la acción colectiva*. Createspace Independent Publishing Platform.
- Martínez, E. (2001). *Listados Florísticos de México. XXII. Región de Calakmul, Campeche*. Univer-sidad Nacional Autónoma de México.
- McCall, M.; Martínez J. y Verplanke, J. (2015). Shifting boundaries of volunteered geo-graphic information systems and modalities: Learning from PGIS. *International Journal for Critical Geographies*, 14(3), 791-826. <https://acme-journal.org/index.php/acme/article/view/1234/1028>
- Méndez-Toribio, M.; Martínez, C.; Ceccon, E. y Guariguata, M. (2017). Planes actuales de restauración ecológica en Latinoamérica: Avances y omisiones. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 1-30. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.51-2.1>
- Mendoza, N.; Martínez, E.; Esparza, L. y Pat, J. (2020). Social capital and forestry management: A case study of the Calakmul Regional Association of Foresters. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 8(22). <http://dx.doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.68372>
- Olaya V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- Ortega Roque, A. (2017). *Cartografía Participativa para Salud Pública, de la Zona Metropolitana de Toluca*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68151/Tesis+Roque+Ortega+noviem-bre+2017.pdf?sequence=1>
- Registro Agrario Nacional (RAN) (2014). *Procedimiento para la actualización del indicador: superficie registrada destinada a la reserva de crecimiento del asentamiento humano*.

- Registro Agrario Nacional (RAN) (2019, 14 de octubre). *Reconoce el RAN la participación de la mujer rural como titular de derechos agrarios*. <https://www.gob.mx/ran/es/articulos/reconoce-el-ran-la-participacion-de-la-mujer-rural-como-titular-de-derechos-agrarios?idiom=es>.
- Reilly, K.; Adamowski, J. y John, K. (2018). Participatory mapping of ecosystem services to understand stakeholders perceptions of the future of the Mactaquac Dam, Canada. *Ecosystem Services*, 30, 107-123. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.002>
- Saadallah, D. (2020). Utilizing participatory mapping and PPGIS to examine the activities of local communities. *Alexandria Engineering Journal*, 59(1), 263-274. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.12.038>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2017). *Diseño y construcción de jagüeyes. Obras de captación y derivación y regulación de agua*. Colegio de Postgraduados.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (2013). *Informe sobre Pobreza y Marginación Social*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018a). *La Reserva de la Biosfera Calakmul*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-reserva-de-la-biosfera-calakmul>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018b). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de México. Diario Oficial de La Federación. 5 de junio, 2018.
- Sonti, S. (2015). Application of geographic information system (GIS) in forest management. *Journal of Geography and Natural Disasters*, 5(3), 1-5. <https://doi.org/10.4172/2167-0587.1000145>
- Soto, R. y Canales, C. (2015). Evaluación de módulos agroforestales establecidos en tierras de productores en Calakmul como apoyo al programa de la cruzada contra el hambre en Campeche. *Agropecuaria en Tabasco*, 572-579.
- Sur Verde (2017). *Manejo integral de acahuales y su relación con la política ambiental*. Primer reporte.
- Typhina, E. y Jameson, J. (2019). Participatory mapping method: improving collaboration through attention to collective identity. *Journal of Applied Communication Research*, 47(6), 667-688. <https://doi.org/10.1080/00909882.2019.1693610>
- Zambra-Álvarez, A.; Álvarez-Abel, R.; Ther-Rios, F.; Núñez-Maldonado, D. y Navarro Pacheco, M. (2017). Mapeando el conocimiento local: Experiencias de cartografía participativa en el sur de Chile. *AUS Arquitectura/ Urbanismo/ Sustentabilidad*, (20), 20-27. <https://doi.org/10.4206/aus.2016.n20-04>

Enrique Muñoz López es Maestro en Geografía. Estudiante de doctorado en Geografía y Desarrollo Geotecnológico de la Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de asignatura en el Departamento de Geografía del Sistema de Universidad Abierta y Educación Continua y Colegio de Geografía del sistema escolarizado de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las principales líneas de investigación son la Cartografía Participativa, Sistemas de Información Geográfica y Gestión Territorial. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, CP 50110, Toluca, Estado de México, México, enriquemunozlopez3@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3212-1531>

Roberto Franco Plata es Geógrafo por la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Maestro en Ciencias del Agua y Doctor en Ingeniería por la Facultad de Ingeniería (CIRA) de la UAEMéx. Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Geografía de la UAEMéx. Imparte cursos de Cartografía, Cartografía Temática, Cartografía Automatizada, Programación en Ambiente de Sistemas de Información Geográfica. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT. Perfil PRODEP otorgado por la Secretaría de Educación Pública. Integrante del Cuerpo Académico Consolidado “Análisis Geográfico Regional” registrado ante la SEP/UAEM. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, CP 50110, Toluca, Estado de México, México, rfp@uaemex.mx, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3031-6562>

Ligia Guadalupe Esparza Olguín es Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Doctora en Ciencias por la UNAM. Investigadora Titular A, SNI 1. Sus intereses se centran en abordar temas relacionados con la Conservación y el Manejo en bosques tropicales, el Monitoreo adaptativo, la mitigación y adaptación ante eventos de cambio climático. Sus investigaciones se han centrado en: i) análisis de la deforestación y su impacto en la biodiversidad en el estado de Campeche; ii) el impacto de las actividades agropecuarias y el manejo forestal en la Regeneración Secundaria en selvas de Calakmul; y iii) el Monitoreo Adaptativo en la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Actualmente desarrolla proyectos de investigación asociados con la implementación de estrategias de Restauración Productiva del Paisaje en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, la evaluación de la dinámica de carbono en selvas tropicales y el Monitoreo Comunitario de biodiversidad y reservorios de carbono. Departamento Ciencias de la Sustentabilidad. El Colegio de la Frontera Sur. Avenida Rancho, Polígono 2-A, Ciudad Industrial Lerma, CP 24500, Campeche, Campeche, México, lesparza@ecosur.mx, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4211-0203>

Eduardo Martínez Romero es Biólogo por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Master en Ciencias (Ecología y Ciencias Ambientales), Facultad de Ciencias de la UNAM. Doctor en Ciencias Sociales con mención Sociología. Áreas de interés, sociología ambiental, sustentabilidad, recursos naturales y construcción de capacidades para el trabajo en acción colectiva. Investigación y Soluciones Socioambientales A.C. Calle 4, n° 4, Colonia Lázaro Cárdenas, CP 24095, Campeche, Campeche, México, iss.presidencia@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2053-3766>