La irrupción de nuevos modelos educativos en pleno siglo XXI, así como la creciente demanda de contar con profesionistas capaces de enfrentarse a los retos de una sociedad compleja y en constante crecimiento, obligan a crear espacios colaborativos de profesores-investigadores y estudiantes, que interactúen activamente y afronten escenarios de la realidad local y regional y ofrezcan respuestas innovadoras a través de un enfoque multidisciplinar.

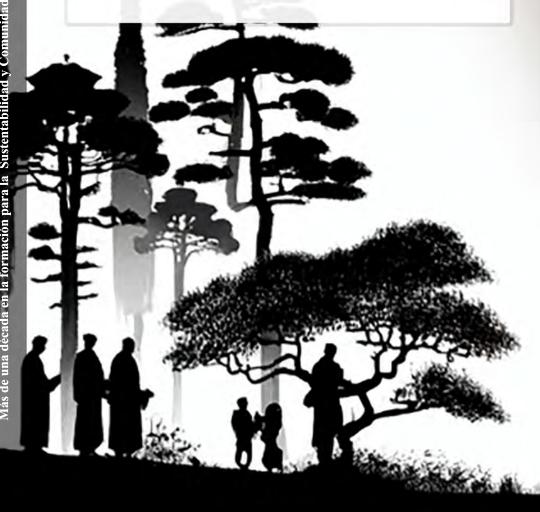
Desde hace más de una década, el programa de posgrado de la Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, se ha planteado la impostergable tarea de formar a los nuevos estudiosos de los grandes temas actuales, como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la educación ambiental y energética, la gestión del riesgo, entre otros; con la filosofía de acercar a la ciencia a la sociedad con pertinencia y justicia social.

En este contexto, esta obra recupera los trabajos desarrollados por un grupo de investigadores, tanto consolidados como emergentes, quienes desde sus múltiples voces y disciplinas abordan problemáticas diversas que representan y describen parte de la realidad de Chiapas y otras latitudes.





Más de una Década en la Formación para la Sustentabilidad y Comunidad





S. Jordán Orantes Alborez * Tamara M. Rioja Paradela Carolina Orantes García * Arturo Carrillo Reyes Eduardo E. Espinoza Medinilla * Jorge A. Paz Tenorio José R. Orantes García

MÁS DE UNA DÉCADA EN LA FORMACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD Y COMUNIDAD



MÁS DE UNA DÉCADA EN LA FORMACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD Y COMUNIDAD

Editores

Segundo Jordán Orantes Alborez
Tamara Mila Rioja Paradela
Carolina Orantes García
Arturo Carrillo Reyes
Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla
Jorge Antonio Paz Tenorio
José Rubén Orantes García

©2023; Segundo Jordán Orantes Alborez, Tamara Mila Rioja Paradela, Carolina Orantes García, Arturo Carrillo Reyes, Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla, Jorge Antonio Paz Tenorio, José Rubén Orantes García.

Esta obra fue arbitrada por pares académicos quienes revisaron y aprobaron su contenido para ser publicado.

1ª. Edición 2023

ISBN: 978-607-59986-2-6

Diseño Editorial: Christian F. Camacho Méndez **Corrección de estilo:** Christian F. Camacho Méndez **Portada y diseño de portada:** Arturo Carrillo Reyes

Impreso en los talleres de: Historia Herencia Mexicana Editorial, S. de R.L. de C.V. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México Cel. 961 151 48 08 herenciamexicana2015@gmail.com

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electro-óptico,por fotocopia o cualquier otro, sin la autorización previa y por escrito de los autores.

ÍNDICE

CAPÍTULO I
El monitoreo biológico para el manejo sostenible de un centro ecoturístico
CAPÍTULO II
Análisis multidisciplinario del efecto de la presencia de roedores vectores zoonóticos de arenavirus en el desarrollo de una epidemia de fiebre hemorrágica en dos municipios de Chiapas, México
CAPÍTULO III
Desarrollo sostenible, los impactos en la salud
CAPÍTULO IV
Análisis socioambiental de la zona sujeta a conservación ecológica "la pera"
CAPÍTULO V
Diagnóstico sobre el efecto del cambio climático antropogénico en Tuxtla Gutiérrez proyectado al 2050
CAPÍTULO VI
Dos modelos de integración e interculturalidad. La pedagogía y el pensamiento vasconcelista en la nueva Escuela Mexicana.
CAPÍTULO VII
Propuesta de un sistema de captación de agua en El Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas

Prólogo

Construir conocimientos y formar a estudiantes en estos tiempos de preeminencia al consumo, la acumulación de bienes y a la indolencia e indiferencia al otro, y particularmente a ese otro, como el ambiente, es sin duda, una tarea loable como impostergable para los tiempos actuales. Introyectar y desarrollar una conciencia ecológica, humana y proyectiva a mejores escenarios de bienestar común compartido, a partir de los parámetros que otorgan los postulados de la ciencia, es un logro en lo particular y en lo colectivo, porque se ha permitido a través de todos estos años consolidar una metodología científica y humanística, orientada a responder con responsabilidad e inclusión social frente a los problemas sociambientales inmediatos locales y de otras latitudes, sostenidos siempre, en la permanente reflexión de los postulados y principios del desarrollo sustentable.

El ensayo y la acumulación de las experiencias colectivas e individuales a más de 10 años, al acercar a los estudiantes a la ciencia para analizar, contrastar y reflexionar sobre los temas ambientales, el desarrollo sustentable, la gestión del riesgo y el valor de la naturaleza y la vida misma, han permitido presentar hallazgos, reflexiones, resultados y conclusiones de minuciosas investigaciones. Crear e innovar metodologías, perspectivas teóricas, basados en paradigmas innovadores y emergentes cuyos objetivos se consolidad al indagar, recrear y encontrar nuevas formas de relaciones más horizontales y justas del hombre con su entorno-naturaleza, es la acción académica constante del grupo de profesores.

Parte de este de este legado se registra al colocar al Centro Ecoturístico de la Sima de Las Cotorras bajo un programa de monitoreo biológico para conocer qué especies habitan la zona y determinar la variación de sus poblaciones con el tiempo, este conocimiento de la biodiversidad local permite no únicamente el interés científico sino también como parte imprescindible de la información necesaria para tomar las mejores decisiones respecto a su conservación, o bien las medidas para mitigar los efectos de la presencia de los seres humanos con el menor impacto posible. Este diagnóstico científico, ha permitido a los pobladores y en particular a los responsables del Centro Ecoturístico visorar y proyectar diferentes horizontes para conservar y preservar la rica biodiversidad de la región aprovechando con mayor conocimiento lo que implica consolidar y mantener al centro bajo los principios de la sustentabilidad. En la misma región de Ocozocoautla, Chiapas, se aborda un estudio altamente pertinente, social y científico; de política pública trascendente: la salud.

La investigación exhibe y coloca la importancia del rezago en conocimiento, tratamiento y prevención y al alto riesgo permanente que vive la población humana ante la amenaza de la fiebre hemorrágica producida por el arenavirus, cuyos principales vectores son los roedores, vertebrados, en este caso, por las ratas. Puntualizar que la problemática ambiental es inherente al tema de la salud, y de la relación que tienen los hombres entre sí y con el entorno que los rodea. El Programa de las Ciudades y Villas Rurales Sustentables, estudio abordado desde una perspectiva incluyente, describe la intención de gobierno del estado para combatir la dispersión de los asentamientos humanos, mantener y ampliar la base económica de la región, así como mejorar la calidad de vida de la población y del buen uso de los recursos naturales. Aquí se recupera y se expone las distancias entre los números que exhibe el gobierno en turno y la realidad de quienes formaron parte de estas ciudades rurales sustentables, con particular énfasis en la salud sustentable. Otro espacio de conocimiento y estudio que permite la reflexión de la teoría con la práctica, la experimentación directa con la biodiversidad, se establece en el municipio de Berriozábal, Chiapas, que cuenta con áreas provistas de vegetación característica de selva alta perennifolia con especies catalogadas en riesgo por la NOM-059-SEMAR-NAT-2010 (DOF 2010) y endémicas; conocida como "La Pera", área protegida, un polígono de más de 7,500 hectáreas. Laboratorio natural, que se constituye como la oportunidad científica de profesores y alumnos para la puesta en práctica de los fundamentos teóricos del Programa Educativo de Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Gestión de Riesgos (MCDSyGR) in situ. Finalmente, se reconoce al programa por su alta pertinencia educativa en la formación científica de alumnos y profesores en el campo del conocimiento de la sustentabilidad, intervención a la comunidad y a la exploración y estudio de los riesgos inherentes a todo evento natural y de intervención humana.

José Bastiani Gómez

Capítulo I

EL MONITOREO BIOLÓGICO PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE UN CENTRO ECOTURÍSTICO

Gladys del Carmen Hernández Eleria¹, Leydi Domínguez Molina¹, Héctor Daniel Llaven José¹, Luis Mario Ordaz Ordaz¹, Andrea Santizo Nanduca¹, Luis Alejandro Vázquez González¹, Arturo Carrillo Reyes^{2,3}, Tamara Mila Rioja Paradela^{2,3}, Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla³, Carolina Orantes García³, Segundo Jordán Orantes Alborez², Jorge Antonio Paz Tenorio²

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Oikos: Conservación y Desarrollo Sustentable, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

³Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^{*}Autor de correspondencia: arturo.carrillo@unicach.mx

Introducción

Un programa de monitoreo biológico consiste en la aplicación de muestreos enfocados a conocer qué especies habitan la zona de interés o determinar con mayor o menor grados de precisión la variación de sus poblaciones con el tiempo. El conocimiento de la biodiversidad local permite no únicamente tenerlo como parte de la información de un sitio sino tomar mejores decisiones respecto a las medidas para conservarla o, en su caso, mitigar los efectos de la presencia de los seres humanos y sus actividades en un hábitat determinado y afectarlo lo menos posible.

Es recomendable que los muestreos sean practicados en hábitats diferentes para comparar especies y sus abundancias en ambientes distintos. También es conveniente que los muestreos sean durante periodos prolongados (cinco años por lo menos) para una idea más precisa de la variación de las poblaciones biológicas. Los programas de monitoreo son muy útiles porque facilitan la detección de factores que amenazan la conservación de las especies y aportan información valiosa para la comprensión de la relación entre los seres vivos y su ambiente.

En el caso del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras, es importante poner atención en aquellas especies empleadas con fines económicos, como maderables (cedro, caoba, guanacastle, etcétera), fauna cinegética (caza), exóticas (puercos, ganado, abejas africanas, perros y gatos) y

vulnerables (felinos, coralillos, cascabel) e indicadoras de información temprana acerca de cambios importantes en el hábitat (Kremen 1992; Landres *et al.* 1988; Noss 1990).

Este documento titulado "Plan de manejo de monitoreo de flora y fauna silvestres en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas" proporciona bases teóricas y prácticas, destacando cumplir con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013 en el apartado 7.3: "Se realiza acciones para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de vida silvestre."

El plan es un modelo flexible y se puede adecuarlo a los intereses de los miembros de la Cooperativa Tzamanguimó e instituciones participantes en el monitoreo; esto es deseable, pues con frecuencia se les solicita buscar financiamiento para apoyar sus actividades de monitoreo. Si es posible, se describe métodos simples y económicos como alternativas a enfoques más complejos y costosos, permitiendo que el plan de manejo se ajuste a los recursos.

El documento está organizado en dos secciones, la primera brinda la información de la zona de monitoreo, la importancia y valor del ecosistema del área total y sus recursos naturales, describiendo los elementos ambientales relevantes con información de la localidad como educación, salud y vivienda. La segunda establece las bases teóricas y prácticas de los métodos de monitoreo de flora y fauna silvestres.

La mayor parte del monitoreo está relacionada con actividades humanas, es decir, es necesaria la participación colectiva de los integrantes de la cooperativa y no requiere personal altamente capacitado o métodos complicados. Las partes interesadas deberían revisarlo detenidamente para convocar a un comité que conduzca el proyecto a su siguiente paso. Esperamos proporcionar una base fuerte para el progreso hacia un Plan de Manejo de Monitoreo exitoso.

Zona de estudio

El Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras (CESC) se localiza en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa en el estado de Chiapas, dentro de la región II Valle-Zoque, a 820 msnm, con un clima templado con lluvias en verano (Pimentel 2006; Alarcón 2010).

La Sima de las Cotorras es zona de influencia inmediata de la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote (Rebiso), limitada por la comunidad Ribera Piedra Parada al Sur y caracterizada por una formación geológica (dolina) de 180 m de diámetro y 125 de profundidad.

Vegetación y uso de suelo

En la Sima de las Cotorras, según INEGI (2012), la flora es de tipo sabanoide, la cual se desarrolla en terrenos planos o poco inclinados, poco profundos y arcillosos, dominada principalmente por gramíneas y caracterizada por la dominancia de pastizales. Es común encontrar un sustrato

arbóreo de 3 a 6 m de alto (INEGI 2013). Para la localidad Ribera Piedra Parada el uso de suelo está clasificado como agricultura de temporal anual.

Flora y fauna

El CESC se encuentra cerca de la Reserva El Ocote, donde existen más de 2,000 especies de plantas y hongos. La vegetación está conformada por selva baja espinosa caducifolia (Alarcón 2010), bosque espinoso, según Rzedowski (1978), y el acahual con vegetación secundaria y presencia de roca caliza, mayormente sin vegetación o bien, con vegetación únicamente arbustiva, en una matriz sabanoide fragmentada (Alarcón 2010).

La vegetación secundaria está compuesta por corcho (*Belottia mexicana*), guarumbo (*Cecropiapeltata y C. obtusifolia*), majagua (*Heliocarpus appendiculatus*), jolosín (*H. donell-smithii*), platanillo (*Heliconia sp*), cuajinicuil (*Inga sp*), carricillo (*Lasiacis nigra*), ojo de venado (*Mucuna sp*), madre cacao o matarratón (*Gliricidia sepium*) y hierba santa (*Piper auriantum*), entre otras (Semarnat 2001).

La riqueza faunística del CESC está representada de manera icónica por el perico mexicano (*Aratinga holochlora*), dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, referente a especies amenazadas. También se encuentra variedad de animales silvestres, como búhos, zorras, coyotes, gavilanes, etcétera (Alarcón 2010).

Alberga a más de cinco mil especies de invertebrados y 350 de aves, de las cuales se ha verificado que al menos 38 son migratorias de América del Norte. Existen 31 de anfibios, el 34% de las de Chiapas, y 57 de reptiles. Además de 184 de mamíferos con presencia en el estado, un 66% (121) se halla potencialmente en el área de El Ocote y entre las consideradas en peligro de extinción están el mono aullador, el mono araña y el tapir. Jaguar, ocelote, tigrillo, nutria y pecarí de labios blancos habitan la zona.

POBLACIÓN

La localidad Ribera Piedra Parada tiene una de 501 habitantes, de los cuales 247 son hombres y 254 mujeres, con una población económicamente activa de 156, el 31.13% de la total (INEGI 2010).

Técnicas de monitoreo

Vegetación

Muestreo vegetación. Este manual detalla la metodología para monitorear flora en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras, en Ocozocoautla de Espinosa.

El método más común son los cuadrantes. El tamaño depende de las formas de vida. Para muestrear vegetación herbácea, puede ser de 1 m² (1x1m) (Figura 1); para bejucos o arbustos, de 4 m² (2x2 m) o 16 m² (4x4 m). Para árboles (mayores a 10 cm DAP), de 25 m² (5x5) o 100 m²

(10x10) (Mostacedo y Fredericksen 2000). Se recomienda hacerlo en estaciones secas y lluviosas.

A continuación los requerimientos para monitorear comunidades vegetales.

Materiales:

Cuerda o hilo Clisímetro Papel periódi- • Cuchillo/ (rafia) Libreta de co (hoja navaja • Cinta métrica doble, 30 x 45 • Lupa campo Flexómetro Lápiz cm). Prensa de GPS Forcípula Tijeras de madera podar

Nota: en caso de no contar con GPS se puede usar brújula, descargar la aplicación en un teléfono móvil o marcar el inicio y el final de los cuadrantes o transectos con pintura o marcas de colores (también para el monitoreo de fauna).

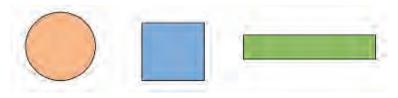


Figura 1. Formas de trazar los cuadrantes (tomada de Guía de evaluación de flora y fauna silvestre, 2010).

Recolección de datos acerca del terreno y su ambiente. Es importante recolectar suficiente información de referencia para explicar cualquiera de los cambios de vegetación entre terrenos (Monitoreo Biológico en la Selva Maya, 1999).

1) Información de latitud y longitud (con valores UTM): Se puede obtener de la unidad GPS. Ingrese valores para grados, minutos y segundos.

18

2) Altura MSNM: El valor que proporciona la unidad GPS. Ingrese en metros. En caso de no contar con GPS, se puede descargar en teléfonos celulares o usar una brújula.

Medición de vegetación. En el monitoreo todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) de ≥ 10 cm son identificados y medidos (Monitoreo biológico en la selva maya, 1999).

La altura es una de las principales variables en una planta y dependiendo del interés es de tres clases:

Total: Desde el suelo hasta la cima de su copa o corona.

Del fuste: Del suelo hasta el inicio de la ramificación.

Altura comercial: Parte de los 30 cm del suelo hasta un diámetro mínimo del tallo, si es para aprovechamiento maderable (*Guía de evaluación de flora y fauna silvestre*, 2010).

Medición de la altura. Se requiere dos personas, una para la distancia del árbol de A a B y otra para el ángulo con el clisímetro (Figura 2). Para calcular el cateto de los ángulos se requiere de especialistas o técnicos (*Guía de evaluación de flora y fauna silvestre*, 2010). En caso de no contar con un clisímetro, se puede elaborar con un trasportador o, conociendo la altura de quien medirá, se pone junto al árbol con un flexómetro junto a la cabeza y se evaluará hasta la copa del árbol.

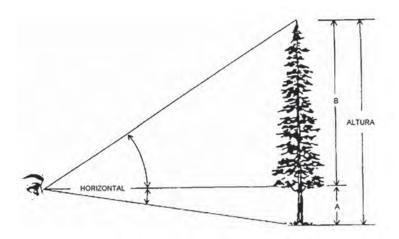


Figura 2. A altura y B ángulos de precisión. Tomado de García 1995.

Medir el diámetro en árboles (DAP). Se refiere al área basal y el volumen del tronco y el crecimiento con medidas repetidas cada cierto tiempo, como en las parcelas permanentes. Se recomienda marcar dónde se midió con pintura o cintas de plástico para reconocer el sitio (Guía de evaluación de flora y fauna silvestre, 2010).

Para medir el DAP se miden todos los árboles mayores a 10 cm desde los 1.30 m de altura (figura 3A) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

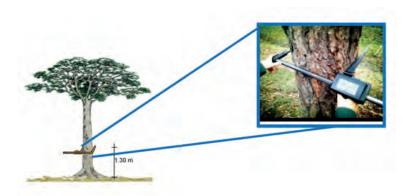


Figura 3. A-Medición del DAP y B-forcípula.

Se utiliza una forcípula (Figura 3 B). Si no se tiene, se puede usar una cinta métrica común para la circunferencia y este valor será dividido entre el de Pi (3.1416).

CASOS PARTICULARES DE MEDICIÓN DE DIÁ-METROS (DAP)

A veces se encuentra árboles en posiciones o condiciones que dificultan medir su DAP. Frecuentemente están ladeados, rotos o echando yemas, lo cual hace difícil medir (Cuadro 1). Es importante usar una metodología común para minimizar la variación entre terrenos e investigadores. Que siempre mida la misma persona.

Cuadro 1. Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado. Tomado de FAO 2009.

Caso	Descripción del diámetro	Figura
En terreno inclinado	Se toma la medida del DAP del árbol a 1.3 m desde el lado superior del tronco, ladera arriba	13m
Árbol ahorquillado	• Si la horquilla comienza (donde se divide el tronco) por debajo de 1.30 m de altura, se considerará y medirá como un árbol si tiene el diámetro requerido (mayor o igual a 20 cm). La medición del diámetro de cada tronco de la horquilla se hará a 1.3 m de altura.	1,3 m. 1,3 m.
	Si la horquilla se reduce a 1.3 m de altura o medianamente por encima, se medirá el diámetro por debajo.	

Cuadro 2. Posición para la medición del DAP en un árbol con contrafuertes.

Árboles con base del tronco ensan- chada o con contra- fuertes	Treative a su cm nor encima	Punto de medición
---	-----------------------------	-------------------

Cuadro 3. Posición para la medición del DAP en un árbol inclinado.

Árbol inclinado

Se mide la altura del tronco donde su base y el terreno forman un ángulo

Colecta y preparación de un ejemplar herborizado. La herborización consiste en el prensado, secado, montaje y preservación del material recolectado para un herbario y así tener registros de ejemplares vegetales de una región. Se guarda lo colectado entre papeles hasta que haya perdido toda la humedad, tomando precauciones para protegerlo de herbívoros y ordenarlo convenientemente (*Instructivo para confeccionar el herbario*, 2009).

A continuación se ilustra los pasos para la herborización.

Colecta y preparación de un ejemplar herborizado

Esta quía básica pretende orientar al interesado en preparar un espécimen herborizado para su identificación e incorporación a una colección. Por eso deberá considerar los siguientes pasos para su recolecta, prensado, secado y etiquetado.

1. Localice una planta con hojas maduras y con flores o frutos; no colecte individuos juveniles ni adultos infértiles porque será difícil su identificación.





Ejemplares herborizados.

2. Si es una hierba coléctela completa, incluyendo la raiz (sin tierra); si es un arbusto o árbol, corte una rama no mayor de 40 x 25 cm que incluya hojas, flores y frutos; corte las partes carnosas o gruesas longitudinal o transversalmente...

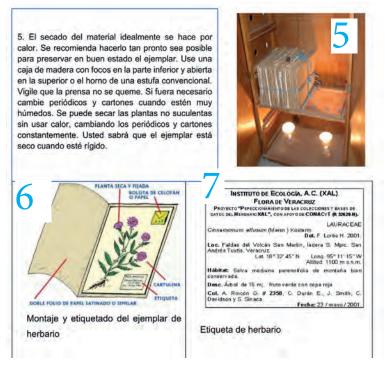


3. Coloque la planta en una hoja de periódico doblada a la mitad (45 x 30 cm), cuidando que todas las partes queden extendidas. Anote el número de colecta correspondiente en el papel o con una etiqueta amarrada en el ejemplar. Procure recolectar un duplicado con el mismo número. Póngalo entre dos cartones corrugados de las mismas dimensiones. Continúe así con las plantas colectadas y al final prense los ejemplares con una rejilla de madera o tablas del mismo tamaño que los cartones. Átelos ejerciendo la mayor presión posible.



4. Registre en una libreta los datos de campo, los cuales idealmente deben incluir la localidad con base en un punto de referencia, incluyendo municipio o distrito, estado, coordenadas geográficas, altitud, hábitat, características biológicas de la planta (forma de vida, tamaño, color de las flores, etcétera), nombre común y usos en el área de recolecta, fecha, nombre del colector y un número, progresivo si recolecta ejemplares diferentes.





Tomado de: https://es.slideshare.net/jlucyo/tripticocomo-hacer-un-herbario.

NOTA 1: Para identificar las especies vegetales (plantas), una vez colectadas las muestras es necesario que los miembros de la Cooperativa Tzamanguimó se dirijan al personal del programa de la Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach) con conocimientos acerca del monitoreo de flora y fauna para continuar el proceso de herborización, montaje y etiquetado.

NOTA 2: Los cuadrantes seleccionados para el primer monitoreo serán los mismos siempre.

Monitoreo de fauna silvestre

Herpetofauna

Anfibios.

Se distinguen de otros vertebrados (animales con esqueleto) por tener una piel húmeda y sin escamas, además de la falta de uñas verdaderas (Young 2004). En Chiapas existen tres grandes grupos: cecilias (orden Gymnophiona), salamandras (Caudata) y ranas y sapos (Anura).

Las cecilias tienen forma de gusano y llegan a medir hasta 40 cm, carecen de patas, su cuerpo está dividido por pliegues o anillos externos, ojos reducidos y cubiertos de piel, por lo que casi no se les nota. Presentan una mandíbula provista de dientes y tienen un pulmón; su coloración es gris azulado oscuro y su vientre blanco o claro y no existe diferencia entre hembras y machos (Smith y Taylor 1966; Villa 1972). Tienden a salir a la superficie en épocas de lluvia, siendo más activos durante la noche. Su piel es viscosa por las secreciones para mantenerse húmedos y viven enterrados en suelos lodosos donde se alimentan de invertebrados (Gadow 1905; Villa 1972).

Las salamandras presentan cuatro patas casi del mismo tamaño y una cola relativamente larga. Las especies de Chiapas alcanzan un tamaño máximo de 15.0 cm y todas pertenecen a la familia Plethodontidae, caracterizada por no tener pulmones y respirar a través de la piel. Las hembras depositan los huevos en tierra, semienterrados u ocultos bajo troncos, de los cuales nacen individuos terrestres iguales a los padres pero pequeños. En este caso la fase larvaria acuática es suprimida completamente. Los pletodóntidos tienen una independencia del agua que les ha permitido vivir en lugares poco habituales como árboles o plantas epífitas (que crecen sobre árboles como bromelias, por ejemplo) (Buckley y García-París 2014).

Ranas y sapos, conocidos como anuros por carecer de cola (cuando son adultos), son los anfibios más abundantes y con mayor número de especies. Presentan cuatro extremidades, de las cuales las posteriores (patas traseras) son alargadas y especializadas para el salto; el tronco o cuerpo es corto; sus ojos por lo general grandes y bien desarrollados, aunque en algunas especies están reducidos, sobre todo en aquellas que se entierran o son cavadoras. La mayoría presenta estructuras vocales (sacos) que les permiten producir sonidos (cantos) para atraer a las hembras en la época reproductiva y aparearse. Son nocturnos y registran actividad durante el periodo de lluvia. Los huevos típicamente son depositados en agua y dan como resultado larvas (renacuajos) que sufren una metamorfosis para alcanzar su estado adulto. Muchas de las especies de Chiapas depositan sus huevos en nidos espumosos o en la vegetación, colgando sobre el agua, y otros aun en porciones terrestres húmedas, donde tienen un desarrollo directo sin pasar por un estado larvario acuático (Muñoz-Alonso et al. 2014).

Reptiles. Su característica principal es la presencia de escamas que protegen su cuerpo de la deshidratación; tienen la piel seca y dependen de fuentes externas de calor, como los rayos del sol, para mantener la temperatura de su cuerpo. Son ovíparos (depositan en la tierra huevos con cáscara) y vivíparos (paren a sus crías) (Halliday y Adler 2007).

Se dividen en cinco subgrupos: el primero más diverso, formado por lagartijas y serpientes. Las primeras tienen cuerpo pequeño y esbelto, cuatro extremidades (patas), uñas y cola larga; algunas pueden desprender la cola para escapar de sus depredadores y una nueva crece para reemplazar la perdida (autotomía). Las segundas carecen de extremidades, párpados y oído externo; todas son carnívoras y algunas matan a sus presas mordiendo e inyectándoles veneno, mientras que otras (no venenosas) se enrollan para sofocarla, matarla y comerla.

Las tortugas corresponden a otro grupo y se caracterizan por una concha ósea (caparazón) en la que pueden esconder total o parcialmente cabeza, cuello, extremidades y cola.



Figura 4. Principales características de los sapos y las ranas. Tomado de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sapo rana.jpg.

Los cocodrilos son reptiles de talla grande con cuerpo alargado y cráneo robusto, hocico largo y mandíbulas muy fuertes, patas cortas, pero desarrolladas; son poderosos depredadores que capturan a sus presas en aguas superficiales o en las orillas. Los tuataras son organismos con cuerpo semejante al de una lagartija con cabeza grande y cola gruesa (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2006).

Materiales para el monitoreo de anfibios y reptiles.

- Guías de campo.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo.
- Lápiz.
- Formatos de monitoreo de anfibios y reptiles.
- Reloj.
- GPS.

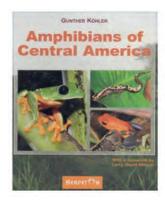
Equipo para el monitoreo de anfibios y reptiles.

• Regla.



Las guías de campo para la identificación de anfibios y reptiles son una herramienta esencial para la identificación de los tipos grupos de animales y plantas en el campo.

Contienen ilustraciones o fotografías de las especies, las principales características para su identificación y dónde viven (distribución), aspecto importante porque algunas son muy parecidas pero viven en sitios diferentes, por lo cual el lugar de su hallazgo nos ayudará a identificarla correctamente (Figura 5).



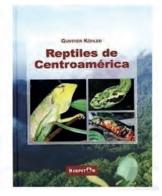


Figura 5. Guía de anfibios y reptiles de América Central (Kohler 2003).

En este ejemplo se muestra dos especies de lagartijas del género Norops. Una de las características para su identificación es el saco gular o papada; sin embargo, algunas tienen sacos con coloraciones y patrones parecidos, por lo cual se debe corroborar su área de distribución, que en ocasiones viene en las guías ilustradas en mapas como el de las Figuras 6 y 7. Así, si hay dos especies parecidas, pero, de acuerdo con los mapas, una no se distribuye en Chiapas y la otra sí, podremos seleccionar a la correcta.

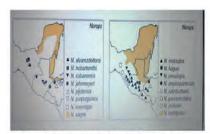


Figura 6. Distribución de dos especies de lagartijas del género Norops. Tomado de Gunther-Kohler (2003).



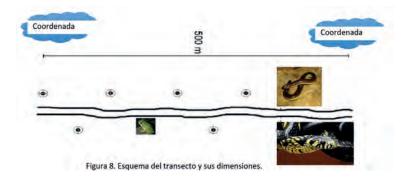
Figura 7. Dos especies de lagartijas del género Norops. Tomado de Gunther-Kohler (2003).

Monitoreo

Transectos de ancho fijo. La técnica consiste en establecer transectos lineales de 500 m de longitud y ancho fijo de 10 (Figura 8) (Muñoz-Alonso 2012), y se les recorre buscando minuciosamente a los anfibios y reptiles en los posibles microhábitats. El número depende del área total del predio donde se va a monitorear. Se recomienda sea un área equivalente al 10% de la total. Se puede ubicarlos al azar o utilizando senderos ya establecidos; con el GPS se registra las coordenadas donde inicia y termina el transec32

to; se recorre cada uno en dos o tres horarios, dependiendo de los de mayor actividad de anfibios y reptiles (de 9:00 a 12:00 o 13:00 durante el día y el nocturno de 19:00 a 23:00 o 00:00 (Jones 1986 Casas-Andreu *et al.* 1991; Ramírez 1994; Uribe *et al.* 1999).

Para cada individuo se registra datos en la libreta de campo como las coordenadas utilizando GPS, la fecha, la hora, el número de fotografía, la dirección (este u oeste) y las condiciones del tiempo en una libreta de campo (Meza 2012).



ASEPSIA EN REPTILES Y ANFIBIOS. PROTOCOLO BÁSICO DE MANEJO.

6 puntos básicos (González 2016):

1. Respeto de la franja horaria natural a la especie. A veces se pasa por alto: hay que manipular, fotografiar, fichar, etcétera, a anfibios y reptiles sólo en sus horas de actividad naturales; por ejemplo, sacar a una salamandra de su escondrijo para hacerla una foto a plena luz del día causa un estrés innecesario y no se debe hacer.

- 2. Respeto por la libertad de movimientos de la especie. Algunas son calmadas y otras nerviosas o agresivas. Se debe tener en cuenta su temperamento para evitar sorpresas y daño físico al animal y a quien lo manipula, si intenta atacar o escapar. Nunca se deberá inmovilizarlo sin justificación, es decir, de ser posible y si la identificación por fotografías lo permite, no manipular a ningún organismo.
- 3. Esterilización de las botas (fundamental). Son el medio más proclive a transmitir el hongo asesino Dendrobatidis, transmititido principalmente en un medio acuático. Por lo tanto, si te mueves de una zona a otra el mismo día, deja secar las botas totalmente, pues el hongo y otros patógenos similares no sobreviven sin humedad, está comprobado. También puedes recurrir a la asepsia del calzado con algún agente desinfectante, como la lejía. Nosotros solemos rociar botas o zapatillas con una solución de agua con el 10% de lejía (las suelas principalmente) antes de comenzar a andar o al final.
- 4. Uso de gel antiséptico. Las manos son otro factor de riesgo de transmisión de enfermedades para los anfibios. El desinfectante cutáneo ayuda a prevenir. De ser posible, rociar con esta solución cada vez que se toque individuos de zonas distintas, el mismo día o de diferentes especies sería lo mejor. Así se puede prevenir contagios humano-hérpeto y de un individuo a otro de la misma especie. Varios compuestos son desinfectantes y antisépticos, como el alcohol, el triclosán o soluciones acuosas con clorhexidina (Figura 9).

5. Uso de guantes desechables: Ayudan a no dañar a los anfibios en caso de que nuestras manos estuvieran infectadas por algún patógeno o jabones, detergentes y otras sustancias. Puedes encontrarlos en las farmacias, de látex o nitrilo, estos últimos los más resistentes y los primeros de mayor sensibilidad; también puedes usar guantes de limpieza del hogar (nuevos) o normales de trabajo, siempre que estén limpios y esterilizados (Figura 10).



Figura 9. Uso de guantes de látex para la manipulación de anfibios.

6. Esterilización del material complementario: Se debe practicar con redes, cañas, pinzas, báscula e incluso la cámara mediante desinfectantes bacterianos o antisépticos.

En el caso de reptiles los métodos de captura varían según sus características: para lacertilios se utiliza cañas con lazos corredizos de hilo cáñamo; para serpientes no venenosas, tortugas terrestres y de agua dulce se realizó capturas manuales y con las venenosas se puede utilizar pinzas herpetológicas de 44" de longitud (Karns 1986; Casas *et al.* 1991).

NOTA 1: Para la identificación de anfibios y reptiles puede acudir al Posgrado de Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, donde se le asesorará para la determinación de especies.

NOTA 2: Se recomienda no capturar a los ejemplares, en especial aquellos peligrosos para quien realiza el monitoreo, por ejemplo especies venenosas; para su identificación, tomar fotos claras del organismo.

NOTA 3: Para el monitoreo adecuado es de suma importancia que los transectos o cuadrantes siempre sean los mismos.

A continuación, se muestra las características de anfibios y reptiles.



Figura 10. Medidas para la identificación. Tomado de Vargas-García (2015).

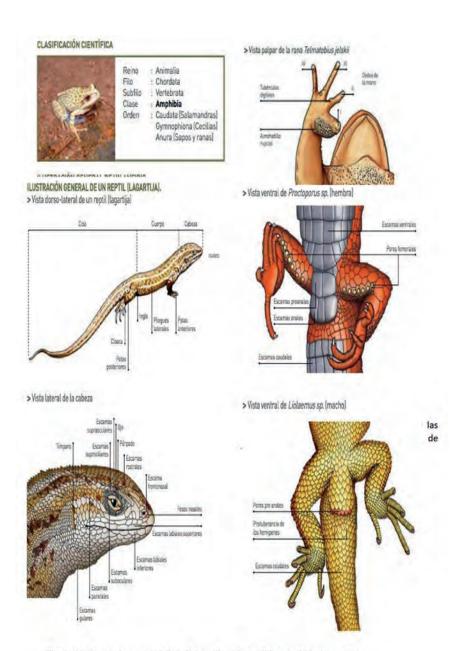
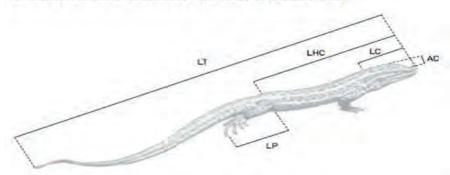


Figura 11. Muestra las características de lagartijas y las medidas que deben tomarse en campo. Tomado de Vargas-García (2015).

MEDICIONES GENERALES DE UN REPTIL (LAGARTIJA)



LHC = Longitud hocico-cloaca, LT = Longitud total, LC = Longitud de la cabeza, AC = Ancho de la cabeza, LP = Longitud de la pata

Figura 12. Se muestran las medidas que deben tomarse para la identificación. Tomado de Vargas-García (2015).

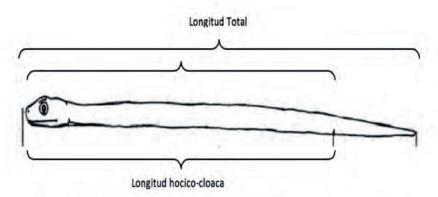


Figura 13. Medidas para la identificación. Tomado de https://www.researchgate.net/profile/Sonia Gallina/publication/3104258.29/fig

Monitoreo de aves. Son los vertebrados de sangre caliente que ponen huevos. Una de sus características es estar cubiertas de plumas, siendo su principal medio de locomoción el vuelo, para el cual poseen adaptaciones anatómicas únicas entre los seres vivos, como huesos huecos, pico sin huesos ni dientes, ausencia de vejiga urinaria, que les permiten aligerar el peso corporal. Algunas tienen plumas pero no vuelan, como los avestruces, los ñandúes y los pingüinos (Del Olmo 2009).

Existen alrededor de 10,500 especies de aves en el mundo, distribuidas en 30 órdenes; entre 1,123 y 1,150, cerca del 11% del total mundial, habitan en México; se ha registrado que Oaxaca, Chiapas y Veracruz son los estados con mayor riqueza de especies, siendo la avifauna oaxaqueña de 736 especies registradas (Navarro et al. 2014; Hickman et al. 2009; Pablo y Gómez 2009).

MATERIALES PARA EL MONITOREO DE AVES

- Binoculares
- Guías de campo
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Lápiz
- Formatos de monitoreo
- Reloj
- GPS

Guías de campo para la identificación de aves. Son una herramienta esencial para la identificación de los tipos. En

general, contienen ilustraciones o fotografías de las que se puede observar en determinadas localidades, describiendo las principales características físicas (morfológicas). Tienen suma utilidad, pero antes de usarlas en el campo es necesario revisarlas para familiarizarnos.

Existe una variedad de guías de campo para identificar a las especies de aves en México. Para el caso particular del presente programa de monitoreo se podría usar la de Ber van Perlo, publicada en 2006 y que lleva por título en inglés Birds of Mexico and Central America (Aves de México y América Central). Ésta incluye a las especies de conocidas para México, Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Es importante que los monitores comunitarios consideren que no todas las mencionadas por la guía se encuentran en nuestro país. Se requiere revisar los mapas de distribución para determinar si las identificadas habitan o no en el territorio nacional. Cada especie incluida en la guía cuenta con su nombre en inglés, español y científico. Con el propósito de uniformizar el uso de los nombres se sugiere utilizar el nombre científico al reportar los resultados. La identificación correcta es muy importante para el éxito de los monitoreos.

Puntos importantes a considerar antes de salir a monitorear aves:

* Cargar todo el equipo necesario y los aditamentos para nuestro bienestar en campo, como un recipiente con agua para beber.

- * Utilizar ropa de colores discretos (sin brillo) para evitar ahuyentar a las aves.
- * Guardar silencio y caminar sigilosamente para no espantarlas.
- * No aproximarse demasiado a aquellas que estén cortejando, construyendo nidos o cuidando pollos para no poner en riesgo su éxito reproductivo.
- * Cuidar el hábitat que muestreamos porque de él dependen las especies monitoreadas.

¿Cómo identificar un ave?

Esta habilidad requiere tiempo, paciencia y mucha práctica. Entre más dedicación, mejor. Se les encuentra en todo tipo de hábitat. Cuando se le observa es necesario fijarnos en la mayor cantidad de características físicas para determinar de qué especie se trata sin confundirla. Es importante observar su morfología, como el color y la forma del pico, el color de las patas, los colores de sus plumas, etcétera. Se recomienda ver al ave el mayor tiempo posible antes de buscarla en la guía de campo. Es útil dibujar las características y revisar la guía de campo. Para una observación más detallada es adecuado conocer los nombres de las partes de su cuerpo (Figura 14).

El color del plumaje es uno de los rasgos para diferenciar especies de aves. No obstante, otras propiedades servirán durante la identificación, tales como el tamaño, la silueta, el canto, la conducta y el hábitat. Aunque el tamaño puede ayudarnos, es necesario tomar en cuenta que las proporciones quizá sean engañosas, dependiendo de la distancia en la cual nos encontramos. Es recomendable tomar como referencia un elemento estático próximo al individuo posible de medir una vez se haya retirado. Cuando se encuentran lejos o a contraluz es dificil determinar los detalles de sus plumajes, pero su silueta puede facilitarnos la identificación. La capacidad de hacerlo mediante su canto es muy importante, pues en muchas ocasiones es complicado observar a las especies muy escurridizas (veloces o ligeras) o escondidas entre la vegetación. Es necesario salir a escucharlas, poner mucha atención, ser pacientes y entrenar arduamente en campo, o buscar apoyo de quienes conozcan las de la región. El comportamiento funcionará, pues hay conductas características de ciertos tipos, como el "picoteo" de los pájaros carpintero.

El hábitat facilita la determinación de las especies, pues algunas están restringidas a ambientes específicos. Si por múltiples circunstancias no es posible la identificación no hay que desesperarse sino continuar saliendo a observar. Se recomienda tomar una fotografía, grabar el canto o dibujar al ave que no reconozcamos para identificarla mediante la consulta de otras guías de campo o a personas experimentadas. Si se dificulta durante los monitoreos, es necesario incluir este tipo de registro con el rótulo "especie no identificada" en los formatos de muestreo, incluyendo el número de individuos.

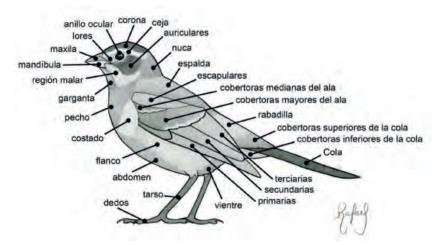


Figura 14. Topografía o morfología de un ave. Se refiere a los nombres de las partes, cuya presencia varía según la especie.

Métodos para monitorear

Para aves matutinas, vespertinas y diurnas en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras se recomienda la siguiente metodología:

Técnicas visuales y auditivas. Para las primeras son necesarios tamaño, silueta y forma del ave, forma del pico, tipo de patas y cola, colores de las plumas y otras partes, comportamiento (tipo de vuelo, forrajeo, movimiento de cuerpo o cola, etcétera) y hábitat (amplitud en su distribución y tipo de vegetación donde se encuentra comúnmente). Para las auditivas se debe considerar cantos y llamados: tonos, ritmos, repeticiones y duración.

Transecto de ancho variable

Se le establece cada uno de dos kilómetros de longitud, con una separación de 150 m para reducir el traslape de las observaciones (Sutherland 2006; Rioja et al. 2013). Cada uno (estudio detallado a lo largo de una línea) debe ser recorrido dos veces al día dependiendo de lo que se quiera monitorear (e.j. 06:00 a. m.-10:00 a. m. y 3:00 p. m.-7:00 p. m.). Se debe georreferenciar cada registro mediante un receptor manual del sistema de geoposicionamiento global (GPS), apuntando a distancia perpendicular al transecto; de ser necesario, se fotografía los ejemplares para obtener una colección ilustrativa de las especies registradas y su identificación (Rioja et al. 2013); además se anota fecha, hora, asociación vegetal y condiciones de tiempo (Meza 2012). Para las observaciones se utiliza prismáticos. Se puede identificar las especies de aves mediante las guías de campo de Peterson and Chalif (1989), Howell and Webb (1995) y Sibley (2000).

RECOMENDACIONES

- Monitorear dos veces por estación (primavera, verano, otoño e invierno) para comparar las poblaciones de aves.
- El día del monitoreo se muestrea dos veces al día con horarios de 6:00 a 9:00 a. m. y de 4:00 a 7:00 p. m.

NOTA: Es indispensable que los transectos monitoreados sean siempre los mismos.

Monitoreo de mamíferos. Son animales de sangre caliente que alimentan a sus crías con leche mediante glándulas mamarias. Pueden estar total o parcialmente cubiertos de pelos. Alimentan a las crías dentro de una placenta durante la gestación (Reid 2009; Hickman et al. 2000).

Los mamíferos desempeñan roles muy importantes en los ecosistemas, algunos son depredadores de insectos, polinizadores, consumidores y dispersores de semillas (Aguirre 2007) y otros presas de carnívoros, etcétera (Terborgh 2005). Además, son indicadores de las condiciones ecológicas y del estado de conservación de ambientes (Rumiz 2010) por los registros de presencia/ausencia en sitios con distintos grados de disturbio (Navarro et al. 2008). A nivel mundial existen 5,676 especies y México cuenta con 564 silvestres (Hernández et al. 2018), de las cuales 204 especies y 194 subespecies, incluidas en 116 géneros y 30 familias, están reportadas para Chiapas (Retana y Lorenzo 2002). Actualmente, con fines de estudiar a los mamíferos, existe una división: los de talla pequeña y los de mediana a grande; Robinson y Redford (1986) y Medellín (1994) consideran cuatro categorías basadas en la escala logarítmica 10: pequeños (< 100 g), medianos (entre 100 y 1,000), grande (entre 1,000 y 10,000) y muy grande (>10,000) o los no voladores que poseen un peso aproximado menor a 1 kg durante su etapa adulta (incluyendo roedores, marsupiales y lagomorfos).

Por conducta evasiva, tamaño pequeño y coloración opaca o porque permanecen ocultos en refugios subterráneos o son arborícolas, se requiere su captura y determinación poscampo, utilizando trampas y cebos (de ser el caso) para su identificación (Perú 2015).

Con estos fines se requiere equipo para recolectarlos de manera científica y humana; se utiliza trampas que los mantengan vivos, conservándolos en buenas condiciones y en un microambiente confortable. Las trampas Sherman son útiles para la captura de musarañas, roedores y carnívoros pequeños. Requieren cebo para atraerlos.

Son trampas de captura viva construidas en aluminio y en variedades no plegables y plegables, lo que las hace livianas y de fácil transporte. Se suele utilizar cebo (por ejemplo con mantequilla de maní y avena). El peso ejercido por el animal al ingresar en la trampa libera el mecanismo de acción que mantiene la puerta abierta. Una ventaja de este tipo de trampa es que la puerta no es bloqueada fácilmente con los cuartos traseros del animal y la tasa de mortalidad es baja. La disposición de estas trampas en terreno puede ser en transectos, en lugares propicios de paso del animal (De la Maza y Salas 2013).



Se coloca las trampas a lo largo de un transecto lineal* (sendero marcado), que por sus características físicas de vegetación y formaciones rocosas resulta idóneo para la presencia de roedores.

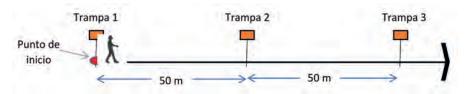


Figura 15. Transecto lineal para el monitoreo de pequeños mamíferos.

* Los transectos son un método para inventariar mamíferos pequeños. Pueden ser tan largos como se quiera, pero siempre dependen del número de trampas. Tienen la ventaja de cubrir condiciones topográficas o de vegetación diferentes y permiten reconocer la diversidad de los mamíferos en una área de manera rápida.

MATERIALES

- Libreta de campo
- Lápiz o bolígrafo
- Formatos de monitoreo de mamíferos
- Cebo (avena y vainilla)*
- · Regla o flexómetro

El éxito de captura está relacionado con los olores atractivos de los cebos, con base en ingredientes diversos (Perú 2015), siendo los más efectivos para este caso avena y vainilla.

EOUIPO

- Guantes de carnaza
- Bolsa plástica transparente
- Cámara fotográfica
- Trampas Sherman o elaboradas de mano propia
- GPS o cintas plásticas de referencia

COLOCACIÓN DE LAS TRAMPAS

- 1) Para comenzar el monitoreo se requiere identificar la zona apropiada por sus condiciones físicas de vegetación y rocas para albergar roedores.
- 2) Se identifica el comienzo del transecto y se toma la referencia mediante el GPS (también un objeto físico o cinta plástica) para la localización de la trampa.
- 3) Se elabora el cebo con base en una combinación de avena y vainilla.
- 4) Se coloca una trampa en el punto de inicio del transecto (con mucho cuidado y de tal manera que pase desapercibida en el medio ambiente).

- 5) Después de la primera trampa hay que contar 50 pasos (50 metros) y colocar la segunda, siguiendo el transecto preestablecido. Es decir, debe haber una persona encargada de los pasos (Esquema 1).
- 6) Repetir el procedimiento hasta terminar de colocar las trampas.
- 7) Al día siguiente, si hay ejemplares se debe identificarlos y tomar las referencias apropiadas siguiendo el siguiente procedimiento:
- A. Al encontrar una especie capturada se procede a sacarla con mucho cuidado, empleando una bolsa y sacudiendo fuertemente la trampa para que el roedor entre sin daño.
- B.Al tener los ejemplares se procede a anotar características y medidas según los siguientes códigos.
- LT = Longitud Total, CV = Longitud de Cola Vertebral, PT = Longitud de la Pata Trasera, O = Longitud de oreja (Figura 27).
- 8) Este procedimiento requiere cuidado para no dañar a los ejemplares, teniendo presente que al no poder manipular al animal por su agresividad hay que medirlo desde la bolsa con referencias adecuadas.
- 9) Después de tomar las indicaciones apropiadas se procede a liberar al roedor en donde fue capturado.

En cada trampa se tomará las referencias de localización mediante GPS (o identificar y poner una señal). Se les coloca entre las 17:00 y 19:00 y se les revisa al día siguiente en las primeras horas.

PUNTOS IMPORTANTES PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS.

- 1) Cargar todo el equipo necesario y los aditamentos para nuestro bienestar en campo, por ejemplo, recipiente con agua para beber.
- 2) Utilizar ropa apropiada para caminar en forma segura en la naturaleza.
- 3) Cuidar el hábitat donde se practica el monitoreo porque de él dependen las especies.
- 4) Se puede monitorear de forma estacional mediante muestreos durante las temporadas de lluvia y seca.

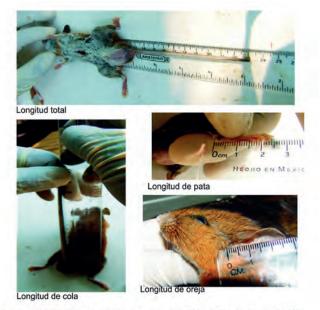


Figura 16. Medidas de las partes de los roedores. Fuente: Romero Almaraz 2007.

Registro y procesamiento de la información. En cada monitoreo se debe llenar el formato y anotar los registros fotográficos de las capturas. Para identificar las especies se sugiere acudir a las instalaciones del posgrado en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Unicach.

NOTA 1: Para la identificación de mamíferos pequeños puede acudir al Posgrado de Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, donde se le asesorará.

NOTA 2: Se recomienda no capturar a los ejemplares, tomando fotos claras del organismo a identificar.

NOTA 3: Para el monitoreo adecuado es de suma importancia que transectos o cuadrantes siempre sean los mismos.

Literatura citada

- Aguirre, L. F. (ed.). 2007. Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Editorial Centro de Ecología y Difusión, Simón I. Patiño, Sirena, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Alarcón, H. P. 2010. Implicaciones y contradicciones del ecoturismo en La Sima de las Cotorras, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Alvarez, M., S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina, A. M. Umaña y H. Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Arévalo, J. E. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Puntarenas. Asociación Conservacionista de Monteverde, Monteverde.
- Asensio, I. A., S. S. de Toda y F. M. Millán. 2005. El estudio de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (19).
- Anónimo. Consultado el 2 de febrero de 2018.
- Bibby, C. J., N.D. Burgues y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academy Press Ltd. London.

- Birdlife International. 2016. Partnership for nature an people. Disponible en: http://www.birdlife.org/.
- Camacho, R. E. 2015. Indicadores turísticos como herramientas de evaluación de la sostenibilidad en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras. Tesis de maestría. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Caughley, G. and A. R. E. Sinclair. 1994. Wildlife Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications. Boston.
- Chapin III, S. F., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek et al. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature 405: 234-242.
- Chediack, S. E. 2009. Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ;para qué?
- Cires, E. 2009. Manual para la recolección de plantas y su herborización. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas (BOS). Área de Botánica. Universidad de Oviedo. España.
- Cooperrider, A. Y., R.J. Boyd and H.R. Stuart (eds.). 1986. Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat. U.S. Department of the Interior, Bureau Of Land Management, Service Center, Denver, Colorado.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2013. Corredor Biológico Mesoamericano. Serie Diálogos/Número 3. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y

- Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. ¿Qué es la biodiversidad? Disponible en:http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/ pdf/Que_es.pdf.
- Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 2001. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.
- Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 2010. Monitoreo poblacional de cocodrilianos (Crocodylus acutus y Caiman crocodilus fuscus) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.
- Cuarón, O. 1991. Conservación de los primates y sus hábitats en el sur de México. Tesis de maestría. Sistemas de Estudio de Posgrado. Universidad Nacional Hereda, Costa Rica.
- Cuartas, C. A. y D. Marín. 2014. Guía ilustrada. Mamíferos cañón del río Porce-Antioquia. Universidad de Antioquia, Herbario. Medellín, Colombia.
- Dallmeier, F. and J. A. Comiskey (eds.). 1998. Forest Biodiversity in North and South America Research and Monitoring. Smithsonian Institution. Man and the Biosphere Series, volume 21.
- De la Maza, M. y C. Bonacic. 2013. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Pontificia. Universidad Católica de Chile

- Diario Oficial de la Federación, 2010, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Eberhardt, L. L., D. G. Chapman and J. R. Gilbert. 1979. A Review of Marine Mammal Census Methods. Wildl. Monog.
- Ecotono. 1995-99. Boletín del Programa de Investigación Tropical del Centro para la Biología de la Conservación. Universidad de Stanford, California.
- FAO. 2009. Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales-Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S. Roma.
- FAO. 2013. La fauna silvestre en un clima cambiante.
- Espinosa, D., S. Ocegueda et al. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Conabio. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Edición FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gallina, S. y C. López. 2011. Manual de técnicas para el estudio de fauna. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México.

- Gardner, T. A., J. Barlow, R. Chazdon, R. M. Ewers, C. A. Harvey, C. A. Peres and N. S. Sodhi. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. Ecology Letters 12:561-582.
- García, O. 1995. Apuntes de mensura forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 66p http://web.unbc.ca/~garcia/unpub/mensura.pdf.
- González, A. 2016. Asepsia en reptiles y anfibios. Protocolo básico de manejo. Fecha de consulta: 6 de octubre de 2017.
- González, A. 2011. Métodos de captura y contención de mamíferos. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1, 117-126.
- Goldsmith, F. B. 1994. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman and Hall, New York.
- Goldsmith, F. B. 1994. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman and Hall, New York.
- Heath, D. 1995. An Introduction to Experimental Design and Statistics for Biology. University College of London, London.
- Herweg, K., K. Steiner and A. J. Staats. Manejo sostenible de la tierra. Lineamientos para el monitoreo del impacto (1999). Documento de Trabajo V.1. Center for Development and Environment, Berna.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek and M. S. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

- Hernández, S. F., J. Cimé, J. Sosa, J. Pech y J. Chablé. 2018. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán I.
- Hickman, P. C., S. L. Roberts y A. Parson. 2000. Principios integrales de zoología. 10a edición, Mc Graw-Hill Interamericana, Aravaca, Madrid.
- Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, 2009. Monitoreo básico de la diversidad biológica en áreas naturales protegidas. Lima, Perú.
- International Union for Conservation of Nature, 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org.
- Kremen, C., A. Merenlender and D. D. Murphy. 1994. Ecological Monitoring: a fundamental requisite of conservation and development programs in the tropics. Cons. Bio. 8:388-397.
- Landres, P. B., J. Verner and J. W. Thomas. 1988. Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species: a Critique. Conservation Biology 2:316-329.
- Laporta, M. 2012. Centro Universitario de la Región Este. Recuperado el 6 de septiembre de 2015, de http://eva. universidad.edu.uy.
- Mendez, C. A., T. D. Sisk and N. M. Haddad. 1995. Beyond birds: multitaxonomic monitoring programs provide a broad measure of tropical diversity, pp. 451-456, en J. A. Bissonette and P.R. Krausman (eds). Integrating people and wildlife for a sustainable future. Proceedings of the first International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.

- Medellín, R. A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. Cons. Biol. 8:780-799.
- Ministerio del Ambiente de Perú. 2010. Guía de evaluación de flora y fauna silvestres. Lima.
- Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación. Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima.
- Monitoreo Biológico en la Selva Maya. 1999. Patrocinado por US Man and the Biosphere Program/Tropical Ecosystem Directorate y Wildlife Conservation Society, con colaboración de El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal, Quintana Roo, México (Ecosur-Quintana Roo), El Colegio de la Frontera Sur San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México (Ecosur-Chiapas), Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (CECON), Mesoamerican Society for Conservation Biology (MSCB), Center for Conservation of Biology, Stanford University (CCB, SU), Smithsonian Institution/Monitoring and Assessment of Biodiversity Program (SI/MAB), Conservación Internacional México, A. C., Programa Chiapas, Belize Tropical Forest and Protected Areas Planning Proyect Division of Forestry y Ministry of Natural Resources, Belize.
- Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. Disponible en: http:// www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf.

- Moreno, C. E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana.
- Morlans, M. C. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones. S. f. del V. de Catamarca.
- Mora, J. M. 2015. Mamíferos silvestres de Costa Rica. Editado por Universidad Estatal a Distancia.
- Navarro, A. G., M. F. Rebón, A. Gordillo, A.. Townsend, H. Berlanga y L. A. Sánchez. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento 85: S476-S495.
- Noss, R. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Cons. Bio. 4:355-364.
- Ortega, R., L. A. Sánchez, H. Berlanga, V. Rodríguez y V. Vargas. 2012. Manual para monitores comunitarios de aves. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas de baja influencia de actividades productivas promovidas por el Corredor Biológico Mesoamericano. México.
- Pablo, R. E. y S. Gómez. 2009. Diversidad de aves en temporada de lluvias en el monumento natural de Yagul. 15. En: http://www.conanp.gob.mx.
- Ralph, C. J., G. R. Gaupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. Desante and B. Milá. 1995. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. General Technical Report, Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture.
- Reid, F. A. 2009. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. 2a edition. Oxford University Press. New York. USA.

- Retana, O. G. y C. Lorenzo. 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. Acta zoológica mexicana (n.s) 85: 25-49.
- Romero, M. D. 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. México, D. F: Las prensas de ciencias.
- Robinson, J. G. and K. H. Redford. 1986. Body Size, Diet, and Population Density of Neotropical Forest Mammals. Amer. Nat. 128:665--680.
- Rumiz, D. 2010. Cap. 2. Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En: Importancia de los mamíferos en Bolivia.
- Sandler, B., S. Weiss, J. Fay, E. Martínez y C. Galindo-Leal. 1997. Deforestación e identificación de las asociaciones de vegetación en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, en el sur de México, a través de sensores remotos de satélite. World Wildlife Fund-México, México, D. F.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2009. Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales: Una revisión de los progresos realizados en la aplicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Programa de manejo. Reserva de la Biosfera El Ocote. Ed. Conanp. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Manejo de vida silvestre. Guadalajara, Jalisco.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultado el 30 de enero de 2018. Biodiversidad. 156-190.
- Schemnitz, S. D. (ed.). 1980. Wildlife Management Techniques Manual. 4th ed. Wildlife Society, Washington, D. C.
- Sparrow, H. R., T. D. Sisk, P. R. Ehrlich y D. D. Murphy. 1994. Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. Conservation Biology 8: 800-809.
- Sutherland, W. L. 1996. Ecological Census Techniques. A handbook. Cambridge University Press.
- Tessaro, G. y C. González (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- Terborgh, J. 1989. Where Have All the Birds Gone? Princeton University Press. Princeton New Jersey.
- Terborgh, J. 2005. The Big Things that Run the World-A Sequel to E. O. Wilson. Conservation Biology 2: 402-403.
- United Nations Environmental Program. 1992. Convention on Biological Diversity. Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Voss, R. S. and L. H. Emmons. 1996. Mammalian Diversity in Neotropical Lowland Rainforests: A Preliminary Assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History. Washington, USA. 230.

Сарітило ІІ

Análisis multidisciplinario del efecto de la presencia de roedores vectores zoonóticos de arenavirus en el desarrollo de una epidemia de fiebre hemorrágica en dos municipios de Chiapas, México

Tamara Rioja Paradela¹, Edilberto Victorio Ocaña¹, Rebeca Isela Morales Valerio¹, Brenda Jasmín Núñez González¹, Víctor Manuel Guillén Rodríguez¹, Mariano Gómez Santiz¹, Jesús Yaxkin Zenteno Méndez¹, Carlos Farfán Martínez¹, Imara Córdova Pérez¹, Orantes García Carolina², Arturo Carrillo Reyes¹, Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla², Segundo Jordán Orantes Alborez¹, Jorge Antonio Paz Tenorio¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^{*}Autor de correspondencia: tamara.rioja@unicach.mx

I. Introducción

El Covid-19 es una enfermedad zoonótica que ha ocasionado no sólo millones de pérdidas humanas sino problemas de salud física y mental, de disponibilidad de alimentos y pérdidas económicas en tan sólo dos años por todo el mundo (FAO 2020; Kola *et al.* 2021; Verschuur *et al.* 2021; World Health Organization 2021a, 2021b).

Una zoonosis se transmite de forma natural de los animales (en su mayoría vertebrados) al hombre y viceversa, representando una amenaza significativa y creciente para la salud pública (Olival *et al.* 2017; Lorenzo *et al.* 2017). La principal razón de que se presente y ocasione procesos epidémicos y pandémicos es la actividad antropogénica que contribuye al acercamiento entre la fauna silvestre y el ser humano. Tal es el caso de la deforestación ocasionada por la urbanización, la agricultura de monocultivo y la ganadería extensiva, o la contaminación, la fragmentación y la destrucción de los ecosistemas naturales por el incremento de la explotación de recursos naturales para satisfacer el consumismo (Jones *et al.* 2008).

Entre las enfermedades zoonóticas más conocidas encontramos a la gripe aviar, la rabia, el ébola, el SARS, el Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS) y ahora el Covid-19 (World Health Organization 2019). No obstante, existen otras no son tan conocidas pero igualmente letales para la salud del ser humano, como la fiebre hemorrági-

ca producida por el arenavirus, cuyos principales vectores son los roedores, vertebrados que viven en casi cualquier ecosistema del planeta, vectores de por lo menos 68 virus zoonóticos a nivel mundial. Estos organismos producen muchas crías en un plazo muy corto de tiempo, por lo que representan una seria preocupación como reservorios de virus emergentes en el mundo (Luis et al. 2013; Han et al. 2015; Lorenzo et al. 2017).

En 1967, en Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, al sur de México, tres años de destrucción de áreas boscosas en la zona ocasionaron la abundancia de una especie de roedor vector de este virus, el ratón mexicano (Peromyscus mexicanus), alrededor de las casas, ocasionando una epidemia de fiebre hemorrágica de arenavirus que produjo cientos de muertes (Cajimat et al. 2012). Recientemente, en 2019, en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal, en Chiapas, México, se registró la presencia de arenavirus en especies de roedores (Lorenzo et al. 2017; Lorenzo et al. 2019; Lorenzo et al. en revisión), por lo que un diagnóstico multidisciplinario de los factores causantes de una futura epidemia resulta imperioso.

En 2020 practicamos un análisis multidisciplinario acerca del efecto de la presencia de tres especies de roedores vectores zoonóticos de arenavirus, el ratón casero (Mus musculus), el ratón silvestre mexicano (Peromyscus mexicanus) y la rata negra (Rattus rattus), en la evolución de una epide-

mia y el desarrollo sustentable de los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa. El estudio se enfocó en desarrollar un diagnóstico multidisciplinario de los factores biológicos, ambientales, socioeconómicos y educativos que pudieran ocasionar un mal manejo de las actividades antropogénicas y contribuir a la presencia del arenavirus y a una epidemia de fiebre hemorrágica; en una segunda fase se ejecutó una propuesta multidisciplinaria de acciones de prevención y gestión para evitar un escenario catastrófico de desarrollo y contribuir al desarrollo sustentable del área de estudio.

II. Diagnóstico

2.1 Biología y ecología de poblaciones de tres roedores vectores de arenavirus en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México

Se describe al ratón casero (Mus musculus), el ratón silvestre mexicano (Peromyscus mexicanus) y la rata negra (Rattus rattus) para comprender qué factores biológicos dan lugar a su desarrollo y al aumento de su densidad poblacional en ambos municipios, convirtiéndose en un factor de peligro respecto al arenavirus en la zona.

En estudios recientes se encontró que cambios de uso de suelo en el área (deforestación, urbanización, apertura de zonas agrícolas y de ganadería extensiva) han sido acompañados por poblaciones de M. musculus, R. rattus y P. mexicanus, todos colectados en bosques primario y secundario y en la inmediación de las casas del área; individuos de M. musculus presentaron la presencia del arenavirus en su cuerpo (Lorenzo et al. 2019; Loreanzo et al. en revisión). Las especies M. musculus y R. rattus son típicamente comensales y poseen una larga historia como reservorios y transmisores de enfermedades zoonóticas, incluidas la fiebre hemorrágica causada por arenavirus (Sudia et al. 1975; Bowen et al. 1997; Li et al. 2015; Williams et al. 2018). Por su parte, P. mexicanus también posee antecedentes como vector del arenavirus en poblaciones de Chiapas (Cajimat et al. 2012). Eso sugiere que a ambos municipios se puede considerarlos como hotspots por brote de enfermedad epidémica de fiebre hemorrágica viral (Lorenzo et al. en revisión).

2.1.1 Ratón silvestre mexicano (Peromyscus mexicanus)

Este roedor es un cricétido de tamaño medio con una masa corporal que varía entre 40 y 56 gramos, caracterizado por su falta de pelo en la cola (Asension 2010) y con un pelaje muy corto de textura suave con colores desde marrón claro y rojizo hasta tonalidades marrón oscuras (Trujano y Álvarez 2010; Figura 1). Posee una amplia distribución geográfica y de acuerdo con Rojas y Barboza (2007) se encuentra mayormente en bosques de tierras medias y altas que oscilan entre los 600 y 3,000 msnm. Este roedor tiene presencia en las montañas húmedas del sur de México y Centroamérica en zonas con temperaturas tropicales (24°C), desde San

66

Luis Potosí hasta el sur de Veracruz y el norte de Oaxaca en el Istmo de Tehuantepec y en el lado occidental de la frontera de Guerrero-Oaxaca, incluyendo norte y oriente de Chiapas y Tabasco hacia las tierras altas de Guatemala y a través de El Salvador, extendiéndose hasta el sur occidental de Panamá (Figura 1). Vive comúnmente debajo de troncos caídos o maleza, o en las raíces de los árboles. Difícilmente se le encuentra en los bordes de los bosques y los claros, como en zonas rocosas o acantilados de roca caliza (Trujano y Álvarez 2010; Pérez 2016). Este roedor cuenta con una gran capacidad de adaptación que le permite subsistir en cualquier condición mientras tenga alimento; es capaz de habitar zonas periurbanas y la expansión urbana es un elemento que amplía su distribución (Asension 2010; Ramos y Susan 2016).





Figura 1. Características y mapa de distribución potencial de Peromyscus mexicanus (Ceballos et al. 2010).

Entre la dieta de este roedor se encuentran semillas o frutos. aunque llega a consumir una amplia variedad de alimentos (Asension 2010; Mendoza y Horvath 2013).

En cuanto a su reproducción, no posee una temporada fija, sino durante todo el año (Trujano y Álvarez 2010). Sin embargo, existen condicionantes en el crecimiento poblacional de esta especie por la edad, pues los roedores jóvenes son incapaces de reproducirse como la clase posreproductiva (individuos más viejos), dejando únicamente capaces de reproducirse a los de la clase madura. El periodo de gestión de éstos varía de 28 a 32 días y durante su vida las hembras tienen de 1.9±0.10 camadas, con 1.7±0.08 crías por cada una (Trujano y Álvarez 2010).

La precipitación pluvial es factor limitante del desarrollo de esta especie, pues afecta directamente su disponibilidad de alimento, determinando la capacidad de fecundidad, supervivencia, inmigración y emigración, limitando y controlando abundancia y distribución poblacional. Aunado, la población de *P. mexicanus* se reduce por la presencia de temperaturas ambientales muy frías (Ramos y Susan 2016). Durante la temporada seca en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal en Chiapas se cuenta con características propicias para la disminución de la población de este roedor (bajas temperaturas y pobre precipitación pluvial). *P. mexicanus* es reservorio y transmisor de enfermedades zoonóticas, incluidas la fiebre hemorrágica causada por arenavirus (Cajimat *et al.* 2012).

2.1.2. Rata negra (Rattus rattus)

Este múrido de cuerpo alargado llega a pesar entre 120 y 160 g, tiene hocico puntiagudo y orejas largas y entre 16 y 22 cm de longitud, con una cola de hasta 19 (Figura 2). Los adultos presentan una coloración muy oscura en el pelaje con tonos de gris oscuro a casi negro (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014). Este roedor es considerado una de las plagas más importantes de la salud pública por el número de enfermedades que puede transmitir además de las pérdidas en la agricultura, especialmente cultivos de caña de azúcar, cacao, frutales y hortalizas

(Borroto-Páez 2013; Panti-May et al. 2018); es generalista y oportunista, con la capacidad de destruir cortezas de árboles y contaminar fuentes de alimento humano (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014).

R. rattus es una especie invasora con orígenes en Asia y actualmente dispersa en todo el mundo, considerada como el roedor invasor más perjudicial de la biodiversidad (Brito y Ojala-Barbour 2014); su amplia distribución es por su alta tasa reproductiva y la gran capacidad de adaptación, lo que le ha permitido establecerse en casi todas partes (Núñez y Cisterna 1991). En México se asocia a las poblaciones humanas, por lo cual se le considera una especie comensal (Figura 2). Según Panti-May et al. (2018), la falta de información de zonas tropicales de América ha limitado el entendimiento de su demografía en México.



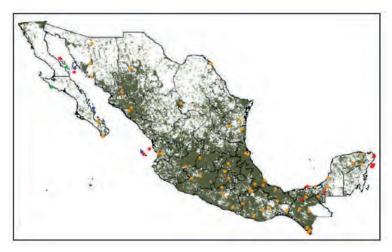


Figura 2. Características y mapa de distribución potencial de *Rattus* rattus en México (Álvarez y Medellín 2005).

Como especie nativa habita en ciudades, aldeas, campos de cultivo y ecosistemas naturales como tundra, taiga, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, matorral, sabana, pastizal, chaparral y desierto; como exótica, cualquier entorno natural y urbano (Álvarez y Medellín 2005). R. rattus es un roedor arborícola y con gran agilidad para trepar, con la capacidad de invadir cualquier área natural (Núñez y Cisterna 1991; Borroto-Páez 2013). En núcleos urbanos y periurbanos vive casi exclusivamente alejada del nivel del suelo mediante la construcción de madrigueras en lugares poco accesibles, como copas y troncos de árboles, paredes, entretechos, desvanes, etcétera, y construye con cualquier tipo de materiales tales como ramas y hojas de árboles, bolsas plásticas, papel, telas, hilos, pajas, aserrín de madera, entre otras; rara vez anida sobre la tierra, pero cuando ocurre es en huecos de árboles, entre raíces, grietas sobre el terreno, debajo de rocas o troncos, pilas de basura y desperdicios; también presenta nidificación oportunista, es decir, se aprovecha de los refugios construidos por otras especies como los nidos de aves y aprovecha los recursos disponibles producidos por la actividad humana con un gasto energético mínimo (Borroto-Páez 2013; Monge 2019).

Este roedor es omnívoro con más tendencias herbívoras (Monge 2019), aunque llega a comer invertebrados terrestres y marinos, insectos y otros vertebrados (Álvarez y Medellín 2005; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014).

En condiciones naturales se reproduce durante todo el año, con temporadas de máxima fertilidad en primavera y otoño, disminuyendo un poco en invierno y verano. En medios urbanos las condiciones favorables existen constantemente dada la disponibilidad de alimento y refugio. Como en las zonas tropicales no existen cambios drásticos de temperatura por la estacionalidad, para R. rattus en ésta no parece ser un factor limitante para su reproducción, en particular en ciudades (Monge 2019).

La migración está dada por diversos factores y se le cataloga en: local, estacional y masiva. La primera es con el fin de obtener alimento y agua, la segunda y la tercera son por problemas de disponibilidad de alimentos o alteraciones al medio ambiente como cambio climático, inundación, incendios, sequías, demoliciones, terremotos, etcétera (Núñez y Cisterna 1991). Las condiciones naturales de disponibilidad de alimento, topográficas y climáticas de los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal no son perjudiciales para la especie, todo lo contrario.

R. rattus es reservorio y transmisor de enfermedades zoonóticas, incluidas la fiebre hemorrágica causada por arenavirus (Sudia et al. 1975; Bowen et al. 1997; Kosoy et al. 2015; Li et al. 2015; Williams et al. 2018).

2.1.3 Ratón casero (Mus musculus)

Es una especie de roedor miomorfo que mide unos 10 cm entre la cabeza y el cuerpo y pesa entre 12.5 y 29 g. El color del pelaje va desde marrón a negro con vientre blanco o gris (Figura 3). Es territorial y vive en colonias (Gutiérrez-Rodríguez *et al.* 2019). Originalmente contaba con una distribución paleártica (Conabio 2017). Hoy su distribución es global (excepto en la Antártida, Figura 3), como una especie comensal del hombre (Álvarez y Medellín 2005), con una gran facultad de alcanzar su máxima densidad de población en el entorno urbano (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud s.f.-a) y una gran capacidad de adaptación al entorno silvestre.





Figura 3. Características y mapa de distribución potencial de mus musculus en México (Álvarez y Medellín 2005).

Uno de los factores del éxito del M. musculus es su alta plasticidad, lo que le ha permitido adaptarse rápidamente a nuevos ambientes (Conabio 2017). Como especie nativa se establece en grietas o madrigueras subterráneas mediante una red compleja de túneles con tres o cuatro salidas en zonas boscosas, sabanas y pastizales, incluso en rocosas; aunque es buena trepadora, no anida en árboles. Vive generalmente en los márgenes de piedra o entre la vegetación herbácea, pastos, bosques, matorrales, orillas de los campos cultivados, donde hay agua disponible; sin embargo, en este entorno no es un buen competidor frente a otras especies de roedores y por eso sólo hay pequeñas poblaciones de *Mus musculus* en ambientes naturales (Álvarez y Medellín 2005; Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, s.f.-a). En el ámbito urbano vive en casas, granjas, edificios, tierras de cultivo, pilas de madera o cualquier lugar cerca de una fuente de alimentación. En México está altamente asociada a las poblaciones humanas y en consecuencia refleja una distribución con respecto a los núcleos poblacionales con un radio de 2 km (Álvarez y Medellín 2005).

Este roedor es omnívoro, con una dieta principalmente conformada por cereales, frutas, granos, semillas, madera, tallos, raíces, hojas, pero también carroña, insectos, artrópodos y productos lácteos.

Alcanza su madurez sexual entre las cinco y siete semanas de vida; los ratones silvestres tienen estaciones reproductivas influenciadas por la duración del día, la nutrición y la variación del lugar, lo que provoca periodos más cortos comparados con los comensales (urbanos), cuyo ciclo dura todo el año, presentando una ligera disminución en invierno. Las hembras gestan los embriones alrededor de 20 días. Tienen entre cinco y 10 camadas por año y cada una puede

ser de entre tres y 12 crías. Son reproductores prolíficos, alcanzando proporciones de plaga, pues una hembra adulta puede dar a luz de 15 a 150 crías por año, dependiendo de las condiciones (Conabio 2017).

La variación poblacional de M. musculus está dada por alta tasa reproductiva y su alta plasticidad como especie, además de su habilidad para escapar de los depredadores. Otra característica que determina la dimensión de la población de estos roedores es que pueden alimentarse y adaptarse a una variedad de sustancias disponibles en el medio donde habitan (Gutiérrez et al. 2019).

M. musculus es considerado como plaga agrícola al contaminar los alimentos humanos con sus excretas. Destruye madera, muebles, tapicería, ropa, papeles y todo aquello que puedan roer, también se estima que arruina alrededor del 20% de las cosechas de cereales en el mundo. El impacto que provoca depende totalmente del lugar geográfico y los cultivos en la zona (Gutiérrez et al. 2019). Es portador de agentes zoonóticos como Arenavirus spp, Leptospira spp, Salmonella spp, Brucella spp y Coxiella, los cuales causan enfermedades como fiebres hemorrágicas y encefalitis (Gutiérrez et al. 2019).

2.2 Diagnóstico de cobertura vegetal y uso de suelo en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Caracterizamos a las asociaciones vegetales nativas y los usos de suelo en ambos municipios para comprender cómo su estado de conservación influye en la presencia y el aumento de la densidad poblacional local de los tres roedores vectores de arenavirus.

2.2.1 Ocozocoautla de Espinosa

El territorio de este municipio está compuesto por 10 asociaciones vegetales nativas, destacando por su superficie selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, bosque de pino, bosque de encino y bosques secundarios (Figura 4; Semarnat 2001; Rzedowski 2006).

Este municipio es importante ecológicamente porque en el norte se localiza el Corredor Biológico Chimalapas-Uxpanapa El Ocote y Cascada El Aguacero, áreas naturales protegidas con una gran riqueza florística y faunística. En su zona central se ubica un área sabanoide, en las laderas de los cerros, con agrupaciones de Crescentia alata sobre suelos negros, con mal drenaje y fácilmente inundables. Más al sur se tiene selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia y bosques de encino y pino (Ortiz-Hernández 2011).

No obstante, el resto del territorio tiene distintos usos de suelo, siendo la zona agrícola la de mayor superficie, sobre todo en la parte noreste del municipio, seguida de la de pastizal inducido para ganadería extensiva (Figura 4). El cambio de uso de suelo hacia la agricultura ha aumentado al pasar los años, fragmentando y destruyendo a las asociaciones vegetales naturales, especialmente la selva mediana subcaducifolia (Ortiz-Hernández 2011).

2.2.2 Berriozábal

Existen seis asociaciones vegetales, la selva alta perennifolia la de mayor superficie, seguida de la mediana subperennifolia y la baja caducifolia y los bosques de pino-encino (Figura 5).

En el municipio se localiza la Zona Protectora Forestal Vedada "Villa Allende", la cual abarca el 10.43% de su territorio; también se encuentra parte de la ANP Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, abarcando el 5.66% de la superficie municipal; finalmente, también están la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera" que conforma el 21.19%, y la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "Cerro Meyapac", con el 0.20% (Consultoría Biotecnológica Mesoamericana 2012).

En cuanto a usos de suelo, cuenta con cuatro tipos, siendo el pastizal cultivado el de mayor porcentaje en superficie (33.01%), seguido de agricultura de temporal (13.47), zona urbana (0.85) y cuerpos de agua (0.32) (Figura 6; Consultoría Biotecnológica Mesoamericana 2012).

2.3 Diagnóstico del crecimiento poblacional, la urbanización y las actividades productivas en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Se caracteriza el crecimiento poblacional, la mancha urbana y las actividades productivas en ambos municipios, pues estos tres factores antropogénicos poseen un serio efecto negativo en fauna y flora silvestres (Chomel et al. 2007). Estos fenómenos provocan cambios ecológicos y una drástica reducción del hábitat de la vida silvestre y favorecen la transmisión de enfermedades zoonóticas al ser humano debido al acercamiento con poblaciones de fauna como los roedores (Castillo et al. 2003).

2.3.1 Crecimiento poblacional de ambos municipios (1995-2015)

El de Berriozábal cuenta con una localidad urbana y 94 localidades, con una extensión territorial de 353.4 km², representando el 2.3% del territorio de la región Centro y el 0.39 de la superficie estatal (INAFED s.f.). Su población total actual es de 51,722 personas (INEGI 2015). El de Ocozocoautla de Espinosa posee dos localidades urbanas y 706 rurales; su extensión territorial es de 2,109.67 km², equivalente al 20% de la superficie regional y al 3.27 de la del estado (INAFED s.f.). Su población total actual es de 92,103 personas (INEGI 2015). El crecimiento poblacional de ambos municipios ha ido en mayor aumento desde 1995, según datos del INEGI (Figura 7).

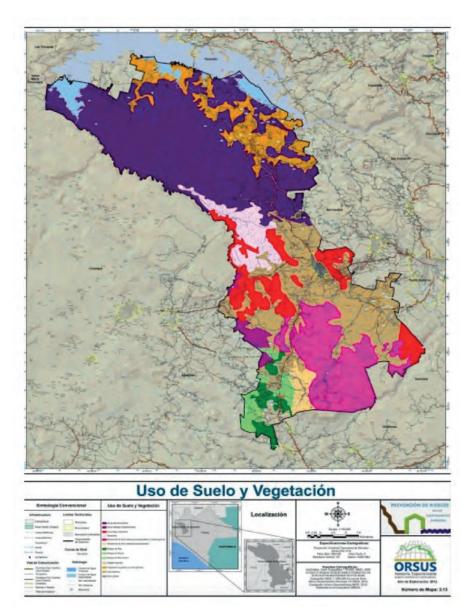


Figura 4. Asociaciones vegetales y uso de suelo en Ocozocoautla de Espinosa (Ortiz-Hernández 2011).



Figura 5. Asociaciones vegetales en Berriozábal (CBM 2012).



Figura 6. Usos de suelo en Berriozábal (CBM 2012).

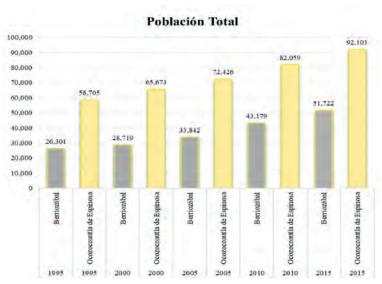


Figura 7. Crecimiento poblacional de ambos municipios (INEGI 2015).

2.3.2 Crecimiento de la urbanización en ambos municipios (2005-2015)

Entre 2005 y 2015 la mancha urbana en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa ha aumentado en un 52.2% (Figura 8), mientras que en el de Berriozábal en un 41.80 (Figura 9), indicando que las ciudades han extendido su superficie, probablemente por la migración del campo a las ciudades, así como un incremento de nacimientos.

En 2019 la densidad poblacional en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa se concentraba en el centro del área urbana, con hasta 743 personas en una sola hectárea, mientras en las áreas periféricas urbanas es un máximo de 49 (Figura 10). Esta tendencia se presenta en el de Berriozábal, donde en la periferia se cuenta con densidades de 36 personas por hectárea, mientras que en el centro urbano aumenta a 795 (Figura 10). Eso es indicador de cómo ambos municipios incrementan su población urbana, repercutiendo en el aumento superficial de este sector y su acercamiento a zonas silvestres, hábitat de los tres roedores vectores de arenavirus.

2.3.3 Actividades productivas antropogénicas en am**bos municipios (2005-2015)**

Los dos cuentan con 4,266 unidades económicas registradas, de las cuales el 89% corresponde al sector terciario, el 10 al secundario y sólo el 1 al primario; se calcula que la población económica activa en conjunto no pasa de 35,894 personas (Gobierno Municipal de Berriozábal 2019; Gobierno Municipal de Ocozocoautla de Espinosa 2016; Vázquez 2018).

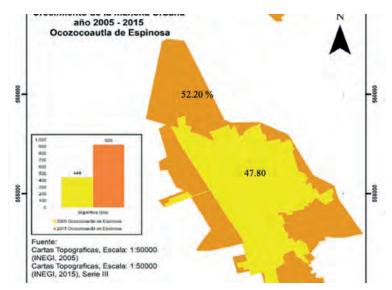


Figura 8. Crecimiento de la mancha urbana del municipio de Ocozocautla de Espinosa (INEGI 2015).

De acuerdo con Campos y Hernández (2011), en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa las principales actividades productivas son la agricultura en primera instancia, con una superficie de 301.2 hectáreas, seguida de una ganadería extensiva pobre con 58.5. La destinada a la producción agrícola está dividida en 51.8 de cultivo de piña (Ananas comosus), 110.25 de maíz (Zea maiz), 31.15 de frijol (Phaseolus vulgaris) y 108 de café (Coffea arabica) como principales cultivos, además de una menor destinada a frutales, como plátano (Musa paradisiaca), naranjo (Citrus aurantium), limonero (Citrus medica), durazno (Pirus comunis) y, entre las flores, gardenia (Gardenia brighamii), gladiolo (Gladiolus klattianus), jazmín (Jasminum fruticans) y el rosal (Rosa spp.).

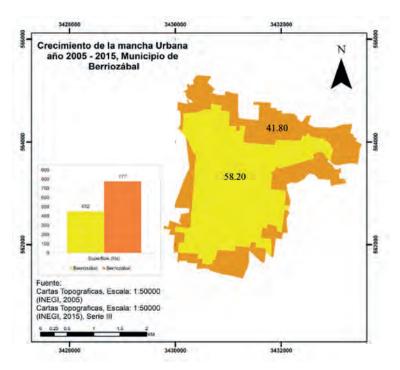
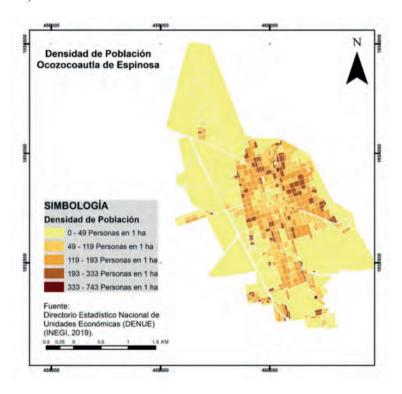


Figura 9. Crecimiento de la mancha urbana del municipio de Berriozábal (INEGI 2015).

Ocozocoautla de Espinosa es un municipio que no produce ni comercializa grandes cantidades de ganado para producción de carne y leche, un sector que no ha cobrado auge en la economía local porque se practica de manera extensiva y la mayoría de los productores no ha recibido capacitación, así que emplean el método de manejo heredado de sus antepasados y la explotación es poco eficiente (ICSEC 2010).

Las actividades productivas más importantes del municipio de Berriozábal también son la agricultura y la ganadería, sin embargo ambas han experimentado una disminución

en las décadas recientes. Hace algunos años se reportaba 12,876 hectáreas dedicadas a la producción agrícola, de las que alrededor de 1,000 eran aptas para tractor y sólo 50 contaban con riego. Los cultivos de mayor producción son el maíz (Zea maiz) con una superficie de cultivo de 4,760 hectáreas (con rendimientos promedios de 1 t/ha), el café (Coffea arabica) con 1,284 y el plátano (Musa paradisiaca) con 156.



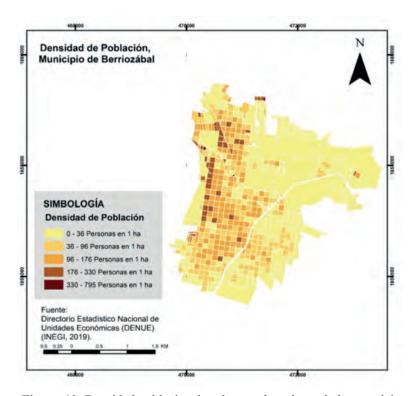


Figura 10. Densidad poblacional en la mancha urbana de los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal (INEGI 2019).

Actualmente, según datos del Gobierno Municipal de Berriozábal (2019), la superficie de cultivo del municipio de Berriozábal se redujo a sólo 3,176 hectáreas, ocasionando un problema económico serio.

En el segmento pecuario, en el municipio de Berriozábal, Chiapas, se reporta 1,082 unidades de producción, de las cuales 389 corresponden a sistemas productivos bovinos con inventario de 7,576 cabezas de ganado con un promedio de 15 vientres por semental.

En ganadería sobresale la producción de aves con 3,493 toneladas, seguida de la de ganado bovino con 809. Para este caso, los sistemas de producción se basan en modelos extensivos en pastizales para el pastoreo en zonas con fragmentos de bosque, cañadas, acahuales y pequeñas áreas de cultivos de maíz, pues son potreros que soportan una baja carga animal. El propósito principal es la cría en pie, destinada al mercado local. La producción porcina representa el 87.62% del total municipal, la bovina el 9.93, la ovina 1.46 y la avícola el 0.99 restante, respecto al valor de la carne en canal (Ayuntamiento del Municipio de Berriozábal 2018).

Ambos municipios dedican sus actividades productivas a la agricultura, con una gran parte de su superficie territorial. En cuanto a la ganadería, si bien es más importante en Berriozábal, e incipiente en Ocozocoautla de Espinosa, en ambos casos ocupan y destruyen asociaciones vegetales nativas mediante un manejo extensivo.

2.4 Diagnóstico del clima y los procesos de sequía en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

En esta sección caracterizamos el clima y los eventos de sequía que quizá se repitan por fenómenos como La Niña y el cambio climático global, pues estos factores impactan biología y ecología de los tres roedores vectores de arenavirus (Palma 2005). Mus musculus y Rattus rattus se reproducen durante todo el año en regiones de clima estable y

uniforme, pero en el templado las reproducciones son más estacionales y llegan a un mínimo cuando las condiciones climáticas son desfavorables (Rowe 1972).

Sequía, inundaciones y tormentas afectan la disponibilidad de alimentos, refugios y sitios de reproducción de la fauna silvestre (FAO 2003).

La sequía es un fenómeno meteorológico cuyos impactos en lo que refiere a epidemias pueden ser severos al provocar el desarrollo de plagas como roedores y cucarachas. Dicho de otra manera, significa más calor (Naturplagas 2020). Las sequías están ligadas a la ausencia, el retraso o el déficit de lluvias (Paredes *et al.* 2011).

2.4.1 Clima de Ocozocoautla de Espinosa

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, en el municipio se presentan cuatro grupos climáticos: cálido húmedo, con temperatura media anual mayor a los 22°C y del mes más frío mayor a 18°C; la precipitación del mes más seco menor de 60 mm; cálido subhúmedo, con media anual mayor de 22°C y del mes más frío mayor de 18°C y precipitación del más seco entre 0 y 60 mm; semicálido subhúmedo del grupo C, presenta una media anual mayor a 18°C, con precipitación en el mes más seco de 40 mm; semicálido húmedo del grupo C, con media anual mayor de 18°C y del mes más frío menor de 18°C, con precipitación anual mayor a 500 mm (Figura 11).

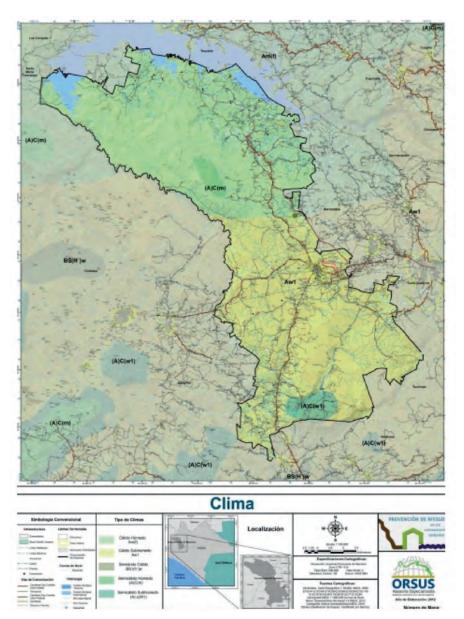


Figura 11. Grupos climáticos en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal (Ortiz-Hernández 2011).

2.4.2 Clima de Berriozábal

Los grupos climáticos predominantes son cálido subhúmedo con lluvias en verano en el 66.92% de la superficie municipal, y el cálido húmedo con lluvias en verano en el 33.08. De mayo a octubre la temperatura mínima promedio va de los 15°C a los 22.5, mientras la máxima promedio oscila entre 27 y 34.5. De noviembre a abril es de 12 a 19.5 y la máxima promedio entre 24 y 30°C. De mayo a octubre la precipitación media fluctúa entre 900 y 1,200 mm y de noviembre a abril de 50 a 600 (Figura 12; CBM 2012).



Figura 12. Grupos climáticos en el municipio de Berriozábal (CBM 2012).

2.4.3 Riesgo de seguías en ambos municipios

Utilizando los datos de Monitor de Sequía de México (2020) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para eventos a niveles nacional y estatal entre 2017 y 2020, para el municipio de Ocozocoautla de Espinosa entre enero y mayo de 2017 se presentó un fenómeno de sequía denominado "anormalmente seco", mientras que en junio y julio del mismo año no hubo, pero reaparecieron como "anormalmente seco" en agosto y septiembre. El resto del año no presentó rastros al respecto (Conagua 2020).

Para el municipio de Berriozábal los datos sugieren que en 2017, durante los primeros meses, exhibió un periodo "anormalmente seco", con eventos de "sequía moderada" a finales de marzo y principios de mayo, mientras que el resto del año no presentó rastros (Conagua 2020).

Para 2020 el SMN destacó que en ambos municipios, de enero a mayo, hubo eventos "anormalmente secos" (Figura 13).

Año	Bernozihal 2017		Occasionalla de Espinosa 2017		Berriuzábal 20(8		Ocusocoaută de Espinosa 2018		Bernuzáhal 2019		Ocozocoautia de Espinosa 2019		Berriozábal 2020		Occasional de Espinosa 2020	
	emero	DO	D0	DO	D6		Do		DO	D6	D6	D6	DØ	Dd	DO	Do
febrero	DO	DO	DO	D0	D0	100	D0	DO	DI	DI	DI	Di	DO	DO	100	100
marze	D0	D0	DO	D6	D6	Do	DO	Do	DI	DI	DI	Di	DO	DO	Do	Dil
aheil	D0	DI	DO	DI	DO	DO	D0	DO	De	DI	DI	DI	DQ	DQ	DO	DO
mayo	DI		100	D0	DO	DO	DO	DO	DI	DI	DI	DI	DO		100	
jania						Do		DO	D6	136	D6	Do				
julio					DO	DQ	DO	DO	De	D0	De	DI				
agosto				D0	DI	DI	D2	D2	De	Do	DI	DI				
septiembre			D0		D0	DO	DI	Di	De	De	DI	Di				
sctubre					100	D0	DI	DO	DI	DI	DI	DI				
noviembre							D0	DO	De	D0	De	DG				
diciembre					200	DO	D0	Do	D0	D0	D0	DO				
			CLAS	IFICAC	IÓN D	E LA SE	QUÍA I	E ACU	ERDO	AL MO	NITOR	DE SEC	QUÍA			
normal	mente	Seco													D	0
quía M	oderac	ia													D	1
equía Se	evera														D	2

Nota: De ACUERDO CON

Sequía Extrema Sequía Excepcional

Figura 13. Presencia de eventos de sequía D0 "Anormalmente Seco" en ambos municipios de 2017 a 2020 (Conagua 2020).

Se entiende que los eventos de sequía en ambos municipios no sólo se presentan cada año en la misma temporada (enero a mayo), sino que son anormales para el registro histórico, sugiriendo un probable efecto de cambio climático o de de uso de suelo (deforestación, destrucción y fragmentación de asociaciones vegetales naturales). Así, es probable que la reproducción de los tres roedores vectores de arenavirus, presentes en ambos municipios, disminuya drásticamente por la falta de alimento (energía) y su ciclo reproductivo sea alterado en dichas fechas. También puede ocurrir que al carecer de alimento en el medio silvestre estas especies se

acerquen a los poblados y ciudades para conseguir comida y refugio, contribuyendo así a la aproximación con el ser humano y a una mayor probabilidad de zoonosis (Lorenzo et al. 2017).

2.5. Diagnóstico del sistema socioeducativo y sanitario en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Se describe las características socioeducativas. De acuerdo con Terrón Amigón (2019), planes y programas de estudio influyen en los comportamientos sociales respecto a la naturaleza. La falta de educación ambiental evita que la población sea consciente del efecto de sus actividades en la ecología de la flora y la fauna silvestres, y por ende del daño ante un mal manejo de las actividades antropogénicas al desarrollo sustentable y la salud del ser humano. La ignorancia propicia la aparición de enfermedades zoonóticas como la fiebre hemorrágica producto de arenavirus (Lorenzo et al. en proceso).

Acerca del análisis socioeducativo de la población del municipio de Ocozocoautla de Espinosa, la población económicamente activa está relacionada con las actividades agrícolas y un comercio informal (INEGI 2016); se presenta un 48.6% de una población económicamente activa, es decir, menos de 50% de los pobladores están en la condición de generar producción. De este último dato, la mayoría son hombres con un 75.7% y un 24.3 mujeres; o sea, de cada

10 habitantes económicamente activos ocho son hombres y dos mujeres. Además, el 27.77% de la población es indígena. En este municipio, el 12.2% de la población no tiene escolaridad, lo cual significa que de cada 100 habitantes 12 no han acudido jamás a una escuela. Apenas el 63.6% posee educación básica, es decir, de cada 100 habitantes 63 tienen primaria y secundaria. El 14.1% logra terminar sus estudios de preparatoria y sólo el 9.9% los de licenciatura.

En cuanto al sector sanitario de este municipio, cuenta con un Hospital Rural, el cual carece de personal de enfermería, servicios generales, conservación, químicos, médicos especialistas suficientes, ropa hospitalaria, equipamiento, monitores de signos vitales, incubadoras, lámparas de quirófano y camas de hospitalización; en otras palabras, requiere una inversión mayor para ofrecer servicio de calidad. Esta clínica es la única que proporciona servicios de salud a la población campesina e indígena, y se apoya en el Modelo de Atención Integral a la Salud, basado en la Atención Primaria de Salud (IMSS 2019).

El sistema socioeducativo en el municipio de Berriozábal indica que la población económicamente activa se dedica a la agricultura y el comercio informal, según INEGI (2016); se presenta un 49.3%, es decir, menos de 50% está en condición de generar producción, la mayoría hombres, con un 73.8%, y un 26.2 son mujeres, o sea que de cada 10 habitantes económicamente activos siete son hombres y tres mujeres. Además, el 13.71% de la población es indígena. El 13.9 del total de pobladores no posee escolaridad, significando que, de cada 100, 14 no saben leer ni escribir. Apenas el 58.9% de la población tiene educación básica; es decir, terminó la primaria y la secundaria. Sólo el 15.3 culmina sus estudios de bachillerato. Únicamente el 11.9 estudió licenciatura (INEGI 2016).

Todos estos datos están muy por debajo de la media nacional en términos de escolaridad y alfabetización, ilustrando en términos reales que el nivel educativo en el municipio de Berriozábal no ofrece grandes ventajas para que sus habitantes capten la importancia de cuidar el entorno natural y por ende su salud respecto a eventos como el de una pandemia por virus y bacterias no tangibles o visibles al ojo humano.

En la cabecera municipal de Berriozábal existen sólo dos clínicas públicas, el Centro de Salud y la Unidad Médica Rural del IMSS, tres del sector privado, cinco para la salud dental y una para atención pediátrica. El 75% de la población (39,211) está afiliado a alguna institución de salud, distribuido de la siguiente manera: 6,099 personas afiliadas al IMSS, 1,001 al ISSSTE, 528 al ISSTECH, 1,403 derechohabientes de Pemex, Defensa o Marina, 30,090 al Seguro Popular, 508 a instituciones privadas y 198 a otras. El 25% restante (12,511) no son derechohabientes, por lo que para tener acceso a servicios básicos de salud acuden a las unidades del municipio, donde 16 médicos los atienden, cada uno a 782 pacientes. Los recursos con que cuenta el Ayuntamiento para servicios de salud a la población más necesitada son insuficientes (Ayuntamiento del Municipio de Berriozábal 2019).

De nueva cuenta, estos indicadores sugieren que los pobladores de este municipio carecen de los conocimientos básicos de educación ambiental para comprender la huella ecológica que sus actividades productivas, el crecimiento poblacional y la extensión de mancha urbana dejan en flora y fauna silvestres locales; por tanto, podemos asegurar que tampoco comprenden la relación de tal efecto con la promoción de una epidemia zoonótica como la generada por la presencia de arenavirus en roedores locales.

2.6 Diagnóstico del manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en los municipios de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Los RSU son definidos como aquellos generados en las casas habitación por la eliminación de los materiales utilizados en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los de la limpieza de las vías y lugares públicos (DOF 2014). Están ligados a las actividades diarias del ser humano y son maximizados por el crecimiento de la población, los cambios en los hábitos de consumo, la migración y las nuevas costumbres. Estos factores ocasionan que el manejo de residuos represente una problemática actual para la sociedad (GTZ 2003; Ojeda y Beraud 2003).

La presencia de residuos sólidos urbanos en ciudades y poblados rurales es clave en la proliferación de ciertas especies de roedores en dichas zonas; como ya mencionamos, Mus musculus y Rattus rattus son comensales que se adaptan perfectamente a la vida urbana, alimentándose de residuos orgánicos, lo cual puede contribuir no sólo a su presencia sino a su proliferación, y por lo tanto a una posible presencia de arenavirus en ambos municipios (Lorenzo et al. 2017). A continuación se describe el manejo actual de los residuos sólidos urbanos en Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal.

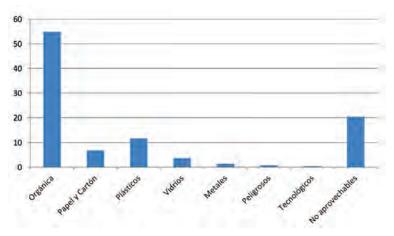
2.6.1 Ocozocoautla de Espinosa

El municipio produce en promedio unas 74.6 toneladas de RSU al día (Morales 2016). Según Rodríguez et al. (2018), son llevados a un relleno sanitario, pero no existe tratamiento, lo que genera contaminación por lixiviados. No son separados ni clasificados sino simplemente vertidos todos juntos. El terreno destinado es de 9 hectáreas, en las cuales hay dos celdas construidas para una capacidad de 60,489 m3. Como el municipio no cuenta con el estudio de caracterización de residuos, no se conoce el dato del peso por metro cúbico. Además no tiene un control adecuado de vectores, entre los que encontramos el objeto de nuestro estudio: los roedores.

2.6.2 Berriozábal

De acuerdo con Araiza et al. (2017), sólo en la cabecera y la localidad Ciudad Maya habita el 65.1% del total de la población municipal (SHCP, 2011). Como en muchas de las ciudades del país, en los años recientes la cabecera ha experimentado un crecimiento en su población de manera notoria, reflejado en la edificación de nuevos conjuntos habitacionales. Eso ha repercutido en la generación de RSU, pues además de haber aumentado el número de colonias se ha incrementado el número de establecimientos comerciales y de servicios, específicamente en la zona centro o primer cuadro.

La generación per cápita promedio diaria de RSU es de 0.456 kg/habitantes. Los de mayor generación son orgánicos y plásticos, seguidos de papel y cartón (Figura 14).



Nota: Papel y cartón

Figura 14. Tipos de RSU en el municipio de Berriozábal (Araiza et al. 2017)

Para la recolección de basura en la cabecera municipal y Ciudad Maya, principales asentamientos humanos en Berriozábal, se utiliza dos vehículos compactadores y dos motocicletas de carga, unidades en mal estado, sin registro de mantenimiento y con descomposturas frecuentes. Se presta el servicio por la tarde, sin horarios fijos ni aviso, ocasionando que los residuos sólidos de hogares y negocios se acumulen por horas en las esquinas de las calles y sean dispersados en la vía pública por los perros callejeros, generando así un foco de infección para la población. Los riesgos sanitarios-ambientales están representados por el basurero municipal a cielo abierto ubicado dentro de los límites de la cabecera municipal (a 4 kilómetros de distancia), tiradero sin ninguna medida de cuidado o mitigación

de los impactos ambientales en un predio de 20,000 km² junto a otro de las mismas dimensiones en desuso, el cual no ha sido clausurado definitivamente, ni se ha implementado medidas para evitar riesgos a la población y al medio ambiente. Éste promedia dos incendios por año por los gases generados por la descomposición de la materia orgánica y la enorme cantidad de plásticos y materiales flamables, llegando a durar hasta dos semanas, contaminando aire y suelo (PDM 2018-2021).

La variedad y el mal manejo de los RSU en ambos municipios favorecen la presencia de grandes poblaciones de roedores vectores de arenavirus en la zona, por lo cual el tratamiento adecuado es indispensable para evitar una futura epidemia de fiebre hemorrágica en el área.

III. Acciones de prevención y gestión para evitar una epidemia de fiebre hemorrágica por arenavirus en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal

3.1 Monitoreo y manejo sustentable de las poblaciones de roedores vectores

En términos generales, se recomienda practicar el Protocolo para Vigilancia y Control de Roedores propuesto por la Organización Mundial de la Salud *et al.* (2019) y el de la Organización Mundial de Sanidad Animal (2012). Éstos aspiran a constituir un aporte para que el personal de salud incorpore metodologías de estimación de infestaciones en lo cotidiano, como procedimiento para caracterizar realidades que exigen atención, en cuantificar los cambios en una situación problemática o generar información para mejorar el proceso de toma de decisiones, diseño, ejecución y evaluación de programas y, por otro, a impulsar que estos procesos sean planificados y sistemáticos, adaptados a las particularidades de cada situación. Dichos protocolos se dividen en cinco fases según los siguientes aspectos:

- a) Preparación: Se recolecta e interpreta información para una descripción detallada del problema, tanto en su magnitud como en sus factores. En esta etapa se realiza un diagnóstico para caracterizar a las poblaciones de roedores y las humanas.
- b) Fase de planificación: Persigue las causas críticas de los problemas a enfrentar, además de los recursos para la elaboración de la direccionalidad estratégica que engloba a todas las actividades. Supone especificar qué se quiere hacer, cómo, dónde, cuándo y con qué medios, qué personas, grupos o instituciones lo van a dirigir, coordinar y supervisar. Se clarifica áreas a intervenir y objetivos específicos y se diseña la estrategia.
- c) Fase de ejecución: Final lógico de la planificación sanitaria. Tiene por objeto las actividadesm desde elaborar un plan de operaciones, pasando por acciones de control de las poblaciones de roedores y el ambiente.
- d) Fase de evaluación: Conocer eficacia, efectividad y eficiencia de las acciones del programa e indagar las conse-

cuencias en términos de modificaciones atribuibles en forma directa en relación con los aspectos problemáticos de origen.

e) Fase de vigilancia: Establecer un sistema de alerta temprana (recolección sistemática y continua de datos), cuyo análisis e interpretación permitan detectar en forma oportuna la actividad de los roedores y las condiciones relacionadas.

Al planificar las actividades de control de roedores, siguiendo este protocolo, se debe tener en cuenta, especialmente, los medios para reducir una población valiéndose de las características de cada especie. Éstos se dividen en tipos de acciones: físicas, mecánicas, químicas y biológicas u orgánicas, de acuerdo con el Manual para el Control Integral de Roedores (Organización Panamericana de la Salud 2012). Sin embargo, se necesita considerar que la meta con miras a erradicar o exterminar los roedores plaga requiere la combinación adecuada y sistemática de los métodos de prevención y ataque, como la coordinación de entidades y recursos logísticos y técnicos de los municipios en estudio. Proponemos el siguiente protocolo específico de acción (basado en el Protocolo para Vigilancia y Control de Roedores) en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y de Berriozábal:

Objetivo general. Disminuir el riesgo sanitario y el daño económico por la presencia de roedores (*Peromyscus mexicanus*, *Mus musculus* y *Rattus rattus*) en los asentamientos humanos de Berriozábal y Ocozocoautla de Espinosa.

Objetivo específico. Disminuir las poblaciones de roedores mediante la aplicación de un programa de control integrado y sustentable.

Resultados esperados. Control directo mediante un ciclo de colocación intra y peridomiciliaria de rodenticidas y los métodos según las necesidades de la población y las viviendas del área de estudio.

Actividades. a) Proporcionar información acerca de la biología y la ecología de las tres especies de roedores y educación sanitaria a las poblaciones.

- b) Difusión entre los vecinos de la actividad a realizar para facilitar el ingreso a las viviendas.
- c) Mediante talleres, entrenar a los habitantes para el monitoreo de las poblaciones y la prevención y el control de las mismas. Implementar las actividades de forma estacional (limpieza de hogares, depósito adecuado de los RSU, trampeo y uso de rodenticidas u otras herramientas, ya sean físicas o químicas).
- d) Acciones de monitoreo poblacional mensuales y estacionales de los roedores para identificar sus dinámicas (nacimientos, muertes, migración, abundancias, presencia de enfermedades a partir de tomas de muestras de sangre y tejido para análisis de RNA/DNA) y así la presencia de virus.

Estas acciones contribuirían a contar con información clave acerca de la dinámica poblacional y la identificación de

arenavirus de las tres especies de roedores mediante el monitoreo y controlar las poblaciones con base en el entrenamiento de los habitantes locales para ejecutarlo con las herramientas propuestas.

3.2 Crecimiento poblacional, ordenamiento territorial y manejo sustentable de las actividades productivas en ambos municipios.

El diagnóstico de crecimiento poblacional, aumento de la mancha urbana, cambio de uso de suelo y actividades productivas en ambos municipios deja claro que conforme pasan los años la probabilidad de un mayor contacto entre las tres especies de roedores y el ser humano es mayor, por lo cual lo es la posible presencia de epidemia por arenavirus. Por eso se recomienda acciones de educación sexual y salud reproductiva, ordenamiento territorial y manejo sustentable de cada una de las actividades productivas que impactan a las asociaciones vegetales naturales cambiando el uso de suelo.

3.2.1 Crecimiento poblacional

Se recomienda talleres de educación sexual y salud reproductiva desde la perspectiva de género para conocer el impacto del crecimiento poblacional desordenado en la calidad de vida y la salud de los habitantes a corto, mediano y largo plazos (García 2013). Es preciso diseñar acciones articuladas entre el sector educativo y el de la salud y garantizar el acceso a la información y la orientación acerca de

la salud sexual, reproductiva y la planificación familiar con campañas en los medios para que la población en su conjunto tenga acceso, en especial las mujeres indígenas, las adolescentes, etcétera. Delgado (2013) sugiere: 1) Como se trata de un derecho sexual y reproductivo básico, el Estado está obligado a garantizar el acceso a los servicios de planificación familiar, libres de discriminación, coerción y violencia. 2) La prevención de embarazos no planificados reduce el número de abortos inseguros y partos de riesgo, sobre todo en adolescentes. 3) El uso de preservativos evita la propagación de enfermedades de transmisión sexual. 4) A mayor planificación familiar, más empoderamiento de las mujeres en el hogar, y de ahí en la sociedad. 5) Las mujeres en general, en específico las adolescentes, tienen mayor posibilidad de continuar sus estudios y acceder al mercado laboral. Decidir cuántos y cuándo tener hijos permite cierto control de sus vidas (García 2013).

3.2.2 Ordenamiento territorial (OT)

El objetivo final es lograr una calidad superior de vida para la sociedad en su concepción más amplia e integral y la sostenibilidad ambiental, social y económica en armonía con el entorno natural (Sánchez-Salazar s.f.). El OT minimiza los efectos negativos de la intervención humana en los ecosistemas con la organización de las actividades antropogénicas en la relación urbano-rural, la planificación de cuencas hidrográficas y de la gestión de riesgos y aspectos

físicos como infraestructura y localización de las actividades, zonificaciones y otras (Sandoval 2014). De acuerdo con Sánchez-Salazar (s.f.), debe contar con las siguientes características:

- a. Ser una política emanada del Estado con base en un marco legal e institucional e instrumentos concretos.
- b. Constituir un proceso de planeación territorial con un enfoque integral mutifactorial que refleje la naturaleza compleja y dinámica del territorio, es decir, entienda al territorio como un sistema en el cual interactúan a escalas componentes naturales, socioculturales, económicos, urbanorregionales y políticos, con relaciones que cambian.
- c. Articular fases y etapas científicas, políticas y administrativas (Figura 15).
- d. Manejar una visión prospectiva que le permita prever la evolución de los procesos y ser proactivo, respondiendo a los conflictos territoriales antes de ocurrir.
- E. Ser un proceso concertado y participativo que incluya a todos los agentes sociales involucrados en el uso, el aprovechamiento, la ocupación y la gestión del territorio en todas las fases del proceso de ordenamiento: desde la caracterización y el diagnóstico territorial hasta la construcción de la imagen-objetivo a mediano y largo plazos y el diseño del programa y de los mecanismos para su gestión y evaluación periódica de avances.

Tanto para Ocozocoautla de Espinosa como para Berriozábal es indispensable emprender un Plan de Ordenamiento para controlar la expansión de la mancha urbana, manejar de forma sustentable sus actividades agrícolas y ganaderas y conservar sus asociaciones vegetales naturales, manteniendo poblacionales saludables y con densidades bajas de fauna silvestre nativa como *P. mexicanus* y de exótica como *M. musculus* y *R. rattus*. Proponemos las siguientes etapas:

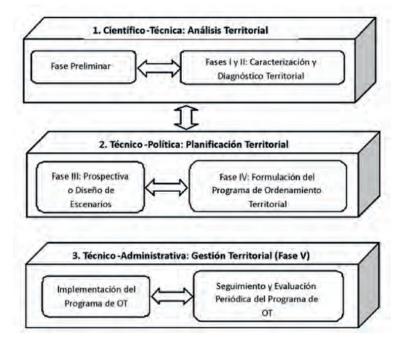


Figura 15. Fases del ordenamiento territorial propuestas por Palacio Prieto y Sánchez Salazar en 2004 (Sánchez-Salazar s.f.).

3.2.3 Manejo sustentable de actividades productivas

Para las agrícolas y pecuarias, principales en Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal, se debe seguir un formulismo basado en el aseguramiento de la sustentabilidad (ambiental, social, económico). En la literatura científica existen protocolos, por lo cual proponemos acciones aplicadas en Latinoamérica y Europa, tales como el Protocolo de Agricultura Sustentable de ODEPA (2016), sustentado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Villalba y Fuentes 1994; Schader *et al* 2013; Salgado-Sánchez 2015; IICA 2020).

Acciones de manejo sustentable agrícola. Según la definición de Eldor Paul, la agricultura sostenible es un sistema de producción agraria conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable. Reconoce valores humanos, suministrando alimentos de alta calidad y manteniendo a la familia agricultora y las comunidades rurales (Villalba y Fuentes 1994). Enlistamos algunas de las más importantes:

- a) Seleccionar cultivos adecuados al clima, el tipo de suelo, el recurso hídrico y la infraestructura local. Considerar los eventos de sequía que se presentan cada vez con mayor frecuencia de enero a mayo en ambos municipios.
- b) Seleccionar los sistemas agroecológico y agroforestal, pues evitan usar plaguicidas y fertilizantes químicos y favorecen las diversidades florística y de insectos y fauna

acompañante, en armonía con las asociaciones vegetales nativas, resultando en un ecosistema saludable y evitando plagas (larvas, roedores). Además permiten utilizar parte de las asociaciones vegetales naturales sin necesidad de fragmentarlas o deforestarlas y generan muchos más productos de monocultivo, como madera, leña, frutas, verduras, miel y hongos.

- c) Evitar el uso de agroquímicos.
- d) Monitoreo y manejo adecuado del recurso hídrico y el suelo, sobre todo en los escenarios de sequía estacionales en ambos municipios.
- e) Respecto a los derechos humanos, condiciones de trabajo y protección social.
- f) Gestión energética.
- g) Identificación de mercados locales, regionales, nacionales y extranjeros para cultivos orgánicos o no tecnificados.
- h) Capacitación a habitantes y agricultores en la agricultura sustentable y sus ventajas, así como acerca del efecto negativo de los monocultivos en la calidad de vida y la salud.
- i) Capacitación sanitaria.
- j) Evitar la quema de terrenos y contar con capacitación contra incendios forestales.

Acciones de manejo sustentable ganadero. Enlistamos algunas de las acciones más importantes:

- a) Seleccionar razas o especies de ganados bovino y porcino y aves de corral adecuadas a suelo, clima e infraestructura local.
- b) Seleccionar sistemas ganaderos armónicos con los ecosistemas. Dependiendo de la zona, se puede utilizar rotación de potreros.
- c) No deforestar ni quemar superficies para cultivar pastizales como alimento. Utilizar especies de pastos y herbáceas nativas en conjunto con suplemento balanceado.
- d) Monitorear la dinámica poblacional del ganado (nacimientos, muertes, reproducción, salud).
- e) Capacitar a los ganaderos respecto a enfermedades del ganado y la relación ganado-flora y fauna silvestre.
- f) Monitoreo y manejo adecuado del recurso hídrico y el suelo, sobre todo bajo los escenarios de sequía estacionales en ambos municipios.
- g) Respecto a los derechos humanos, condiciones de trabajo y protección social.
- h) Gestión energética.
- i) Identificación de mercados locales, regionales, nacionales y extranjeros para cultivos orgánicos o no tecnificados.

3.3 Educación ambiental, capacitación e infraestructura epidemiológica y manejo sustentable de residuos sólidos urbanos en ambos municipios

El diagnóstico de la educación y el sistema sanitario en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal dejan claro que sus habitantes carecen de los conocimientos para comprender cómo sus acciones diarias y el mal manejo de sus residuos sólidos y sus actividades productivas dañan los recursos naturales y favorecen la abundancia de especies de roedores vectores de arenavirus. Ambos carecen de un sistema de salud capaz de hacer frente a una posible epidemia de fiebre hemorrágica, al no contar con protocolos básicos, infraestructura y capacitación. Por eso proponemos líneas de acción.

3.3.1 Educación ambiental

Se recomienda cursos y talleres para los habitantes de todas las edades de ambos municipios, no sólo informativos sino prácticos, de tal forma que se comprenda la relación ser humano-fauna silvestre-zoonósis y se conozca acciones y protocolos de prevención y manejo de una epidemia de fiebre hemorrágica por arenavirus. Es indispensable practicar simulacros de posibles eventos de pandemia con toda la población y las autoridades municipales y sanitarias. Lo ideal sería más de una vez al año. Algunos tópicos a considerar: biología, dinámica poblacional y ecología de roedores vectores. Efectos de las actividades humanas respecto a la presencia de fiebre hemorrágica:

- a) Crecimiento poblacional humano
- b) Cambio de uso de suelo por actividades productivas
- c) Clima, sequía y cambio climático
- d) Mal manejo de residuos sólidos urbanos
- e) Monitoreo y control de poblaciones de roedores
- f) Acciones de prevención y manejo de una epidemia por arenavirus

3.3.2 Capacitación e infraestructura

De acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Sinave 2018), en México es fundamental anticipar las necesidades de quienes deciden y alertarlos por los riesgos de su actuar. El correcto posicionamiento de esta información contribuirá a la vinculación interinstitucional en la prevención y control de problemas de salud cuya solución es multisectorial. La vigilancia epidemiológica es un ejercicio técnico y científico que integra a múltiples fuentes de información; mediante el análisis, estima y predice escenarios para la conducción de las políticas en salud. Integra la información generada por otras dependencias dentro y fuera del sector salud, con representaciones más sofisticadas respecto a la enfermedad, sus determinantes y las relaciones con los contextos.

No obstante, como observamos mediante el diagnóstico del sector sanitario, la capacitación del personal rural o de municipios pequeños y de escasos recursos económicos, como Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal, y la infraestructura para hacer frente a una epidemia como la de la fiebre hemorrágica por arenavirus son casi inexistentes.

Es obligación del Sinave capacitar, informar y otorgar las herramientas necesarias. No obstante, al no ocurrir esto, los pequeños hospitales rurales deben buscar la capacitación por otros medios, quizá de ONG internacionales como Cruz Roja, Médicos sin Fronteras o la OMS, que envía brigadas a países con bajos índices de desarrollo como México.

Algunas de las recomendaciones para la capacitación del personal sanitario y hacerse de infraestructura son:

- a) Cursos y talleres digitales o webinars respecto a epidemiología como los de la Organización Panamericana de la Salud (https://www.paho.org/es/taxonomy/term/37); son gratis y una forma de obtener información básica respecto a epidemias, manejo y gestión.
- b) Documentos científicos acerca de arenavirus, características de su epidemiología y gestión, como el de la OPS (2019), "Alerta epidemiológica. Fiebre hemorrágica por Arenavirus en Bolivia", por citar el más reciente.
- d) Asistir a congresos y reuniones relativas a la epidemiología de virus y enfermedades zoonóticas para entablar contacto directo con científicos, instituciones y personal sanitario.

c) Participar en convocatorias internacionales para infraestructura sanitaria.

3.3.3 Manejo sustentable de residuos sólidos urbanos

Para evitar el aumento de la presencia de las tres especies de roedores en los municipios de estudio es importante el manejo sustentable de sus residuos sólidos urbanos, pues, como se señala en el diagnóstico, son fuente de refugio y alimentos de estos comensales. Algunas acciones recomendadas:

- a). Establecer un relleno sanitario en el municipio de Berriozábal y mejorar el establecido en el de Ocozocoautla de Espinosa, pues está lejos de cumplir con las normas establecidas por Semarnat. En ambos casos, el manejo adecuado debe contar con la separación de la basura (orgánica, plásticos, vidrio, papel y cartón) para una disposición eficiente y el reciclado.
- b). Es indispensable modernizar el sistema de recolección con vehículos adecuados para tal fin y con horarios establecidos y evitar que los habitantes saquen la basura antes.
- c). Los pobladores de los principales asentamientos (fuentes domésticas) deberán separar los residuos sólidos por componentes: orgánicos, papel y cartón, plásticos, vidrio, metales (peligrosos, tecnológicos) y no aprovechables.
- d). En el caso de los residuos sólidos generados por fuentes no domésticas los municipios deben ser muy estrictos en la

aplicación de la Ley en Materia de Medio Ambiente y Manejo de Residuos Sólidos, pues muchas veces son empresas o comercios grandes que, si bien tienen clara la normativa para manejo de residuos sólidos, es letra muerta.

- e). Promover el uso doméstico de composta y lombricomposta para desperdicios orgánicos de cultivos agrícolas y jardinería.
- f). En ambos municipios existe un mercado local de plantas de ornato, tierra de abono y lombrices en viveros, por lo que se abre un potencial para la comercialización de composta y abono doméstico.

IV. Literatura citada

- Álvarez, J. y R. Medellín. 2005. *Rattus rattus* Linnaeus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales.
- Araiza, J., J. C. Chávez y J. A. Moreno Pérez. 2017. Cuantificación de residuos sólidos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México. UNAM, Unicach.
- Asension, J. 2010. Informe final de docencia integrado. Museo de Historia Natural. Universidad de San Carlos Guatemala.
- Ayuntamiento del Municipio de Berriozábal, Chiapas. 2018. Plan Municipal de Desarrollo. Berriozábal, Chiapas. Gaceta municipal de Berriozábal.
- Borroto-Páez, R. 2013. Nidos y refugios de roedores negros (*Rattus rattus*) en Cuba (Mammalia, Rodentia). 1-11.
- Bowen, M. D., C. J. Peters and S. T. Nichol. 1997. Phylogenetic analysis of the Arenaviridae: patterns of virus evolution and evidence for cospeciation between arenaviruses and their rodent hosts. Mol. Phylogenet. Evol. 8(3):301-316.
- Brito, J. y R. Ojala-Barbour. 2014. Presencia de la rata invasora *Rattus rattus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Sangay, Ecuador. Therya, 5(1): 323-329.
- Cajimat, N. B., M. L. Milazzo, R. D. Bradley and C. F. Fulhorst. 2012. Ocozocoautla de Espinosa Virus and Hemorrhagic Fever, Mexico. Emerging Infectious Di-seases, 18(3): 401-405.

- Campos, E. y G. Hernández (2011). Caracterización social y técnica del cultivo de la piña criolla (*Ananas comosus* (L) Merr.). AGRO-Productividad, 4(1), 3-12.
- Castillo, E., J. Priotto, A. M. Ambrosio, M. C. Provensal, N. Pini, M. Morales and J. Polop. 2003. Commensal and wild rodents in an urban area of Argentina. International Biodeterioration and Biodegradation.
- Ceballos, G., C. Blanco y E. González. 2010. *Peromyscus mexicanus*. Distribución delimitada con base en el Atlas Mastozoológico de México. Distribución potencial. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Chomel, B., A. Belotto and F. Meslin. 2007. Vida silvestre, mascotas exóticas y zoonosis emergentes. Emerging Infectious Diseases, Vol. 13.
- Comisión Nacional del Agua. 2017. Servicio Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Sequ%C3%ADa/Monitor%20de%20sequ%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico/Seguimiento%20de%20Sequ%C3 %ADa/MSM20171231.pdf.
- Consultoría Biotecnológica Mesoamericana, S. C. 2012. Atlas de Peligros y/o
- Riesgos Naturales. Municipio de Berriozábal, Chiapas. Ayuntamiento del Municipio de Berriozábal, Chiapas, México.
- Delgado, E. 2013. Planificación familiar en el marco del Día Mundial de la Población. Coalición por la Salud de las Mujeres. Consultado el 22 de enero de 2015 en http://coalicionporlasaluddelasmujeres.blogspot.mx/.

- DOF. 2014. Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Diario Oficial de la Federación. 8 de octubre de 2003.
- FAO. 2003. La fauna silvestre en un clima cambiante. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. ISBN 978-92-5-307089-3.
- FAO. 2020. The Impact of COVID-19 on Food Security and Nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1288155/.
- García, M. I. 2015. El control del crecimiento de la población y las mujeres en México: organismos internacionales, sociedad civil y políticas públicas. Revista Colombiana de Sociología, 38(2), 93-111.
- GTZ. 2003. La basura en el limbo: desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos. Agencia de Cooperación Técnica Alemana (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)-Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental. Manual. México, D. F.
- Han, B. A., J. P. Schmidt, S. E. Bowden and J. M., Drake. 2015. Rodent Re-servoirs of Future Zoonotic Diseases. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 112(22): 7039-7044.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2020. Hacia una ganadería sustentable y de bajas emisiones en México: una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable.

- ICSEC. 2010. Instituto de Comunicación y Servicio del Estado de Chiapas. http://www.comunicacion.chiapas.gob.mx/documento.php?id=20101111083352. Consultada el 3 de agosto de 2011.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. 2019. La cuarta transformación en salud empezó en Chiapas. Consultado el 3 noviembre de 2020. http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201907/239.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. [Última consulta: 5 de enero de 2020]. http://www.censo2010.org.mx/.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Conteo de Población y Vivienda. https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Panorama sociodemográfico de México 2016. http://seieg.iplaneg.net/seieg/doc/Panorama_Sociodemografico_2015_1452886126.pdf.
- Jones, K. E., N. G. Patel, M. A. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J. L. Gittleman and P. Daszak. 2008. Global Trends in Emerging Infectious Diseases. Nature, 451: 990-993.
- Kola, L. *et al.* 2021. COVID-19 mental health impact and responses in low-income and middle-income countries: reimagining global mental health. Lancet Psychiat 8:535-550.
- Li, K., X. D. Lin, W. Wang, M. Shi, W. P. Guo, X. H. Zhang, J. G. Xing, J. R. He, K. Wang, M. H. Li *et al.* 2015. Isolation and characterization of a novel arenavirus harbored by Rodents and Shrews in Zhejiang

- province, China. Virology. 476:37-42. doi: https://doi.org/10.1016/j.virol.2014.11.026.
- Lorenzo, C., T. Rioja, A. Carrillo, J. Bolaños, E. C. Sántiz y D. Navarrete. 2017. Emerging Viral Zoonotic Diseases: Ecological Importance and Evaluation in Southeastern Mexico. Sociedad y Ambiente. 5(15): 31-146.
- Lorenzo, C., T. M. Rioja, A. Carrillo-Reyesand y S. T. Álvarez-Castañeda. 2019. Presence of Arenavirus in *Mus musculus*, Chiapas, Mexico. THERYA, 10(3): 267-269.
- Lorenzo, C., T. M. Rioja, A. Carrillo-Reyes and S. T. Álvarez-Castañeda. En revisión. Three Potential Arenavirus (VHF) rodents reservoirs and cover vegetation and land use change in Chiapas, Mexico: A zoonotic viral hotspot? THERYA. S/P.
- Luis, A. D., D. Hayman, T. S. David, T. O'Shea, P. Cryan, A. T. Gilbert, J. Pulliam, J. N. Mills, M. E. Timonin, C, Willis, K. R. Craig, A. A. Cunningham, A. R. Fooks, C. F. Rupprecht, J. Wood and C. T. Webb. 2013. A Comparison of Bats and Rodents as Reservoirs of Zoonotic Viruses: Are Bats Special? Proceedings Biological Sciences, 280(1756): 1-9.
- Mendoza, V. H. y A. Horvath. 2013. Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México. Therya, 4(2): 409-423.
- Monge, J. 2019. Roedores urbanos. Instituto de Investigación Agrícola.
- Morales, L. F. (2016). Primer informe de gobierno 2015-2018. Obtenido de Ocozocoautla de Espinosa: http://www.ocozocoautla.gob.mx/pdf/Primer_Informe_Gobierno_2015_2018.pdf.

- Naturplagas. 2020. La sequía favorece la proliferación de roedores y cucarachas. https://www.naturplagas.com/la-sequia-favorece-la-proliferacion-de-roedores-y-cucarachas/.
- Núñez, S. y L. Cisterna. 1991. Roedores domésticos I. Caracterización morfológica conductual y sanitaria. Monografías de Medicina Veterinaria, 13(1): 110 https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2016. Protocolo de Agricultura Sustentable. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Ojeda, S. y J. L. Beraud. 2003. The municipal solid waste cycle in Mexico: final disposal. Resour. Conserv. Recy. 39 (3), 239-250. DOI: 10.1016/S0921-3449(03)00030-2.
- Olival, K. J., R. Hosseini, C. Zambrana, N. Ross, T. Bogich and P. Daszak. 2017. Host and Viral Traits Predict Zoonotic Spillover from Mammals. Nature, 546 (7660), pp. 646-650.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2012. RESO-LUCIÓN No 27. El enfoque de "Una Sola Salud" para tratar los riesgos sanitarios en la interfaz entre el animal, el ser humano y el ecosistema. https://www.oie.int/doc/ ged/D11688.PDF.
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2019. Adopción del enfoque multisectorial "Una

- Salud"-Guía tripartita para hacer frente a las enfermedades zoonóticas en los países [Taking a Multisectoral, One Health Approach: A Tripartite Guide to Addressing Zoonotic Diseases in Countries].
- Organización Panamericana de la Salud. 2012. Manual para el control integral de roedores. Convenio 485 de 2010 suscrito entre el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización Panamericana de la Salud.
- Ortiz-Hernández, A. S. 2011. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Ocozocoautla de
- Espinosa, Chiapas. Ayuntamiento de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.
- Palma, R. E. 2005. Presencia de los géneros invasores Mus y Rattus en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico. Revista Chilena de Historia Natural, 78(1),113- 124. [Fecha de consulta 26 de octubre de 2020]. ISSN: 0716-078X.
- Palacio, J. L. y M. T. Sánchez. 2004. Guías metodológicas para la elaboración de Programas Estatales de Ordenamiento Territorial (segunda generación, versión definitiva) para la Dirección General de Ordenación del Territorio de la Sedesol, en el marco del convenio Sedesol-Instituto de Geografía, 2003-2004.
- Panti, J. A., Y. M. Gurubel, E. E, Palomo, R. C. Cetina, C. Machain, M. del R. Robles y S. F. Hernández. 2018. Características poblacionales de *Rattus rattus y Mus musculus* presentes en comunidades rurales de Yucatán, México.
- Paredes, C. J., J. Villanueva, R. D. Valdez, J. Méndez y V. Constante. 2011. Sequías reconstruidas en los últimos

- 600 años para el noreste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (2) ,235-249.
- Pérez, S. G. 2016. Fitogeografía de los ratones del grupo *Peromyscus mexicanus* en el norte de Centroamérica [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Plan de Desarrollo Municipal de Berriozábal 2019-2021. 2019. Gobierno Municipal de Berriozábal.
- Plan de Desarrollo Municipal de Ocozocoautla de Espinosa 2016-2018. 2016. Gobierno Municipal de Ocozocoautla.
- Ramos, A. S. y A. Susan. 2016. Abundancia altitudinal de ratones en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Rodríguez, P. E., J. J. Villalobos, J. E. Villalobos y J. A. Gómez. 2018. Evaluación de la Operación del Relleno Sanitario del Municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. Pakbal, 43: 38-44.
- Rowe, F. P. 1967. Notes on rats in the Solomon and Gilbert Island. J. Mammal, 48(4): 649-50.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf.
- Salgado, R. 2015. Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. Estudios Sociales, volumen XXIII (45):115-140.
- Sánchez, M. T., J. M. Casado y G. B. Verdinelli. S. f. La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a

- la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro. Universidad Autónoma Nacional de México. 19-44.
- Sandoval, E. 2014. Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. Cepal- Serie Desarrollo Territorial N° 17.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. México: Semarnat. [Última consulta: 14 de febrero de 2021] http://centro.paot.org.mx/documentos/ine/ocote.pdf.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2014. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación.
- Schader, C., A. Müller y N. El-Hage. 2013. La sostenibilidad y la modelización de la ganadería orgánica. Repercusiones de la intensificación mundial de la producción ganadera orgánica y de bajos insumos. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la FAO.
- SHCP. 2011. Programa Regional de Desarrollo: Región I Metropolitana. Secretaría de Hacienda y Crédito Público-Subsecretaría de Planeación, Presupuestos y Egresos. Informe. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. 2018. Programa de Acción Específico. Secretaría de Salud.
- Sudia, W. D., V. F. Newhouse, I. D. Beadle, D. L. Miller, J. G. Johnston, R. Young, C. H. Calisher and K. Maness. 1975. Epidemic Venezuelan equine encephalitis in

- North America in 1971: vector studies. Am. J. Epidemiol. 101(1):17-35.
- Terrón, E. 2019. Esbozo de la educación ambiental en el currículum de educación básica en México. Una revisión retrospectiva de los planes y programas de estudio. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), volumen XLIX, pp. 315- 346.
- Trujano, A. L. y S. T. Álvarez. 2010. *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Cricetidae). Mammalian Species, 42(1): 111-118.
- Vázquez, E. A. 2018. Actividad económica de la Región 1 Metropolitana de Chiapas, México. Recuperado de https://www.gestiopolis.com/actividad-economica-de-la-region-1-metropolitana-de-chiapas-mexico/.
- Verschuur J, E. E. Koks and J. W. Hall. 2021. Global economic impacts of COVID-19 lockdown measures stand out in high-frequency shipping data. PLOS ONE 16:e0248818.
- WFO. 2021. World Flora Online. http://www.worldfloraon-line.org/ [Consulted july 15, 2021].
- Villalva, Q. S. y J. Fuentes. 1994. Agricultura sostenible. Ministerio de Agricultura y Pesca y Alimentación. España. 7(93): 1-32.
- Williams, S. H., X. Che, A. Paulick, C. Guo, B. Lee, D. Muller, A. C. Uhlemann, F. D. Lowy, R. M. Corrigan and W. I. Lipkin. 2018. New York City House Mice (*Mus musculus*) as Potential Reservoirs for Pathogenic Bacteria and Antimicrobial Resistance Determinants. mBio. 9(2):e00624-18.

- World Health Organization. 2019. Taking a Multisectoral, One Health Approach: A Tripartite Guide to Addressing Zoonotic Diseases in Countries. https://www.who. int/emergencies/diseases/
- World Health Organization. 2021a. Coronavirus Disease (COVID-19). Situation Reports. https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports [Consulted july 19, 2021].
- World Health Organization. 2021b. COVID-19. Research and Innovation Achievements. World Health Organization. https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-research-and-innovation-achievements [Consulted July 19, 2021].

Capítulo III

DESARROLLO SOSTENIBLE, LOS IMPACTOS EN LA SALUD

José del Carmen Rejón-Orantes¹; Kevin Alejandro Robledo-Abarca¹; Abril Alejandra Reyes-Moreno¹; Sabina Andrea Sánchez-Cartela¹; Eduardo Arevalo-Pérez¹.

¹Centro de Investigación de Plantas Medicinales de Chiapas, Laboratorio Experimental de Farmacobiología, Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Resumen

En la actualidad el avance tecnológico, financiero, social y cultural que se está viviendo se ve reflejado en la industria farmacéutica que ha impactado por afectaciones a terceros fuera de nuestra especie lo que nos ha llevado a la necesidad de buscar alternativas para no frenar este desarrollo. La sustentabilidad es el único medio que hoy tenemos a nuestra disposición para la perpetuidad de nuestro planeta en un sentido integral. Los términos de sustentabilidad y sostenibilidad hacen referencia al mismo concepto; satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras. La avaricia que hemos desarrollado como especie al querer a toda costa lograr nuestra perpetuidad es la principal razón por la cual cada día las especies en peligro de extinción van en aumento (flora y fauna) y nuestros recursos naturales en declive. Convirtiendo así a la salud de la raza humana en lo más codiciado; buscando la elaboración de nuevos y mejores fármacos para toda clase de enfermedad que nos amenace y con frecuencia sin importar el uso de plantas medicinales. En el presente capítulo se exponen ejemplos de cómo están interrelacionados los conceptos salud y desarrollo, siendo la sustentabilidad la única forma de mantener esta relación. Para alcanzar la sustentabilidad hay que lograr que la sociedad participe en la resolución de problemas implementando y proponiendo estrategias sostenibles.

Introducción

Hoy en día un tema que ha cobrado relevancia para la humanidad, y que toma en cuenta las diferentes esferas de la misma, tanto ambiental, social, económica como de la salud, es la sustentabilidad; en donde el pilar básico es lograr un equilibrio armónico entre el desarrollo social y el medio ambiente con la principal finalidad de no agotar sus recursos en el futuro, aunque esto resulta utópico, se debe intentar de forma individual y colectiva.

Es importante mencionar que los términos de sustentabilidad y sostenibilidad, han causado confusión, ya que algunos autores mencionan definiciones diferentes para cada término, sin embargo, a manera de unificar dichos términos, nos permitimos citar lo siguiente:

Para algunos autores es a partir del Informe Brundtland que se acotó el término inglés *sustainable development* como desarrollo sostenible, y de ahí mismo nace la confusión entre si existe o no diferencia alguna entre los términos desarrollo sostenible y desarrollo sustentable. La única diferencia que existe entre desarrollo sostenible y desarrollo sustentable es la traducción al español que se le hizo al término inglés, que en el caso mexicano, se tradujo como desarrollo sostenible y en otros países de habla hispana, como desarrollo sustentable (Zarta-Ávila, 2018, p.417).

El anterior autor menciona que la misma idea se encuentra en el libro *De la economía a la ecología* de Jorge Riechmann en 1995, por lo tanto podemos concluir que a pesar de las diferentes definiciones en cada término, estamos ante la misma naturaleza o punto a tratar, independientemente de las tendencias ideológicas. Partiendo de ello podemos decir que la sustentabilidad y/o sostenibilidad según la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) es aquella "que es capaz de cubrir las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (CMMAD, 1992).

Por otro lado, en nuestro país, y principalmente en Chiapas existe una gran variedad de ecosistemas ricos en recursos naturales que han sido aprovechados y sobreexplotados, lo que ha provocado la necesidad, cada vez más urgente, de implementación de medidas de sustentabilidad, he aquí la relevancia de este tema. Además a medida que se lleven a cabo intervenciones en el ámbito de la sustentabilidad con el objetivo de mantener una relación amigable entre hombre naturaleza y sociedad, a largo plazo esto favorece a la salud poblacional con relación a los determinantes de la salud, los cuales se menciona en el desarrollo de este escrito, recordemos que una buena salud es la base del desarrollo de todo ser vivo, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida para los individuos favoreciendo el desarrollo económico en cualquier sociedad.

Salud y sustentabilidad

La salud y la sustentabilidad son aspectos íntimamente ligados, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solamente la ausencia de afecciones o enfermedad (Sosa, 2014). Para lograr estar dentro de esta definición, es innegable tomar en cuenta el medio que nos rodea, e indiscutiblemente el medio ambiente, como bien menciona Sosa (2014) "la salud, como aporte del bienestar se produce y reproduce en el ambiente que habitan las personas".

Esta relación íntima estriba en los aspectos considerados dentro de los *determinantes de la salud*, recordemos que en estos determinantes se consideran: la biología humana, el medio ambiente, los estilos de vida y el sistema sanitario. Uno de los determinantes que más gastos públicos en salud presenta es el sistema sanitario, sin embargo estrategias que inciden sobre los estilos de vida y el medio ambiente son más importantes y presentan menos inversión en salud. Este aspecto debe tomarse en cuenta para la mejora de la salud de las poblaciones. En este tenor, el establecer el uso de productos sustentables, así como mecanismos y técnicas sustentables en la sociedad favorece el desarrollo económico y se tendría un impacto positivo en los gastos en salud.

Cabe resaltar que la problemática ambiental cobra un papel relevante al hablar de sustentabilidad y salud, esto depende de la relación que tienen los hombres entre sí y con el entorno que los rodea, ya que el uso de los recursos naturales e industrializados ha repercutido gravemente, aunado a un desarrollo insuficiente que genera pobreza o a un desarrollo inadecuado que provoca un consumo excesivo, hace cada vez más necesario que se tomen medidas en sustentabilidad para no generar golpes fuertes a la salud de las poblaciones que repercuta en un índice más elevado de enfermedad. (Garza y Cantú, 2002).

En el estado de Chiapas, ya se han desarrollado estrategias para la sustentabilidad como lo es el Programa de las Ciudades y Villas Rurales Sustentables, que tiene la finalidad de combatir la dispersión de los asentamientos humanos, mantener y ampliar la base económica de la región, así como mejorar la calidad de vida de la población (Font-Playán, *et al.*, 2014). Respecto a la relación de este programa con la salud se puede inferir que la dispersión de los asentamientos justifica la pobre cobertura de servicios de salud

Uso de plantas medicinales endémicas y nativas

Desde la antigüedad uno de los recursos naturales más usados por el ser humano han sido las plantas por los diversos beneficios que tienen. México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial como país biodiverso (Valdés-Cobos, 2013). Solo en Chiapas se cuenta con 7830 especies vegetales (Villaseñor y Ortiz, 2014). Es de gran provecho el conocimiento de los grupos étnicos ya que gracias a ellos se han documentado plantas con usos medicinales. (Trigueros-Vazquez *et al.*, 2023)

Un ejemplo claro de uso de plantas medicinales y su relación con la sustentabilidad es la investigación realizada en la Región de la Sierra Mariscal de Chiapas por Trigueros y colaboradores (2023), en donde se estudiaron las actividades de conservación de plantas en los grupos Mocho y Kakchikel, en donde mayormente un 56-57% de plantas es cultivada y entre el 23-29% las obtienen del medio silvestre, se registró que este recurso es usado en un 97% por su población. (Trigueros-Vazquez et al., 2023). Lo anterior es de gran importancia debido a que las comunidades indígenas pueden sacar provecho de este recurso, impactando beneficiosamente en su economía ya que las plantas se cultivan directamente en la comunidad y no son comercializadas como sucede en zonas urbanas, además de que son de fácil acceso y con resultados positivos sobre su salud, de esta manera no solo se preservan los especímenes de plantas al no ser explotados indiscriminadamente, si no que benefician al mismo tiempo a las comunidades.

En el estado de Chiapas existe una gran multiculturalidad que obliga a asumir la diversidad de maneras en que se atienden las enfermedades, ya sean estas reconocidas por la medicina oficial o no (Trujillo-Olivera, *et al.*, 2014), en México las plantas son una alternativa común para combatir enfermedades en cualquier población indígena y aun en las grandes ciudades. En el estado de Chiapas, la amplia variedad de flora y la riqueza étnica propicia un extenso conocimiento de las plantas, base de su la medicina tradicional (Gutíerrez-Morales y Acero-Acero, 2002).

En un estudio realizado por Farrera *et al.*, (2018) se registraron un total de 147 especies de plantas medicinales que se comercializan en los nueve mercados del centro de Chiapas principalmente provienen de las diferentes regiones del estado; se encontraron siete especies medicinales que se ubican en riesgo, con estatus de protección por las leyes federales mexicanas. Es por eso que se debe de plantear estrategias de sustentabilidad con enfoque al consumo racional de estas especies e idealmente programas de reforestación.

Un ejemplo de especie endémica vigilada por las leyes en el estado de Chiapas, es el Croton guatemalensis, que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059-2010-SEMAR-NAT se encuentra en la categoría PR, es decir en protección especial. El Croton guatemalensis llamado también como "copalchi" en Chiapas es una especie muy extendida en la región, su corteza se utiliza para el tratamiento de la fiebre, dolor abdominal y paludismo. En Guatemala, se usa como remedio para escalofríos y para tratar el reumatismo (Rejón-Orantes, et al., 2016), aunque aún se necesitan más estudios sobre sus efectos terapéuticos. Así también existen estudios realizados sobre la datos de biología reproductiva de Croton guatemalensis (Pozo-Gómez, et al., 2022) que pueden ayudar con programas emergentes de reforestación, pero no todas las demás plantas endémicas protegidas que necesitan de estos programas cuentan con los estudios suficientes, así que esta obra literaria podría ser el parteaguas

para la creación de programas, políticas públicas, e investigaciones científicas que actuarían para el desarrollo del estado de Chiapas y así acercarnos a la tan anhelada sustentabilidad.

Productos sostenibles aplicados en salud

En México se han aplicado cada vez más medidas de sustentabilidad que beneficien en salud a la población, como lo visto en el Centro Médico ABC de la Ciudad de México, en donde se implementan medidas de sustentabilidad hospitalaria desde hace 25 años, esto debido a la necesidad de ayudar al medio ambiente. El hospital lleva a cabo colocación y clasificación de residuos en contenedores; se reciclan materiales como cartón, papel, aluminio y PET; utiliza mercurio y aldehídos como alternativa de sustancia tóxicas; incluso, en su infraestructura se usan medidas sustentables, en donde utiliza pinturas libres de plomo, equipos electrónicos de bajo consumo, así como, paneles solares para la regulación térmica del agua; también, cuenta con plantas de tratamiento de agua residual, en donde el 50% la destina al riego de áreas verdes, pozo de infiltración de agua y tecnología de ahorro de agua en sanitarios. (Landa & Seguí, 2022).

Lo implementado por el Centro Médico ABC es de gran beneficio en términos de sustentabilidad, ya que de esta manera se ahorra una gran cantidad de litros de agua, se conserva energía, se preserva el medio ambiente al tener más control sobre los desechos tóxicos; todo esto genera conservación de los recursos naturales y ahorro de costos para el hospital, con grandes beneficioso para la salud de los pacientes ya que cuentan con un entorno rico en áreas verdes y con menor cantidad de sustancias tóxicas que puedan agravar su estado de salud.

Lo anterior cobra aún más relevancia ya que la salud se considera un insumo importante para el desarrollo sostenible, una persona saludable tiene mayor productividad lo que impacta en mayor beneficio a la economía y sociedad, por lo que se podría decir que el desarrollo sostenible puede mejorar la salud y viceversa (OPS, 2013). Sin embargo, uno de los problemas es que, los productos comercializados son inaccesibles para la mayor parte de la población, esto genera que las personas no puedan redistribuir recursos (Homedes & Ugalde, 2016).

Consideraciones finales

Existe una relación bidireccional entre el concepto de desarrollo y salud puesto que la salud es una característica condicionante para alcanzar evolucionar, por otro lado uno de los pilares y focos centrales para el desarrollo es la búsqueda de la salud para el ser humano. Sin embargo esta relación no es viable para muchas especies y recursos naturales sin la existencia de la sustentabilidad, volviéndose la herramienta necesaria para avanzar paralelamente salud y desarrollo sin afectar a generaciones futuras.

Para alcanzar la sustentabilidad hay que lograr que la sociedad, en su conjunto, participe en la resolución de problemas. Siendo el capital humano altamente especializado quien propone estrategias para el uso sustentable de los ecosistemas y sus recursos renovables, y que se capacite a la sociedad, y esta que por su parte minimice la degradación ambiental.

El sistema sanitario vigente, nos encontramos con el ejemplo del Hospital ABC que cuenta con el precedente de tener medidas de cuidado medioambiental y de sus recursos como clasificación de residuos, reciclado, pinturas libres de plomo, etc., todas las propuestas aplicadas por este ejemplo son costosas de llevar a cabo, e incluso inconcebibles en otros puntos de nuestro sistema sanitario pero aun así no podemos descartar su aplicación, antes bien es cuestión de generar propuestas que alcancen el equilibrio económico ya que la salud es un recurso valioso íntimamente ligado con la productividad, por eso cada parte del sistema sanitario debe adecuarse a sus posibilidades y acercarse más a la sustentabilidad.

El factor crítico en el consumo sustentable no es el consumo por sí mismo sino la cantidad de energía y recursos utilizados que ocasiona, al consumir un producto orgánico contribuye con la reducción del impacto ambiental en su proceso de producción.

El principal problema por el cual es tan difícil ejercer propuestas sustentables en cualquier ámbito, es que la mayoría involucran una mayor demanda económica, mayor esfuerzo o implican más tiempo invertido; sin embargo, de no ser implementadas, en un futuro no muy lejano ni el tiempo, ni el dinero ni el esfuerzo serán suficientes para recuperar los recursos naturales perdidos, el medio ambiente contaminado, o nuestra salud, la cual irá en decadencia.

Referencias

- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo [CMMAD] (1992). *Nuestro futuro común*: Alianza Editorial.
- Farrera-Sarmiento, O.,Orantes-Garcia, C., Sánchez-Cortés, M., Hernández-Roque, L., & Díaz-Montesinos, M. (2018). La herbolaria en nueve mercados del centro de Chiapas, México. *LACANDONIA*, 1(12): 79-97.
- Font-Playán, I., López-Galindo, M., & Pérez-Rueda, S. (2014). Las ciudades sustentables del Estado de Chiapas, ¿Una alternativa de desarrollo local? Investigación y políticas públicas: Grupo Editorial HESS, S.A. de C.V.
- Garza Almanza, V., & Cantú Martínez, P. C. (2002). SA-LUD AMBIENTAL, CON UN ENFOQUE DE DE-SARROLLO SUSTENTABLE. RESPYN Revista Salud Pública Y Nutrición, 3(3). https://respyn.uanl.mx/index. php/respyn/article/view/90
- Gutíerrez-Morales, M., & Acero-Acero, T. (2002). Inventario de plantas medicinales de un municipio zoque: Copainalá, Chiapas, México. Tuxtla Gutiérrez: Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas.
- Homedes, N. & Ugalde, A. (2016). Ensayos clínicos en América Latina: implicancias para la sustentabilidad y seguridad de los mercados farmacéuticos y el bienestar de los sujetos. *Salud Colectiva*, 12(3): 317. https://doi.org/10.18294/sc.2016.1073
- Landa, M. D. C. & Seguí, P. (2022). Sustentabilidad hospitalaria en la industria sanitaria de América Latina y su implementación en el Centro Médico ABC de la Ciu-

- dad de México. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC, 67(1), 66-70. https://doi.org/10.35366/104371
- OPS, (2013). Salud, ambiente y desarrollo sostenible: hacia el futuro que queremos. Una colección de textos basados en la serie de seminarios de la OPS hacia Río 20 que se produjo en el periodo comprendido entre el 8 de febrero del 2012 al 13 de junio del 2012.
- Pozo-Gómez, D., Orantes-García, C., Sánchez-Cortés, M., Rioja-Paradela, T., & Carrillo-Reyes, A. (2022). Potential distribution of Croton guatemalensis: a model with reproductive biology data. *Botanical Sciences*, 291-299.
- Rejón-Orantes, J., Hernández-Macías, J., Grajales-Morales, A., Jiménez-García, N., Coutiño-Ochoa, S., Cañas Avalos, A., . . . Pérez de la Mora, M. (2016). Antinociceptive effect of aqueous extracts from the bark of Croton guatemalensis Lotsy in mice. *Research in Pharmaceutical Sciences* 11(1):, 15-22.
- Sosa M. (2014). *La salud de las poblaciones y el desarrollo sostenible*: ResearchGate.
- Trigueros-Vazquez, I. Y., Ruiz-Rosado, O., Gallardo-Lopez, F., Solis-Guzman, B. F., Morales-Trejo, F. & Lopez-Romero, G. (2023). Use and conservation of medicinal plants obtained from agroecosytems and ecosystems by the Mochó and Kakchikel ethnic groups of southeastern Chiapas, México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 22(1): 100-114. https://doi.org/10.37360/blacpma.23.22.1.8

- Trujillo-Olivera, L. E., García-Chong, N. R., Orantes-Ruiz, O., Cuesy-Ramírez, M. d. (2014). Salud-Enfermedad-Atención en Chiapas, México. *ESPACIO i+D, Innovación más Desarrollo*, 108-140.
- Valdés-Cobos, A. (2013). Conservación y uso de plantas medicinales: el caso de la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México. *Ambiente y Desarrollo* 17: 87 97.
- Villaseñor, J. L. & Ortiz, E. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 134-142. https://doi.org/10.7550/rmb.31987
- Zarta-Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409-423: https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/tabularasa/article/view/1127/1519

Capítulo IV

Análisis socioambiental de la zona sujeta a conservación ecológica "la pera"

Segundo Jordán Orantes Alborez¹, José Luis Carreras Nampulá¹, Gabriela Jaqueline Cancino Conde¹, Jesús Alejandro Aquino Ocaña¹, Zaira Selene Cruz González¹, Tamara Mila Rioja Paradela¹, Arturo Carrillo Reyes¹, Jorge Antonio Paz Tenorio¹, José Armando Velasco Herrera¹, Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla², Carolina Orantes García²

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^{*}Autor de correspondencia: jordan.orantes@unicach.mx

Introducción

La riqueza natural del estado de Chiapas es un patrimonio de recursos y biodiversidad que debemos proteger, conservar y aprovechar para transformarla en seguridad y bienestar para ésta y las generaciones futuras, evitando que el crecimiento demográfico y el desarrollo económico desordenado dañen el equilibrio de los ecosistemas.

En el Plan de Desarrollo Chiapas 2001-2006, vigente durante la publicación del decreto de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera" (Gobierno del Estado de Chiapas 2006), se estableció la línea estratégica Ecología y Desarrollo Sustentable, presentando formas y mecanismos para construir "el diseño y ejecutar las técnicas regionales de conservación, mediante alianzas necesarias con los distintos sectores, principalmente en áreas ambientales prioritarias, que aseguren la participación social, la coordinación sectorial y la conjunción de recursos y esfuerzos, así como los lineamientos para frenar las tendencias del deterioro ecológico, induciendo un ordenamiento del territorio tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región, debiendo aprovechar de manera racional y sustentable los recursos naturales." (Gobierno del Estado de Chiapas 2006).

Chiapas es uno de los estados con mayor riqueza en recursos naturales, lo cual ha traído como consecuencia el aprovechamiento desmedido, provocando "graves impactos ambientales que han puesto en riesgo los ecosistemas existentes de gran valor en el territorio estatal." (Gobierno del Estado de Chiapas 2006).

La explotación de recursos naturales ha modificado a los ecosistemas del estado. El crecimiento demográfico provoca el cambio del uso del suelo en áreas que contaban con una cobertura vegetal. Esta transformación acelerada del ambiente hace urgente la implementación de acciones para promover la conservación y la protección del patrimonio natural del Chiapas.

El interés por conservar la biodiversidad de los ecosistemas y el ordenamiento inteligente de las zonas dio como resultado la creación de las Áreas Naturales Protegidas, fomentando la cultura de preservación de los recursos entre la población local.

El municipio de Berriozábal, Chiapas, cuenta con áreas provistas de vegetación característica de selva alta perennifolia con especies catalogadas en riesgo por la NOM-059-SE-MARNAT-2010 (DOF 2010) y endémicas. El Instituto de Historia Natural y Ecología del Estado de Chiapas practicó estudios y evaluaciones en el área conocida como "La Pera", en la porción central del municipio, y como resultado se delimitó un polígono de más de 7,500 hectáreas con el objetivo de establecer un sitio de protección de los recursos (Gobierno del Estado de Chiapas 2006).

"La Pera" fue declarada área de reserva para la protección de flora y fauna en la modalidad de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) el 15 de noviembre de 2006, mediante el decreto 427 publicado en el *Periódico Oficial* del Estado de Chiapas, estableciendo las actividades permitidas y prohibidas (Artículo 14) para el desarrollo de las especies. El apartado referente a las segundas para desarrollar dentro de la ZSCE "La Pera" menciona:

- A. Cambio del uso de suelo, salvo para la realización de los fines de este Decreto y los del Programa de Manejo correspondiente.
- B. Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier tipo de material nocivo en los arroyos y/o manantiales temporales o perennes.
- C. Usar explosivos.
- D. Emplear plaguicidas, fertilizantes y, en general, cualquier producto contaminante que pueda afectar la vida de los organismos silvestres.
- E. Perturbar fauna y flora silvestres.
- F. Extraer flora y fauna silvestres vivas o muertas, así como otros elementos biogenéticos, sin la autorización correspondiente del Instituto de Historia Natural y Ecología, dentro del ámbito de su competencia.
- G. Realizar actividades cinegéticas o explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres sin un Programa de Manejo autorizado por la autoridad competente y la opinión favorable de la administración de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera".

- H. Cacería en cualquiera de sus modalidades.
- I. Introducir especies exóticas.
- J. Uso de fuego en cualquier modalidad, incluyendo las prácticas con fines agropecuarios.
- K. Paso de vehículos motorizados y líneas de conducción por las áreas cubiertas con vegetación original, salvo lo que esté contemplado dentro del Programa de Manejo con fines de la conservación del sitio.
- L. Crear o realizar obras o actividades que no cumplan con la normatividad en materia ambiental.
- M. Establecer nuevos centros de población y urbanizar tieras dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera".
- N. Cualquier actividad que afecte de forma temporal o definitiva a los ecosistemas y sus elementos.

En la ZSCE "La Pera" existen 44 asentamientos humanos. Estas localidades cuentan con servicios básicos, pero la calidad no es buena, lo que se refleja en un rezago social y económico.

El presente documento pretende dar a conocer los resultados del diagnóstico socioambiental durante el curso "Seminario Interdisciplinar" en el primer semestre de la Maestría en Ciencias de Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos. Fueron identificadas las problemáticas derivadas de la escasez del recurso hídrico en la localidad, recolectando datos de la población mediante entrevistas semiestructuradas y un transecto. También se procesó información geoestadística para establecer planes de manejo sustentable de los recursos naturales. En este trabajo se realiza un análisis a las problemáticas socioambientales enfrentadas por la población de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera", tomando como caso de estudio a la comunidad de Cuchumbac. El primer capítulo está enfocado en la descripción de los antecedentes históricos del municipio de Berriozábal, en cuanto a abastecimiento de agua, disposición de residuos y excretas y servicios de atención médica con los que la comunidad cuenta. En un segundo apartado se presenta la metodología para el desarrollo del proyecto. El tercero trata la caracterización de los componentes bióticos y abióticos, en tanto en el cuarto se describe las condiciones sociales y económicas de la ZSCE "La Pera". En el quinto se describe la comunidad Cuchumbac con el objetivo de identificar las problemáticas y generar líneas estratégicas de solución. El seis presenta los resultados del trabajo de campo en la comunidad, las observaciones de la población y nuestra visión como agentes externos. En el séptimo se identifica las problemáticas. Para cumplir los objetivos del estudio, en el ocho se describe la propuesta de solución y sus alcances. El nueve contiene las conclusiones.

Objetivos.

Objetivo general:

Analizar la problemática socioambiental de la comunidad Cuchumbac, ubicada en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera", en el municipio de Berriozábal, e identificar líneas estratégicas de solución.

Objetivos específicos:

- 1. Un diagnóstico social y ambiental de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera".
- 2. Una caracterización socioambiental de la comunidad Cuchumbac para identificar problemáticas clave.
- 3. Proponer solución.

Antecedentes

Berriozábal es un municipio de la Zona I Metropolitana de Chiapas, a una distancia de 17 km de la capital del estado. Cuenta con 486 localidades, de las cuales 44 tienen un grado de marginación alta y 37 una muy alta (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2014) y con escasas posibilidades para aumentar la calidad de vida.

La extensión total del municipio es de 300.6 km², colindando al norte con los de Tecpatán y Copainalá, al este Tuxtla Gutiérrez y San Fernando y al oeste Ocozocoautla de Espinosa. Fue fundado en 1598, con descendencia directa de la cultura zoque, por Rodrigo Ponce de León.

Desde su creación ha sobrellevado las condiciones precarias de su población con escuelas rurales, electrificación del campo, orientaciones técnicas en todos los niveles y programas de promoción de salud y abastecimiento de agua. De acuerdo con los datos proporcionados por Meneses (1983), la primera actividad registrada para resolver el problema del abastecimiento de agua en el municipio fue la de Ernesto E. Gutiérrez, quien financió la construcción de una pequeña presa de mampostería a una distancia de 1,550 m de distancia de la población introduciendo con tubería delgada el agua potable mediante una pila central (Meneses 1983).

Durante el gobierno del ingeniero Efraín A. Gutiérrez (1936-1940) se amplió la presa y se mejoró la red de distribución de agua en la cabecera municipal. Para 1962 el abastecimiento fue insuficiente, por lo cual se seleccionó una nueva fuente para la provisión a la cueva de "Paso Burro", a 4 km de la comunidad, decisión tomada por el Ayuntamiento con apoyo de la Junta de Mejoramiento Moral, Cívico y Material.

Otro de los problemas en la historia del municipio es la disposición de los residuos sólidos. La población no tiene hábitos de higiene. Los programas gubernamentales establecieron el tratamiento de incineración, como menciona Meneses (1983).

La falta de drenaje en las comunidades periféricas a la ciudad de Berriozábal provoca que la población esté a disposición de excretas al aire libre. Antes sólo la cabecera municipal contaba con un sistema de letrinas o fosas sépticas. La falta de saneamiento en las comunidades condujo a un alto grado de enfermedades que aumentó el índice de morbilidad.

Para la salud hasta los años ochenta del siglo pasado el municipio contaba con tres centros con tres médicos y cuatro enfermeras. Adicionalmente, por la carencia de servicios, se optaba por la medicina tradicional, con mayor difusión entre la población de bajos recursos y alejada de la cabecera. Se tenía a 50 personas dedicadas a atenderla, entre quienes se encontraban las parteras en mayor número, con 20 tratando en primera instancia a las embarazadas en sus domicilios; luego los 10 curanderos para atender las enfermedades en sus comunidades mediante hierbas en combinación con medicamentos de patente; los hueseros eran otra ramificación, cinco dedicados al tratamientos de luxaciones y fracturas; finalmente los brujos, en número igualando a los anteriores, sin embargo sus actividades estaban dedicadas a la práctica de la hechizos o maleficios mediante bebidas de su elaboración (Meneses 1983).

En 2011 el municipio contaba con un sistema de atención médica a la población con 14 personas (12 de asistencia social y dos de seguridad social) y el número de centros de salud se mantiene en tres, uno del sistema de seguridad social (ISSSTE¹) y los dos restantes unidades de Consulta Externa y Asistencia Social (CEIEG 2012).

Actualmente se construye el Hospital Básico Comunitario en la cabecera municipal, el cual atenderá a 70 mil familias,

¹ Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado.

aumentando el acceso a los servicios médicos, con lo cual se prevé elevar el Índice de Desarrollo Humano y el bienestar de la población (SSA 2014).

Metodología

Se recorrió Cuchumbac el 18 de noviembre de 2014 para observar detalladamente las condiciones de vida de la población, conocer fortalezas y oportunidades y determinar debilidades y amenazas.

También se diseñó una entrevista semiestructurada para los jefes de familia acerca de la visión de las condiciones de la comunidad compuesta por cinco rubros: recursos naturales, población/recursos humanos, recursos productivos y financieros, recursos políticos y recursos sociales y culturales, con los cuales se tratará de entender la cosmovisión de la población en general (Anexo 1).

Caracterización biofísica

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) "La Pera" se localiza en la porción central del municipio de Berriozábal, Chiapas, México. Esta Área Natural Protegida ocupa una superficie de 7'506.618 hectáreas (Figura 1).



Figura 1. Identificación de la poligonal de la ZSCE "La Pera".

Fuente: Conabio. Áreas Naturales Protegidas de México.

El sitio de estudio se ubica en la comunidad Cuchumbac, en la ZSCE "La Pera", con coordenadas geográficas centrales 93°18'30" latitud Norte y 16°51'30" longitud Oeste.



Figura 2. Localización de la comunidad de Cuchumbac respecto a la poligonal de la ZSCE "La Pera".

Fuente: Conabio. Áreas Naturales Protegidas de México.

Características bióticas

Clima

La ZSCE "La Pera" se caracteriza por dos tipos de clima: al norte de la poligonal el cálido húmedo (Am) con lluvias en verano, el cual representa un porcentaje del 23.1% de la zona; en el sur el cálido subhúmedo (Aw1), 76.9.

El clima cálido se subdivide en húmedo y subhúmedo. El primero el 4.7% del territorio nacional y con una temperatura media anual entre 22 y 26°C, un régimen de lluvias de verano con influencia de monzón, con un porcentaje de

lluvia invernal mayor al 10% respecto al total anual, con precipitaciones desde 2,000 a 4,000 mm en altitudes de 0 a 10,000 m, siendo el más abundante de los cálidos (Soto 1997). El subhúmedo se localiza en el 23% del país, con precipitaciones de entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas de 22 a 26°, con regiones en donde superan los 26 (Conagua 2014).

El clima en Cuchumbac es semicálido subhúmedo (Aw1), con una temperatura media anual de 18 a 22°C y un régimen de lluvias en verano con una disminución entre junio y septiembre (canícula).



Figura 3. Unidades climáticas presentes en la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

La búsqueda de información de datos nos condujo a las Estaciones Climáticas manejadas por la Comisión Nacional del Agua (Conagua) Berriozábal y San Fernando, obteniendo los reportes del periodo 1951-2010.

Las temperaturas más altas se presentan en mayo, superando los 25°C, y las más bajas hasta los 20. La oscilación térmica es de 5°C anuales, por lo cual la humedad es alta. En la región se presenta una época húmeda de mayo a octubre, con una canícula de junio a septiembre. La precipitación más alta supera los 200 mm en junio en el municipio de Berriozábal (Figura 4).

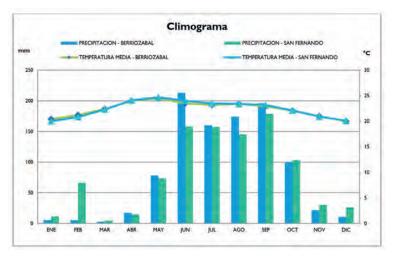


Figura 4. Climograma de los municipios de Berriozábal y San Fernando.

Fuente: Conagua, 2014. Normales climatológicas.

Relieve

Las cotas altitudinales oscilan entre 550 msnm y 1,210 snm (Figura 5), aunque la mayor parte de la zona se ubica entre 950 y 1,100, mientras que las altitudes inferiores a 700 metros se localizan en la porción norte entre las poblaciones de Joaquín Miguel Gutiérrez y El Limón.

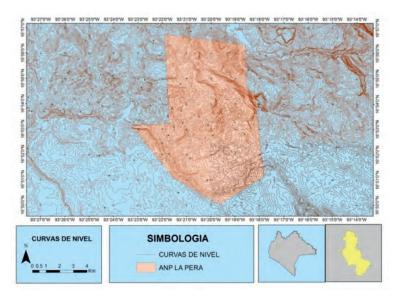


Figura 5. Condiciones orográficas de la región.

Fuente: INEGI 2014.

Geología

La ZSCE se encuentra constituida por terrenos del cretácico superior con roca sedimentaria y caliza y del terciario paleoceno con sedimentaria lutita y arenisca (Moreno 2009 e Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2014).

El paisaje es kárstico, gigantescas rocas calizas con grietas, cavidades y cavernas, resultado de la interacción del agua con rocas calcáreas en un periodo que abarca miles de años consolidando cavidades (Méndez 2012). Debido a las condiciones montañosas del terreno, "los suelos se encuentran en capas delgadas, en las zonas que presentan pequeños valles se logran desarrollar en perfiles profundos." (Pérez 2014).

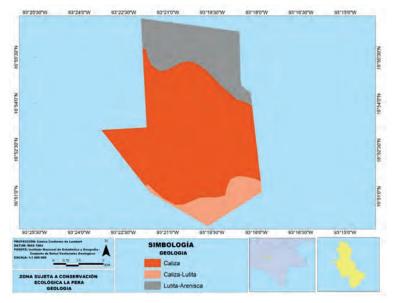


Figura 6. Geología de la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

Los rasgos geomorfológicos presentan categorías de acuerdo con la escala geográfica. A nivel país se les denomina provincias fisiográficas, al regional subprovincias y en el local topoformas (INEGI 2014).

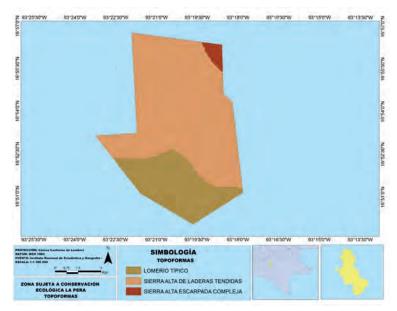


Figura 7. Topoformas de la poligonal de la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

La ZSCE se ubica en la subprovincia Altos de Chiapas y tiene tres topoformas caracterizadas por sierras y lomeríos.

Suelos

La zona está compuesta por tres tipos de suelos: acrisol, 80%; rendzina, en el extremo noroeste, 17, y regosol, en una pequeña porción en el noreste, 3.



Figura 8. Clasificación de suelos.

Fuente: INEGI 2014.

El tipo rendzina es suelo somero que produce ruido con el arado por su pedregosidad. Se presenta en climas semiáridos, tropicales o templados. Tiene menos de 50 cm de espesor. Usualmente muestra una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa en roca caliza o materiales ricos en calcio. Generalmente es arcilloso y poco profundo, por debajo de los 25 cm, pero soporta vegetación de selva alta perennifolia. Su uso forestal depende de su vegetación. Es moderadamente susceptible a la erosión, no tiene subunidades (INEGI 2014).

Hidrología

En el territorio de la ZSCE "La Pera" predominan las corrientes de agua intermitentes y en su parte noroeste una perenne.

Presenta suelos con características cársticas, lo cual hace que las corrientes hidrológicas sean intermitentes y aparezcan mayormente en el subsuelo, por lo cual la disponibilidad es baja en la superficie.

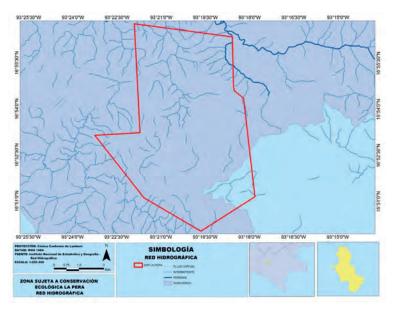


Figura 9. Red hidrográfica de la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

Componentes bióticos

Hay cuatro tipos de vegetación en la poligonal de la ZSCE "La Pera". El primero corresponde a selva mediana sub-

perennifolia en la mayor parte de la zona; el segundo es el de selva alta perennifolia al noroeste; el tercero es pastizal cultivado en dos pequeñas porciones al sur y el suroeste; el último es la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (pastizal inducido) en el sur.

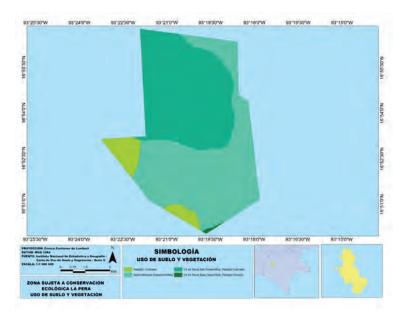


Figura 10. Uso de suelo y vegetación dentro de la poligonal de la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

Flora y fauna

Desde el origen de la humanidad los animales han sido de primordial importancia para la especie humana al ser utilizados como fuente de alimentación y en la elaboración de ropa. Chiapas es el principal estado mexicano en cuanto a biodiversidad se trata debido a que conserva un gran número de especies. Las de aves, reptiles y mamíferos han sido y continúan siendo aprovechadas con propósitos alimentarios, medicinales, religiosos, comerciales, ornamentales y recreativos (Ojasti y Dallmeier 2000; Naranjo *et al.* 2004).

Altamirano (2004) realizó un estudio avifaunístico de la zona noroeste del estado de Chiapas para determinar la riqueza específica y las modificaciones del hábitat. Mediante la utilización de un transecto longitudinal en seis localidades, teniendo como uno de sus sitios de muestreo la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera", obtuvo 482 registros de 153 especies, tres de ellas endémicas, concluyendo que el área es importante para el monitoreo de aves.

Rodríguez Jiménez *et al.* (2002) inventariaron grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) e invertebrados en los hábitats de la "La Pera".

El decreto publicado en 2006 refiere acerca de la ZSCE una biodiversidad con más de 331 especies de plantas y 252 de animales. De todas éstas, más de 50 se encuentran en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (vigente para 2006) y por instancias como la Unión Internacional para la Conservación de la Natura-leza (UICN) y el Convenio Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna Amenazadas (CITES).

Seis especies de plantas se encuentran en la lista de UICN, cuatro como vulnerables: *lilex quercetorum* I. M. Johnston, *Tillandsia sociales* L. B. Smith, *Saurauia oreophila*

Hemsley y *Persea floccosa* Mez.; dos en peligro: *Hampea montebellensis* Fryxelly, *Zanthoxy lumprocerum* J. D. Smith. H.; y *H. montebellensis* y *T. socialis*, compartidas con alguna categoría de acuerdo con la NOM-059-SEMAR-NAT-2010 y la UICN. Esta última, aunada a estar amenazada, es una planta endémica de la zona.

Ocho especies se encuentran amenazadas y protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Talauma mexicana* (Dc.) G. Don; *Guatteria anómala* (R.e.) Fries; *Ryptocereus anthonyanus* Alex.; *Bravaisia integérrima* (Spreng.) Standley; *Tillandsia seleriana* Mez; *Sapium macrocarpum* Muell.Arg.; *Hampea montebellensis* Fryxell; *Tillandsia sociales* L. B. Smith; una en peligro de extinción, *Louteri diumparayi* Miranda; y otra, *Louteridium mexicanum* (Baill.) Standley, en grado de protección especial.

Fueron localizadas 252 especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles. De éstas, 42 se encuentran en algún grado de preservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cinco en categoría de protección, de acuerdo con la UICN: *Mazama americana*, *Oryzomys melanois*, *Choeroniscus godmani*, *Cyrtonyxo cellatus y Pharomachrus mocinno*, las tres últimas en alto riesgo. De las pertenecientes a alguna categoría de prevención, seis: *Amazilia viridifrons*, *Anolis parvicirculatus*, *Eleuthero dactylusstuarti*, *Ixalo tritonniger*, *Lepidophy matuxtlae* y *Rana omiltemana*, endémicas de la región, lo cual confiere a la zona importancia para su conservación.

Flora

Presenta selvas alta y mediana subperennifolias con vegetación secundaria de acahuales, caracterizadas porque algunos árboles (25-50%) pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Este tipo cubre áreas extensas con climas cálido (temperatura media anual superior a 20°C) y subhúmedo (precipitación anual media poco superior a 1,200 mm), con algunas lluvias en la temporada seca, más marcada que en las zonas de selva perennifolia.

Esta clase de selva se desarrolla generalmente sobre suelos de roca caliza en regiones poco habitadas y cultivadas. En su dosel encontramos molinillo (*Quararibea funebris*), flor de corazón (*Talauma mexicana*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y otras.

En el estrato medio es común la presencia de molinillo (Quararibea funebris), amate (Ficus sp), copalillo (Protium copal), chile amate (Ficus involuta), palo de humo (Phoebe mexicana), carnero (Coccolaba sp.), corcho (Guatteria anómala), carne de caballo (Alchornea latifolia), algodón (Heliocarpus sp.), aguacatillo (Nectandra globosa), palo blanco (Dendropanax arboreus) cohuité (Elaphrium simaruba), copalillo (Protium copal) y otras.

El sotobosque está compuesto principalmente de palma pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), palma cola de pescado (*Chamaedorea ernestiaugusti*), chía (*Salvia hispanica*), chaya de montaña (*Cnidosculus aconitifolius*) y hierba santilla (*Piper sp.*), entre otras.

La vegetación secundaria es el "acahual", consecuencia de eliminar la original para incorporar terrenos a las actividades agropecuarias, pues al aplicar técnicas de descanso al suelo las especies de rápido crecimiento aprovechan para constituir grandes agrupaciones. Las representativas son: el corcho (*Belottia mexicana*), guarumbo (*Cecropia peltata*), majagua (*Heliocarpus appendiculatus*), corcho (*Heliocarpus donell*), cuajinicuil (*Inga jinicuil*), hierbasanta (*Piper sp.*) y otras.

Respecto a la investigación bibliográfica, se elaboró un listado de la flora existente, así como su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 1. Flora y fauna de la ZSCE "La Pera".

NOMBRE COMÚN	COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO			
-	Louteridium parayi Miranda	P		
-	Louteridium mexicanun (Baill.) Standley	Pr		
Canacoíte	Bravaisia integerrima (Spreng)	A		
-	Saurauia oreophila			
Corcho	Guatteria anomala R.E. Fries	A		
-	Ilex quercetorum I.M Johnston	-		
Malanga	Colocasia esculenta	-		
Coleto	Oreopanax sp.	-		
Pacaya	Chamaedorea tepejilote	-		
Palma cola de pes- cado	Chamaedorea ernesti-augusti	A		
Quiebramuela	Asclepias curassavica L.	-		

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SE- MAR- NAT-2010		
Hierba de perro	Parthenium hysterophorus	-		
Malacate amarillo	Aldama dentata Llave & Lex	-		
Molinillo	Quararibea funebris Vish	-		
Hormiguillo blanco	Cordia alliodora	-		
Tilandsia de Grijalva	Tillansia sociales L.B. Smith	A		
Tilandsia de Seler	Tillansia seleriana Mez.	A		
Copalillo	Protium copal	-		
Cohuité	Elaphrium simaruba L.	-		
Mulato	Bursera simaruba	-		
Pitaya de montaña	Epiphyllium sp	-		
Guarumbo	Cecropia optusifolia Bertol.	-		
Zapote de mono	Licania platypus	-		
Palo amarillo	Terminalia amazonia (Gmel.) Excell	-		
Amatillo	Sapium macrocarpum Muell. Arg	A		
Chaya de montaña	Cnidosculus aconitifolius	-		
Carne de caballo	Alchornea latifolia Sw.	-		
Chía	Salvia hispanica	-		
Albahaca de monte	Ocimum gratissimum	-		
Hierba Martín	Hyptis verticillata Jacq.	-		
Aguacate cimarrón	Persea floccosa	-		
Aguacatillo	Nectandra globosa	-		
Palo de humo	Phoebe mexicana (Meissn.)	-		
Cuajinicuil	Inga sp.	-		
Flor de corazón	Talauma mexicana (Dc.) G. Don	A		
-	Hampea montebellensis Fryxell. A			
Golondrina, malva- visca	Anoda cristata	-		
Bordón de viejo	Verbesina myriocephala	-		

Fuente: Semarnat 2010.

Fauna

Se elaboró un listado de la concurrente en la zona de interés, tomando en cuenta los nombres comunes y científicos, y se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para saber si están consideradas en alguna categoría.

Tabla 2. Fauna de la ZSCE "La Pera".

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010
,	MAMÍFEROS	
Ardilla	Sciurus deppei	
Ardilla vientre rojo	Sciurus aureogaster	
Armadillo nueve bandas	Dasypus novemcinctus	
Cacomiztle	Bassariscus sumichrasti	Pr
Cochi de monte o pecarí	Pecarí taracú	
Comadreja	Mustela frenata	
Gato de monte	Oncifelis geoffroyi	
Guaqueque	Dasyprocta punctata	
Jaguarundi	Herpailurus yagouaroundi	A
Mapache	Procyon lotor	
Mico de noche	Potos flavus	Pr
Murciélago	Pteronotus parnelli	
Murciélago	Micronycteris sylvestris	
Murciélago	Anoura geoffroyi	
Murciélago	Hylonycteris underwoodi	
Murciélago	Artibeus intermedius	
Murciélago	Artibeus jamaicensis	
Murciélago	Artibeus lituratus	

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010		
Murciélago	Carollia brevicauda			
Murciélago	Carollia perspicillata			
Murciélago	Centurio cenex			
Murciélago	Dermanura phaeotis			
Murciélago	Dermanura tolteca			
Murciélago	Dermanura watsoni			
Murciélago	Sturnira lilium			
Murciélago	Sturnira ludovici			
Murciélago	Myotis keaysi			
Murciélago	Choeroniscus gobmani			
Murciélago nectívoro	Glossophaga soricina			
Murciélago vampiro	Desmodus rotundus			
Musaraña	Cryptotis mexicana	Pr		
Puercoespín	Coendou mexicanus	A		
Rata maderera	Neotoma mexicana			
Ratón	Oryzomys alfaroi			
Ratón	Oryzomys rostratus			
Ratón	Ototylomys phyllotis			
Ratón	Peromyscus mexicanus			
Ratón	Sigmodon hispidus			
Ratón	Tylomys nudicaudus			
Ratón	Heteromys desmarestianus			
Ratón	Oligoryzomys fulvescens			
Ratón cantor	Scotinomys teguina	Pr		
Ratón de arrozal	Oryzomys melanotis			
Ratón gris	Bayomis musculus			
Tejón	Nasua narica	A		

NOMBRE COMÚN	BRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO		
Tepezcuintle	Agouti paca		
Tigrillo	Felis wiedii		
Tlacuache	Didelphys sp		
Tlacuache común	Didelphys marsupialis		
Tlacuache de cuatro ojos	Philander opossum		
Tlacuache marmosa	Marmosa mexicana		
Tuza	Orthogeomys sp.	A	
Venado temazate	Mazama americana		
Viejo de monte	Eira barbara	P	
Ardilla	Sciurus deppei		
	AVES		
Calandria/zacuilla	Cassiculus melanoicterus		
Cenzontle gris	Mimus gilvus		
Chachalaca olivácea	Ortalis vetula		
Chupaflor ocrillo o ermitaño enano	Phaetornis longuemareus	Pr	
Chupaflor cabeza azul	Amazilia cyanocephala		
Chupaflor cola canela	Amazilia beryllina		
Chupaflor morado	Campylopterus hemileucurus		
Colibrí frente verde	Amazilia viridifrons	A	
Codorniz	Cyrtonix ocellatus		
Cotorra común	Aratinga canicularis	Pr	
Cotorrón	Aratinga holochlora	A	
Guarda barranco	Eumomota superciliosa		
Lechuza mono	Tyto alba		
Luis	Pitangus sulphuratus		
Pajuil	Penelopina nigra A		

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010	
Paloma alas blancas	Zenaida asiatica		
Paloma caminera	Leptotila verreauxi	Pr	
Paloma torcaza pico rojo	Columba flavirostris		
Pea	Psilorhinus morio		
Péndulo de corona	Momotus momota		
Perico esmeralda	Cathartes aura		
Pijui	Crotophaga sulcirostris		
Piscoy	Piaya cayana		
Platanero	Coereba flaveola		
Tapacamino	Caprimulgus sp.		
Tordo ojirrojo	Molothrus aeneus		
Tortolita común	Columbina inca		
Trogón violáceo	Trogon violaceus		
Garza garrapatera	Bubulcus ibis		
Golondrina	Hirundo rustica		
Chorcha	Icterus sp.		
	REPTILES		
Anolis	Anolis alvarezdeltoroi		
Anolis blanco	Anolis laeviventris		
Anolis de Berriozábal	Anolis parvicirculatus	A	
Anolis de Peters	Anolis petersi		
Celesto vientre verde	Celestus rozellae	e Pr	
Coralillo	Micrurus browni Pr		
Culebra alacranera de Degenhardt	Stenorrhina degenharti		
Culebra café ador- nada	Rhadinea decorata		

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010
Culebra de cafetal de collar	Ninia diademata	
Culebra de cafetal espalda roja	Ninia sebae	
Culebra imita coral común	Pliocercus elapoides	
Culebra ojo de gato norteña	Leptodeira septentrionalis	
Culebra real coralillo	Lampropeltis triangulum	A
Culebra resoplona norteña	Pseustes poecilonotus	
Culebra-cordelilla chata	Imantodes cenchoa	Pr
Culebra-perico mexicana	Leptophis mexicanus	A
Encinela selvática roja	Sphenomorphus assatus	
Lagartija escamosa panza rosada	Sceloporus variabilis	
Lagartija escamosa verde	Sceloporus internasalis	
Lagartija-nocturna de Los Tuxtlas	Lepidophyma tuxtlae	Pr
Lagartija-nocturna puntos amarillos	Lepidophyma flavimaculatum	Pr
Lemacto coludo	Laemanctus longipes	Pr
Nauyaca	Cerrophidion godmani	
Nauyaca de cola azul	Bothriechis rowleyi	Pr
Serpiente-coralillo elegante	Micrurus elegans	Pr
Voladora	Spilotes pullatus	
Xenosaurio mayor	Xenosaurus grandis	Pr

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010			
Anolis de Berriozábal	Anolis parvicirculatus	A			
Celesto vientre verde	Celestus rozellae	Pr			
Coralillo	Micrurus browni	Pr			
Culebra real coralillo	Lampropeltis triangulum	A			
Culebra-cordelilla chata	Imantodes cenchoa	Pr			
Culebra-perico mexicana	Leptophis mexicanus	A			
Lagartija-nocturna de Los Tuxtlas	Lepidophyma tuxtlae	Pr			
Lagartija-nocturna puntos amarillos	Lepidophyma flavimaculatum	Pr			
Lemacto coludo	Laemanctus longipes	Pr			
Nauyaca de cola azul	Bothriechis rowleyi	Pr			
Serpiente-coralillo elegante	Micrurus elegans	Pr			
Xenosaurio mayor	Xenosaurus grandis	Pr			
	ANFIBIOS				
Rana de árbol mexicana	Smilisca baudini				
Rana de árbol mexicana puntos azules	Smilisca cyanosticta				
Rana de corona	Anotheca spinosa				
Rana de Morelet	Agalychnis moreletti				
	Rana omiltemana				
Rana guerrerense	Sinonimia: Lithobates omilte- manus	P			
Rana ladrona de Stuart	Eleutherodactylus stuarti	Pr			
Ranita	Eleutherodactylus rhodophis				
Salamandra	Ixalotriton niger	P			

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMAR- NAT-2010
Salamandra	Bolitoglossa occidentalis	Pr
Salamandra	Bolitoglossa rufescens	Pr
Salamandra	Bolitoglossa mexicana	Pr

Fuente: Semarnat 2010.

Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, fueron encontradas 33 especies de fauna con alguna categoría de riesgo, la de mayor número fue la sujeta a protección especial (20) y para la de las amenazadas 10 y 3 en peligro de extinción.

Caracterización social y económica de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera".

En esta ZSCE residen muchas comunidades con bajo y muy bajo niveles de desarrollo humano, pero la mayoría de las familias tiene televisión en casa, incluso cuando no pueden poseer un refrigerador.

Es importante tener en cuenta que el suministro eléctrico está casi siempre presente, pero es muy deficiente. Tal vez por esta razón muchas personas valoran muy arriesgado comprar un refrigerador para la conservación de los alimentos.

Tabla 3. Información básica de las comunidades

Localidad	Habi- tantes ²	Ma- yores de 18 años ³	Vivien- das ¹	Ser- vicios básicos ²	Refrigera-dor ²	Televi- sión²
Vistahermosa	237	136	52	85	15	65
Tierra y Libertad	496	215	94	0	13	79
Cuchumbac	55	23	9	11	22	67
Montebello	25	16	7	0	29	71
El Tirol	78	40	19	0	16	63
El Caracol	60	29	12	0	17	50
El Cairo	13	6	4	0	0	75
Joaquín Miguel Gutiérrez	357	208	85	14	47	61
La Herradura	22	9	5	0	20	80
El Limón	16	7	3	0	33	0

Fuente: Population and housing in localities placed into "La Pera", Leopoldo Medina.

² INEGI. Datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

³ Leopoldo Medina Sansón, información de campo.



Figura 11. Principales localidades de la ZSCE "La Pera".

Fuente: INEGI 2014.

De acuerdo con el número de habitantes de las localidades con mayor población, se grafica:

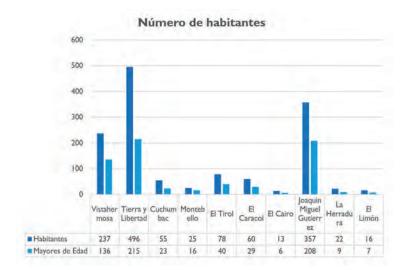


Figura 12. Gráfico de habitantes en las localidades de la ZSCE "La Pera".

Fuente: Population and housing in localities placed into "La Pera", Leopoldo Medina.

En la ZSCE "La Pera" las tres comunidades con mayor número de viviendas son Tierra y Libertad, Joaquín Miguel Gutiérrez y Vistahermosa. En las nueve hay bajo y muy bajo niveles de desarrollo humano.

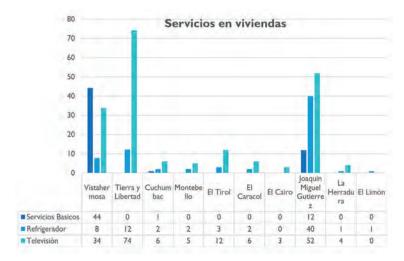


Figura 13. Servicios básicos (agua, luz y drenaje), refrigerador y televisión en viviendas de las localidades de la ZSCE "La Pera".

Fuente: Population and housing in localities placed into "La Pera", Leopoldo Medina.

Vías de acceso:

Caminos de terracería, vereda y brecha llegan a Tierra y Libertad, Vistahermosa, Cuchumbac y Montebello.

Diagnóstico socioambiental de Cuchumbac

Tenencia de la tierra

Se localiza en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera", en ampliación San Fernando, conformada por terrenos ejidales.

Demografía

Cuchumbac registró una población de 55 habitantes en el censo del INEGI de 2010, lo cual muestra un decremento respecto al de 2000.

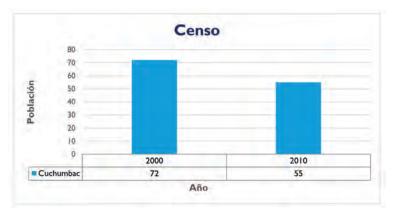


Figura 14. Habitantes en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

La población de Cuchumbac es equilibrada en cuestión de sexo, según el censo del INEGI de 2010.

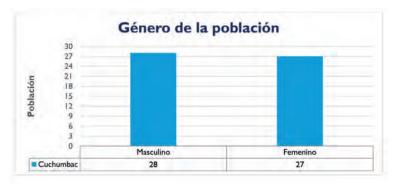


Figura 15. Género de los habitantes en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

La comunidad muestra casi la mitad de la población en edad mayor a 12 años, lo cual podría dar a entender que en general es joven.



Figura 16. Población mayor de 12 años en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

La comunidad cuenta con preescolar, cuya oferta educativa es muy pobre. El censo muestra un porcentaje aproximado del 50 de los jóvenes mayores de 15 años sin formación básica escolarizada.

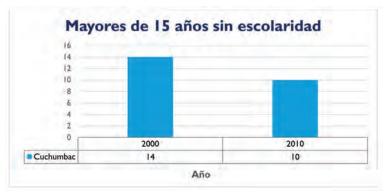


Figura 17. Habitantes en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

Se confirma la marginación en el aspecto educativo de la comunidad, con un porcentaje similar en alfabetismo en la población mayor de 15 años respecto a la carencia de escolaridad.

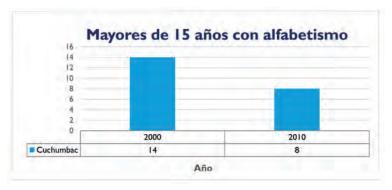


Figura 18. Población mayor de 15 años con alfabetismo en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

Cuchumbac no cuenta con centro o clínica de salud, o sea un 90% de su población sin acceso a atención médica.



Figura 19. Población con derecho a servicios de salud en la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

El censo del INEGI de 2010 no muestra un cambio respecto al de 2000 en población mayor de 12 años en unión libre o casada.



Figura 20. Población mayor de 12 años casada o en unión libre de la comunidad Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2010.

Hay nueve viviendas para 55 habitantes, una por cada seis.



Figura 21. Viviendas habitadas en la comunidad.

Fuente: INEGI 2010.

De éstas, sólo una cuenta con los tres servicios (agua, luz y drenaje).

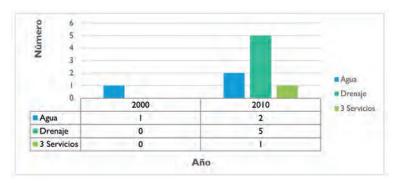


Figura 22. Viviendas con servicios básicos.

Fuente: INEGI 2010.

En la comunidad los espacios de convivencia han sido reducidos. Como se observó en la gráfica anterior, existen cinco casas con servicio de drenaje y sólo dos cuentan con el de agua. Al comparar 2000 y 2010 se puede apreciar cómo los habitantes de la comunidad han sufrido una disminución en los bienes a los que tienen acceso. Hay menos hogares en la comunidad, quizá como efecto de la migración. La deflación de habitantes tiene como consecuencia que cada vivienda la ocupe una familia, cuando tiempo atrás la ocupaban más de dos.

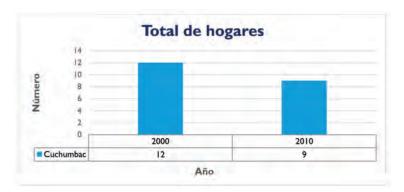


Figura 23. Hogares en la comunidad.

Fuente: INEGI 2014.

En Cuchumbac el índice de marginación se ha reducido a 47.62%.



Figura 24. Marginación en Cuchumbac.

Fuente: INEGI 2014.

Resultados del trabajo de campo

De las conversaciones y la observación derivada del transecto se tiene (Anexo 2):

Entrevistas

El 25 de noviembre de 2014 se visitó la comunidad de Cuchumbac con condiciones climatológicas poco favorables, por lo cual sólo se entrevistó a algunos habitantes, constatando que su principal problemática es en el ámbito de la salud. La clínica más cercana se encuentra en la comunidad de San Martín, aproximadamente a 2 km; sin embargo, los servicios son deficientes porque la doctora llega una vez cada 15 días y no se cuenta con muchos medicamentos, por lo que para enfermedades delicadas se acude a la cabecera municipal y en casos graves a la capital del estado. Los gastos son cubiertos por el enfermo o su familia.

Las más recurrentes son las enfermedades respiratorias y gastrointestinales, atacando a parte de la población adulta y casi toda la infantil con diarrea, vómitos, fiebre alta y tos. No todas las familias cuentan con ayuda del gobierno, sólo unas cuantas del programa Oportunidades. La gente junta agua en sus casas mediante sistemas colectores pluviales improvisados con pedazos de llantas o mangueras, en cubetas o pequeños tanques. En servicios básicos, cuentan con luz, drenaje (hacia una fosa séptica) y agua de un ojo conectado a una red de distribución por gravedad que llega hasta las viviendas pero no ingresa, por lo cual los habitan-

tes, especialmente las mujeres, la acarrean desde el patio al interior. Este servicio no satisface a todos los domicilios porque el 30% no está conectado.

Se entrevistó a Jorge Santiago Hernández Ovando, quien vive en la comunidad desde hace 40 años. Como fundador, narra que en 2009 recibieron apoyo del gobierno, consistente en el mejoramiento de sus viviendas mediante la colocación de piso firme, paredes de mampostería y techos de láminas. Sin especificar fecha, refirió el acercamiento del Gobierno del Estado y la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) con la apertura del proyecto de generación de abono orgánico con el proceso de lombricomposta para minimizar la extracción ilegal de suelo dentro de la ZSCE "La Pera", integrado por ocho hombres con un producto de 3 toneladas cada seis meses, y cada costal (50 kg.) cuesta 100 pesos, pero es difícil comercializarlo en los viveros de la cabecera municipal porque el abono extraído ilegalmente es vendido a un costo equivalente al 25% de la lombricomposta.

Esta problemática es impulsada por un grupo particular de la comunidad que realiza las actividades que infringen el cumplimiento de las disposiciones del decreto de creación de la ZSCE "La Pera", escudándose en que la lombricomposta quema y daña el desarrollo de las plantas. El señor Jorge expresó que han afectado al proyecto y las familias que dependen del producto, pues no logran sacarlo y han

optado por usarlo en sus cultivos, obteniendo muy buenas cosechas de maíz y frijol, que la mayoría consume.

Las actividades económicas de la comunidad están dirigidas a la agricultura, siendo mayores cultivos los de plátano, maíz, frijol y chayote, y se recurre a la renta o el comodato de terrenos. Gran parte de la población arrienda una hectárea para sembrar, pocos tienen propiedades de 1 a 4 hectáreas. Otro tipo de ingreso es el pago por jornales en ranchos privados, 100 pesos al día en un horario de 7 a. m. a 3 p. m.

El nivel educativo es muy bajo. Sólo se tiene dos escuelas. Un factor muy importante de esta problemática es que a los docentes no los envían a la comunidad y cuando llegan, en caso de presentar enfermedades, frecuentemente, suspenden las clases, y en algunos el periodo de ausencia es de seis o más meses, mientras envían un reemplazo.

• Tabla de observaciones de instalaciones e infraestructura:

Las viviendas visitadas contaban con aparatos eléctricos como televisión, radio y algunas refrigerador. En todas se usa fogones a base de leña para la cocción de los alimentos. El centro de reunión es la escuela primaria, al borde del camino principal, del cual aproximadamente 1 km es de concreto hidráulico y el resto sólo cuenta con un revestimiento de caliche. La vía de comunicación con otras comunidades es de terracería y su tránsito es difícil durante la temporada de lluvias. Son pocos quienes tienen un medio de transpor-

te, moto o camioneta, los demás utilizan el público, una *pickup* en la cual caben 10 personas y el costo del pasaje es de 15 pesos, con dos horarios, saliendo a las 6 de la mañana de Berriozábal a la comunidad El Tirol y de regreso, y otro viaje con los mismos puntos intermedios a las 3 de la tarde.

• Transecto:

Se prestó atención a las condiciones del ojo de agua, de donde la comunidad toma el recurso para sus necesidades. Hay anfibios y sedimentos, la vertiente tiene coloración grisácea. Algunas casas cercanas no están conectadas a la red de distribución, por eso la acarrean desde la vertiente, y a otras les llega de Vistahermosa, a una distancia de 2 km. Las zonas con vegetación nativa han sido deforestadas en grandes extensiones para cultivar plátano, chayote, maíz y frijol. En cuanto a la ganadería, sólo se presenta en los terrenos privados de personas externas a la comunidad, principalmente de la cabecera municipal.

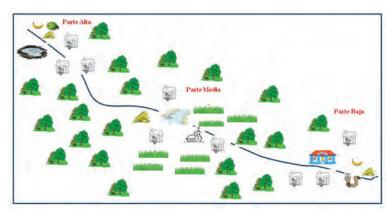


Figura 26. Transecto de la comunidad de Cuchumbac.

Observaciones:

Del recorrido por la población:

- Los infantes, descalzos, juegan en la tierra y muestran falta de higiene, desarrollando malos hábitos desde edad temprana.
- Cuando las madres cocinan cargan al pequeño en la espalda, donde inhala el humo del fogón.
- Consumen líquido del ojo de agua, el cual quizá contenga agentes patógenos causantes de infecciones o enfermedades.
- Permiten el ingreso de las aves de traspatio a la vivienda.
- La comunidad se integra a proyectos que benefician a toda la población.
- No existe control de residuos sólidos, pues hay inorgánicos en los caminos y los patios de las casas.

I Identificación de las problemáticas.

Proble- máticas	Causas	Descripción	Posibles solu- ciones
Enfermed a des: gastrointestinales y respiratorias	 Uso de leña. Hábitos. Contaminación del agua. Consumo de agua no potable. Introducción de aves de traspatio a la vivienda. Mal manejo de residuos sólidos. 	La población infantil es la más afectada por enfermedades gastrointestinales como vómito, diarrea y dolor de estómago.	Un análisis fisicoquímico del agua para determinar su calidad y con base en eso construir una planta de tratamiento e implementar estudios para el monitoreo. Pláticas acerca de los malos hábitos.
Abasteci- miento de agua	La red de distribución no abastece a toda la comunidad y el servicio es de mala calidad.	Algunas casas aún no están conectadas a la red de distribución y el agua no es potable.	Implementar una planta potabilizadora con una red de distribución para toda la comunidad.
Manejo y dispo- sición de residuos sólidos	La población no cuenta con un sitio ade- cuado para tal efecto.	Se tira los desechos en sus traspa- tios o a lo largo del ca- mino.	Talleres acerca del manejo de la basura.

Proble- máticas	Causas	Descripción	Posibles solu- ciones
Drenaje.	Todas las descargas van hacia una fosa séptica a 40 m del acceso principal.		agua para de- terminar si son fuentes de in-
Hábitos	La población presenta con- ductas inade- cuadas de hi- giene.	Las enfermed a des son más frecuentes en los niños.	Talleres acerca de higiene per- sonal.
Sistema de trans- porte	La mayoría de la población utiliza el público.	dos hora- rios: 6 de la	Integración de la comunidad para un pro- yecto de trans- porte comunal.

Proble- máticas	Causas	Descripción	Posibles solu- ciones
Deforesta-	Cultivos de autoconsumo.	En todas las casas se co- cina con fo- gón a base de leña.	Proyecto para la creación de huertos fami- liares.
ción	Uso de leña.	Cultivan fri- jol y maíz gi para auto- du	Integración de cocinas ecológicas para reducir el consumo de leña.
Extrac- ción de materias no fores- tales	Suelos para venta en viveros. Venta ilegal de la flora nativa. Venta ilegal de fauna en estatus de protección.	Un grupo se dedica a ex- traer mate- riales no fo- restales para vender en Berriozábal.	Integración de toda la comunidad al proyecto de lombricomposta. Proyecto comunitario a largo plazo (vivero).

Descripción de las propuestas:

• Talleres acerca del manejo de la basura:

La temática será la contaminación producida en suelo, aire y agua al incinerar o enterrar los desechos, las posibles muertes de animales nativos y domésticos por la ingesta de los residuos, la propagación de malos olores y especies nocivas para la salud humana y el reciclaje.

- Estudio del suelo cerca de la fosa séptica, donde descarga:
- Análisis en tierra y agua y de daños ambientales por las descargas al aire libre de las aguas negras, por el uso de la fosa séptica y los efectos a futuro si no se implementa un sistema eficaz.
- Estudios topográficos e hidrológicos para determinar reubicación y capacidad de una nueva fosa séptica que cumpla con las normativas de calidad en cuestiones de salud y ambientales.
- Talleres acerca de cuidado e higiene personal:
- Recomendaciones para el cuidado personal y hacer conciencia de los malos hábitos en niños.
- Integración de la comunidad para un proyecto de transporte comunal:
- Adquisición de una camioneta para satisfacer las necesidades mediante programas de gobierno o instituciones sociales.
- Utilizar una cocina ecológica para reducir el consumo de leña:
- Construcción de estufas para la utilización de leña, carbón, aserrín o biogás.
- Integración de toda la comunidad al proyecto de lombricomposta:
- Promover que toda la comunidad participe en el proyecto de lombricomposta y utilizar el producto para mejores rendimientos en sus cultivos.
- Propuestas y talleres acerca de policultivos.
- Hortalizas en los traspatios.
- Proyecto comunitario a largo plazo (vivero):

- Proponer que toda la comunidad participe en la creación de un vivero de plantas nativas de la zona para la conservación de germoplasma e iniciar actividades comerciales.
- Red de abastecimiento de agua.
- Proviene del ojo en la parte alta de la comunidad, con capacidad para el suministro a la mayoría de las casas por medio de gravedad, disminuyendo durante la sequía de manera considerable, y no cubre los requerimientos de los pobladores.
- La distribución es mediante una manguera tipo poliducto de 1 pulgada parcialmente enterrada para protegerla de agentes externos; la tubería con que se cuenta es muy menor, por lo que el servicio en época de estiaje es deficiente.

Propuesta de solución para el abastecimiento de agua en Cuchumbac

Para bienestar, salud y desarrollo de la población es necesaria el agua limpia y su saneamiento (OPS 2011). Este derecho es universal y no se debe considerarlo como recurso privatizador.

Sin embargo, debido a la escasez del líquido en la mayoría de ciudades y comunidades rurales en México y América Latina, se ha enfocado esfuerzos y recursos en construir instalaciones para su abastecimiento, sin tomar en cuenta la calidad (Haro, Nubes y Calderón 2012). México presenta un deficiente sistema de saneamiento del recurso en las localidades del campo. En 2010 aquellas con menos de 2,500

habitantes presentaban un 76.2% de viviendas con acceso a agua y un 68.8 a drenaje (INEGI 2011). Esto indica que aún se presentan deficiencias en los sistemas de drenaje, por lo que mucha de la población continúa defecando al aire libre, como señala la Organización Panamericana de la Salud en su *Informe de agua y saneamiento* de 2011, refiriendo que en América Latina y el Caribe 36 millones de personas lo hacen (OPS 2011), provocando enfermedades transmitidas por contaminación microbiológica (Vázquez y Espinosa 2013), como parásitos, infecciones como la legionella, ciertos tipos de meningitis, las diarreicas agudas y las cutáneas, que provocan el deceso de un 26% de las poblaciones infantil y anciana a nivel mundial (Barrientos, Tello y Palomino 2010).

El agua es un recurso fundamental en el desarrollo de las comunidades, no sólo para su consumo y uso en las actividades agrícolas y pecuarias sino como regulador del clima para la conservación de flora y fauna y la calidad de vida de los seres humanos (Guillén, Escobar y Utrilla 2004).

En la República Mexicana Chiapas presenta un gran rezago económico y social comparado con el resto de las entidades, desde los noventa del siglo 20 los peores indicadores demográficos y de salud, con el mayor de mortalidad infantil de 1990 a 1995, un retraso de una década a nivel nacional. Durante tal periodo se presentaron al menos uno de cada 10 casos de cólera y uno de cada tres de paludismo por la es-

casez de recursos de la población (Sánchez, Vargas y Jansá 2006). El modo de vida de los chiapanecos en situación de pobreza presenta escasez de agua y sistemas de distribución deficientes. Un estudio en zonas de alta marginación en la región fronteriza de Chiapas encontró que 67% de la población infantil presentaba parasitosis intestinal global. Sus recomendaciones son: 1) Mejorar la calidad del agua, 2) Evacuar las residuales, 3) Promover la higiene doméstica y otras (Morales *et al.* 2003).

Para mejorar las condiciones de vida de Cuchumbac y disminuir las enfermedades gastrointestinales es necesario implementar medidas de higiene y saneamiento del agua. Sin embargo, los procesos de tratamiento y su potabilización tienen costos elevados. Entre los sistemas hay tres grupos, clasificados según su método (Guillén, Escobar y Utrilla 2004):

Físico.

 Eliminación de turbiedad y color, basándose en las materias en suspensión, finamente divididas, sedimentables, acompañadas muchas veces de materias orgánicas coloidales o disueltas no retenidas por la simple filtración. Para eso es necesario un tratamiento previo con coagulante químico, seguido de decantación o clarificación y la filtración a través de un manto de arena u otro material inerte, finalizando con una desinfección más o menos intensa. Reducción de la intensidad de los gustos (sabor) y olores mediante aireación, carbón activado, cloro u otros oxidantes como el ozono.

Químico:

• Corrección del pH (potencial de hidrógeno) del agua, reducción de la dureza, eliminación de los elementos nocivos o agregado de productos químicos.

Bacteriológico:

• La desinfección con cloro, sales clorógenas o hipocloritos. Las dosis generalmente son fijadas con base en cloro residual, cuyo valor debe estar entre 0.05 mg/l y 0.1 mg/l para cubrir cualquier contaminación secundaria. Este tratamiento ayuda a determinar el número de coliformes totales, fecales y números de colonias. Es vital para un consumo de agua libre de bacterias.

Propuesta

Se sugiere un sistema de potabilización del agua para la comunidad de Cuchumbac. Sin embargo, por las características económicas y las prohibiciones del decreto de creación de la ZSCE "La Pera" no es posible la construcción de una planta con procesos especializados para dotar de este servicio a la comunidad entera. No obstante, se propone un sistema que pueda abastecerla con la calidad adecuada para el consumo humano y disminuir las enfermedades gastrointestinales.

La propuesta es construir un sistema de filtración biológica conectado a una red de distribución para abastecer a Cuchumbac con calidad.

1.- Caja colectora de agua

El primer paso es construir una toma a un costado del ojo de agua de la comunidad. Este mecanismo consiste en un tanque-caja de 1.00 x 1.00 x 1.00 m que contendrá tubos y válvulas en niveles con el objetivo de usar la de mejor calidad (Díaz, García y Solís 2000).

2. Tubería de alimentación

La existente es un poliducto de 1.5" de diámetro. Se pretende una de 3" que conecte al sitio de captación con el sistema sedimentador y en la segunda línea una de 2.5. El flujo estará controlado por válvulas (Díaz, García y Solís 2000).

3. Sedimentador

En esta parte del sistema se separa los sólidos suspendidos del agua mediante gravedad. Este proceso crea una capa de lodos en la parte baja del sedimentador y un efluente clarificado en la superior con un 80-90% de remoción de grumos (Díaz, García y Solís 2000).

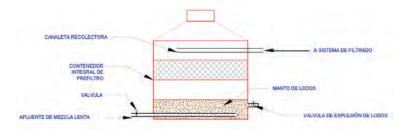


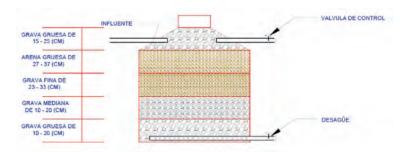
Figura 26. Sedimentador con manto de lodos.

Fuente: UNAM 2000.

4. Sistema de filtración a base de arena

Los filtros lentos reducen drásticamente el número de virus (total), bacterias (99-99.9%), protozoarios o huevos de nemátodos (hasta 99.99%) dañinos para la salud (Visscher et al., 1992).

La propuesta contempla la colocación de tres tanques de plástico con una capacidad de 200 litros cada uno, los cuales contendrán cinco capas de materiales pétreos de granulometrías para remover los microorganismos patógenos y mejorar la calidad del agua. La inferior estará conformada por grava gruesa de 19-25 mm de diámetro con una altura de 10-15 cm, la segunda será de una mediana de 12 a 19 mm de diámetro y altura de 10-15 cm, seguida por una de fina de 4-8 mm de diámetro y una altura de 23-33 cm; la cuarta estará compuesta por arena gruesa de 1-13 mm y su altura será de 27 a 37 cm; se completará con una de grava gruesa con una altura entre 15 y 25 cm (Visscher et al., 1992).



Nota: Acentuar VÁLVULA

Figura 27. Diseño de tanque de filtración.

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua ¿?.

Se requiere lavar los materiales con agua limpia y secarlos al sol para su esterilización. El proceso de estabilización del filtro es de uno a dos meses, periodo en el cual deberá fluir el líquido constantemente para que en el interior se forme una capa bacteriológica que evitará el paso de los sedimentos (SMCS 1997).

Cada filtro proporciona hasta 25 litros por hora, transportados hacia un área de almacenamiento.

5. Tanque de almacenamiento-cloración

Debido a que los filtros funcionan 24 horas continuas, el volumen del efluente es de 600 litros diarios por cada tanque, por lo cual la capacidad de éste será de 15,000 litros para depositar lo generado en una semana.

Para este tanque se prevé la introducción de hipoclorito de calcio en polvo con arena para la disolución gradual mediante un dispositivo de fácil creación por la población, consistente en botellas de plástico, entre las que en el interior de la de menor volumen habrá una mezcla de arena e hipoclorito de calcio y en la parte superior un orificio para el ingreso del agua; en el segundo envase habrá otro en la baja y en su interior el primer recipiente; ambas aperturas tendrán sentidos opuestos, el líquido no permitirá que el hipoclorito se disperse en el tanque y así se dosificará gradualmente el cloro.

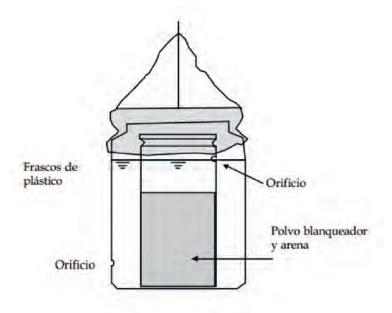


Figura 28. Difusor de cloro de doble envase de plástico para pozos y tanques.

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua ??.

El sistema se conectará con los filtros por una tubería de 2.5" mediante la fuerza de gravedad. Al salir del tanque de almacenamiento el agua será distribuida a la comunidad con un poliducto de 2" de diámetro hasta llegar al patio de las casas. La reducción del diámetro es para ejercer mayor presión y aumentar la velocidad durante el recorrido.

6. Red de distribución

Abastecerá a la comunidad el agua con la calidad para el consumo humano por un poliducto de 2" de diámetro que llegue a los patios de las viviendas.

A continuación, el croquis del procedimiento (Figura 29):

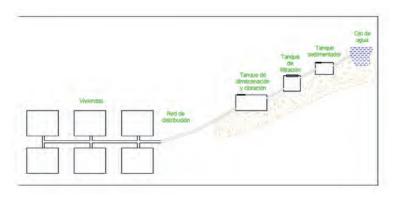


Figura 29. Diseño del proceso de distribución de agua para la comunidad de Cuchumbac.

Propuesta de invernadero para la producción de chile jalapeño

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de picante seco; los principales clientes: Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania (Sagarpa 2013).

El chile pertenece al género *Capsicum* y la especie *annuum* (Cansino 1982). Se le da el nombre de jalapeño porque antiguamente se le cosechaba en Jalapa, Veracruz, y de ahí se distribuía a todo el país. En la actualidad ya no se cultiva en el lugar pero es muy utilizado en la gastronomía veracruzana.

Tabla 4. Producción nacional de chile jalapeño en 2013.

Ubicación	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor de producción (miles de pesos)
Aguascalientes	773.00	743.00	11,073.50	14.90	4,986.46	55,217.57
Baja California	770.70	764.70	20,453.84	26.75	5,902.90	120,736.93
Baja California Sur	951.30	885.30	32,423.43	36.62	10,839.01	351,437.98
Campeche	2,298.75	2,293.75	10,864.38	4.74	3,479.48	37,802.37
Chiapas	4,045.25	4,045.25	18,094.14	4.47	5,939.22	107,465.08
Chihuahua	24,727.70	24,330.45	529,051.77	21.74	4,046.15	2,140,624.23
Coahuila	391.00	385.00	10,499.49	27.27	6,948.75	72,958.28
Colima	550.50	950.50	16,579.50	30.12	5,883.63	97,547.68
Distrito Federal	2.50	2.50	12.60	5.04	9,166.67	115.50
Durango	3,683.00	3,645.75	42,535.34	11.67	8,105.09	344,752.78
Guanajuato	4,032.40	3,956.40	78,552.46	19.85	7,077.54	555,958.29
Guerrero	1,111.75	1,071.25	6,810.69	6.36	8,650.33	58,914.70
Hidalgo	1,703.00	1,643.00	14,890.18	90.6	7,603.25	113,213.74
Jalisco	4,325.00	4,307.00	99,234.71	23.04	7,745.84	768,655.76
Michoacán	2,203.50	2,144.50	51,547.76	24.04	5,919.53	305,138.45
Morelos	131.10	131.10	1,202.57	9.17	8,242.61	9,912.31

Fuente: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/.

El proyecto de un invernadero en la comunidad tiene la finalidad de producir chiles jalapeños para apoyar el desarrollo económico y social de la población. Sería implementado por el sistema de lombricomposta, que ayudará a la fertilización del suelo controlando clima, plagas y enfermedades para un manejo sostenible, obteniendo alimentos sin riesgo para la salud, reutilizando las grandes cantidades de desechos orgánicos de la comunidad (Villalobos 2012).

Ventajas del abono orgánico:

La lombricomposta no es tóxica para humanos, animales domésticos y de corral, peces, abejas, abejorros y organismos entomopatógenos. Por su degradación natural no infecta suelo, agua y atmósfera. Como procedente de plantas no crea resistencia en insectos, plagas, hongos y bacterias patógenas, evadiendo que estos organismos se transformen y sean más difíciles de controlar. Ayuda a los cultivos a formar fitoalexinas (sustancias de autodefensa), que auxilian en su desarrollo al dejar que las plantas trabajen libremente, sin provocar estrés como algunos agroquímicos, y las impulsan a desdoblar los tóxicos acumulados en sus tejidos, incrementando la productividad.

El humus de lombriz es rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad de cinco a seis veces más que el estiércol común:

Tabla 5. Contenido de nutrientes de la lombricomposta.

ELEMENTOS TOTALES	PORCENTAJE
Nitrógeno	1.5 – 3.35 %
Fósforo	0.45 – 1.8 %
Potasio	1.5 – 2.5 %
Azufre	0.2 – 0.9 %
Calcio	2.8 – 3.2 %
Magnesio	1.3 – 1.7%
Нієтто	1.0 – 1.2 %
Manganeso	0.4 – 0.6%
Cobre	0.00049 - 0.0086 %
Zinc	0.0004 - 0.0006 %
Carbono orgánico total oxidable	31.5 %
Materia orgánica	30 – 40 %
Carbono de ácidos húmicos	1.43 – 3-7 %
Carbono de ácidos fúlvicos	1.46 – 3-4 %
Niveles de patogenicidad	0
Cenizas	2%
Aporte fitohormonal	1mg de CHS
Humedad	35 al 45%
Capacidad de retención de humedad (cc/ (kg producto seco)	1.300 cc/kg
Densidad	0.6 (g/cc)
pH	6.9 a 71

Fuente: http://www.lombricompostamexico.com/productos/venta-jas-y-beneficios/.

Siembra

Se deposita una parte de sustrato en las bandejas. Se coloca las semillas a la misma profundidad y en el centro para que crezcan lo más derecho posible y evitar la competencia por la luz. Se les mantiene en un lugar oscuro y húmedo con una pequeña cantidad de iluminación indirecta hasta que aparezcan los brotes. Al germinar la mayoría son trasladadas a las camas de invernadero donde la actividad de riego es importante por la pérdida de humedad. Una vez tengan entre dos y cuatro hojas, será necesario separarlas y trasplantarlas en una maceta más grande.

Los promedios de temperatura son durante el día de 18 a 26°C y en la noche de 15 a 18. La extremadamente alta puede provocar caída de flores y frutos (Valadez 1989).

Invernadero

Requiere estructura de fierro para mayor duración y soporte de carga. La cubierta permitirá un clima agradable para el desarrollo del cultivo, para lo cual se propone polietileno de larga duración, un año como mínimo.

Conclusión

 Por los hábitos de higiene de la población, se presentan enfermedades, las más frecuentes afectando los sistemas respiratorio y gástrico, siendo la población infantil la más vulnerable.

- 2. El incumplimiento del decreto está ligado a la carencia de proyectos productivos y la falta de ingresos económicos de las familias dedicadas a la extracción ilegal de recursos forestales y no forestales.
- 3. La falta de información ambiental facilita la deforestación irracional.
- La carencia de educación básica disminuye el nivel de vida, en consecuencia los trabajos desempeñados son mal remunerados.
- 5. No se cuenta con apoyos de proyectos gubernamentales.
- La utilización de estufas ecológicas no frena la deforestación pero suaviza en porcentaje notorio la problemática.
- 7. De acuerdo con Sánchez et al. (2010), la calidad del agua en comunidades de similares características no es apta para el consumo humano, por lo que se considera a su fuente como uno de los principales focos de infección y enfermedades.
- 8. El sistema que se propone pretende mejorar el servicio y la calidad del agua de la comunidad. Aunque es un tratamiento simple, ayudará a disminuir las enfermedades gastrointestinales.
- 9. Se requiere estudios para mejorar el tratamiento y la distribución del agua, así como la ubicación de la planta para el flujo con un gasto de energía mínimo.

- 10. Las propuestas concebidas en el desarrollo de la investigación se enfocaron en el cultivo de hortalizas, específicamente chiles jalapeños, y en el mejoramiento de la calidad del agua. Buscan la integración de la comunidad para corregir problemáticas de salud e higiene con la generación de un ingreso económico.
- 11. Con el objetivo de verificar el buen funcionamiento de estos proyectos es necesario corroborar calidad y eficacia mediante un programa de asistencia, seguimiento y evaluación permanentes.

Bibliografía

- Altamirano, M. A. 2004. Obtención de la riqueza de aves y selección de especies susceptibles de monitoreo en la Zona Noroeste en el estado de Chiapas. Informe final SNIB-Conabio, proyecto No. Y018. México, D. F. (Edición digital: Conabio 2006).
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. 2010. Datos estadísticos. CEIEG. Gobierno del Estado de Chiapas.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. 2012. Concentrado de datos municipales. CEIEG. Gobierno del Estado de Chiapas. Recuperado de http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/consulta-de-indica-dores-municipales/.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2014. Portal de geoinformación. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.
- Consejo Nacional de Población. 2010. Disponible en http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010.
- Comisión Nacional del Agua. 2000. Normales climatológicas de Chiapas. Disponible en http://smn.cna.gob.mx/climatologia/normales/estacion/chis/NORMAL07372. TXT.
- Comisión Nacional del Agua. 2014. Comisión Nacional del Agua. Obtenido de Servicio Meteorológico Nacional: http://smn.cna.gob.mx/in.

- Comisión Nacional del Agua. 2010. Disponibilidad del agua subterránea. México. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_0704.pdf.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *México, D. F.*
- Díaz, C., D. García y C. Solís. 2000. Abastecimiento de agua potable para pequeñas comunidades rurales por medio de un sistema de colección de lluvia-planta potabilizadora. Ciencia Ergo Sum, julio, volumen 2, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2014. Sistema para la consulta de Cuaderno estadístico municipal de Berriozábal, Chiapas. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Ayuntamiento Constitucional de Berriozábal.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2006. Decreto por el que se declara el establecimiento del área natural protegida con carácter de Zona Sujeta A Conservación Ecológica, el área conocida como "La Pera", ubicada en el municipio de Berriozábal, Chiapas. Decreto número 427; Tomo II Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Permiso núm. 005 1021.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2001. Plan de Desarrollo Chiapas 2001-2006. *Tuxtla Gutiérrez*.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. Aguascalientes, México.

- Instituto de Geografía. Carta del sistema de clasificación climática de Köppen modificado por E. García en 1964 para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. 1970. Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Chiapas. 2014. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Chiapas, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Guía para la interpretación de cartografía de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie III. Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional Estadística, Geografía e Informática. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Información Nacional por Entidad Federativa y Municipios (Berriozábal), Chiapas, México.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2014. Fisiografía de Chiapas. Disponible en http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/chis/fisio.cfm?-c=444&e=07.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2014. Topografía. Disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografía/default.aspx.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2014. Recursos naturales. Disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/default.aspx.

- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2014. Marco geostadístico nacional. Disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica. México. 28:29-179.
- Meneses, R. 1983. Estudio de comunidad del municipio de Berriozábal, Chiapas. Tesis profesional. Minatitlán, Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- Méndez, E. 2012. Ubicándose entre montañas y valles zoques de Chiapas. Antilha, *1* (2), 65-86.
- Moreno, E. B. (2009). Situación actual dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera", en el municipio de Berriozábal, Chiapas. *Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.*
- Rodríguez, A., R. Pérez, N. Jiménez, A. Hernández, E. Chamé y A. R. Aguilar. 2002. El Pozo La Pera: Un estudio faunístico para su conservación. Certamen Nacional Juvenil de Ciencia y Tecnología. México, D. F.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento del Uso de la Biodiversidad, México.
- Sansón, L, B. Ruiz y C. Tejeda. 2006. Ordenamiento ecológico de la Zona Municipal de Protección de Recursos Naturales "La Pera", municipio de Berriozábal, Chiapas. Quehacer Científico en Chiapas, 1: 21-31.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. DOF (Segunda sección). Acuerdo por el que se dan a

- conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. 2014. Hospital Básico Comunitario de Berriozábal beneficiará a 70 mil familias. Recuperado de http://salud.chiapas.gob.mx/noticias/hospital-basico-comunitario-de-berriozabal-beneficiara-a-70-mil-familias/.
- Soto, M. (1997). El clima. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 7-23.
- Visscher J. T., et al, 1992; "Filtración Lenta en Arena Tratamiento de Agua para Comunidades". Documento técnico 24, International Water and Sanitation Center (IRC), Centro Inter-Regional de Abastecimiento y Remoción de Agua (Cinara), Cali, Colombia, 4-31 pp.

ANEXOS

ANEXO 1:

Formatos para el trabajo de campo

Guión de entrevista a autoridades locales o informantes clave con el enfoque de capitales o recursos comunitarios

LANC	alidad	widnicip		Fecha
Nor	nbre del entrevistado			Cargo
	RECURSOS NATURA Tipo de núcleo agrario:	LES		
i.	Fecha en que obtuvieron los derecho	s agrarios	_	
2.	Extension obtenida ha	s. Usos		
3.	Productores con derechos agrarios er	la fundación		
4.	¿Cuál fue la dotación agraria por pro	pietario? ¿Ha cambi	ado en los años recie	ntes?
5.	Superficie actual para agricultura	forestal	ganaderia	uso común
6.	Dotación agraria actual Número de titulares hombres Número de titulares mujeres			
7.	Avecindados Avecino	ladas		
8.	¿Aceptaron Procede?	or qué?		
9.	¿Hubo problemas con el Procede?	¿Por qué?		
10.	¿El ejido/comunidad cuenta con pare	ela de la mujer y UA	MM? has ¿	Por qué?
11.	¿Se cuenta con parcela escolar?	¿Cuantas has	. Por que	
12.	¿En la comunidad las mujeres tienen			
	¿Las mujeres que tienen tierra cómo			
	¿En los años recientes se ha vendido			
	¿Qué especies aprovechan?			
	¿Qué especies se agotan?			
17.	¿Qué problemas ambientales conside	ra existen en la com	unidad?	
	II. POBLACIÓN/RECURS	SOS HUMANOS		
10	Población total	Hombres	Mujeres	
18.		Hogana ancabeza	dos nor muieres	Por hombres
	Número de familias	_ trogates encaneza	and her traileres	

	NIVEL EDUCATIVO
21.	¿Hay asistencia a capacitaciones de educación ambiental?
22.	¿Por cuál medio obtienen información respecto a conservación de la biodiversidad?
23.	¿Están informados acerca del decreto de conservación de "La Pera"? ¿Qué opinan?
24.	¿Cuáles aspectos les parecen positivos de la conservación, cuáles negativos?
25.	¿Con cuántas escuelas se cuenta y de qué nivel?
26.	¿Cuáles son las escuelas más cercanas? ¿A qué distancias se encuentran y de qué nivel educativo son?
SAI	LUD -
27.	¿Cuál es el centro de salud más cercano?
28.	Enfermedades más frecuentes y comunes
	III. CAPITAL PRODUCTIVO Y FINANCIERO ¿Cuáles son las actividades en que se trabaja?: Agricolas Forestales Pecuarias Comercio Migración Servicios Otra
30.	Principales productos:
31.	¿Dónde se realizan las ventas de sus productos/servicios? Localidad Otras localidades Cabecera municipal Capital del estado Otras
32.	¿Dónde compran los productos de consumo y los insumos productivos?
	Localidad Otras localidades Cabecera municipal Capital del estado Otras
30.	¿Cuáles programas públicos hay en la comunidad y qué tipo de apoyos reciben? (de quiénes, montos)
Pag Para Para	a la producción (subsidios/créditos) o por servicios ambientales la conservación ambiental a la obtención de alimentos, salud y educación neión a desastres/gestión de riesgos bs:
Otro	

V.	RECURSOS SOCIALES Y CULTURALES
33. ¿Q	sé grupos y organizaciones comunitarius existen? ¿Cuáles están integradas por bombres y mujeres?
	a. Productivos
	b. Conscruación
	c. Educativos
	d. Salud
	c. Agua
	f. Mujeres
	g. Politicos
	h. Religiones
	i. Atención ante desastres
	j. Comité de Camino
	k. Otros
33. 6	Que actividades culturales celebran todos los años? ¿Cuándo? ¿Cómo?
34. 2	Qué percepción tiene del nivel de organización de la comunidad?
35. 6	Qué actividades realizan de manera comunal?

Guía para desarrollo del transecto y recorrido por el territorio

	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
CRITERIOS			
	Msnm	Msnm	Msnm
Relieve			
Suelos			
Agua			
Vegetación y usos del suelo			

Agricultura y otras actividades		
Cambios de usos del suelo ¿Qué se hacía antes?		
¿De quién es la tierra que se cultiva? ¿Tienen título de propiedad?		
Tipo de propiedad		
Contaminación		
Infraestructura y servicios básicos,		
distribución de la población		
Problemas y limita- ciones		
Amenazas		
Fortalezas		
Oportunidades		
Observaciones		

ANEXO 2:

Resultados del trabajo de campo

Anexo 2

Entrevistas en la comunidad Cuchumbac

2014 (Ca	1: CUCHUMBAC Municipio BERRIOZÁBAL Fecha: 18 NOVIEMBRE ASA Nº 1) lel entrevistado: Mercedes Calderón de la Cruz Cargo: AMA DE CASA
	RECURSOS NATURALES
1.	Tipo de núcleo agrario: Ejidatario
2.	Extensión obtenida1has. Usos: Agrícola
3.	¿La extensión de tierra es propia o rentada? Rentada.
4.	¿Practican la cacería?Sí ¿Qué especies cazan?Iguanas

POBLAC	TIÓN/RECURSOS HUMANOS
5.	Población en la vivienda3 Hombres2Mujeres1
6.	Número de familias1
7.	¿Cuánto tiempo tienen viviendo en esta comunidad? Cinco años.
NIVEL E	DUCATIVO
8. 9. 10.	¿Hay asistencia a capacitaciones de educación ambiental? Sí _No_ ¿Están informados acerca del decreto de conservación de "La Pera"? _Sí_ ¿Qué opinan? _Que está muy bien para conservar la vegetación que hay ¿Con cuántas escuelas se cuenta y de qué nivel? Con dos escuelas niveles primaria y secundaria
11.	¿Cuáles son las escuelas más cercanas? ¿A qué distancias se encuentran y de qué nivel educativo son?La escuela primaria es la más cercana, a un kilómetro
SALUD	
12.	¿Cuál es el centro de salud más cercano?El centro de salud más cercano se encuentra en San Martín
13.	Enfermedades más frecuentes y comunes Gripe

RECURS	OS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS
14.	¿Cuáles son las actividades en que se trabaja? Agrícolas_a_ForestalesPecuariasComercioMigraciónServiciosOtra_a_
15.	Principales productos:Maíz
16.	¿Dónde se realizan las ventas de sus productos/servicios? Son para consumo propio.
17.	¿Dónde compran los productos de consumo y los insumos productivos?
18.	Localidad Otras localidades Cabecera municipal a Capital del esta- do Otras Cuáles programas públicos hay en la comunidad y qué tipo de apoyos reciben? (de quiénes, montos)
Oportunid	lades.
	¿Cuál es su medio de transporte? Público. ¿Con qué electrodomésticos cuenta? Televisión y radio.

RECURSOS SOCIALES Y CULTURALES
21. ¿Qué grupos y organizaciones comunitarias existen? ¿Cuáles están integradas por hombres y mujeres?
a. Productivos ✓
b. Conservación
c. Educativos
d. Salud
e. Agua
f. Mujeres
g. Políticos
h. Religiones
i. Atención ante desastres
j. Comité de Camino•
k. Otros
22. ¿Qué actividades culturales celebran todos los años? ¿Cuándo? ¿Cómo? Celebran el nacimiento del Niño Dios en la iglesia el 25 de diciembre.
23. ¿Qué religión practica? Católica.
24. ¿Dónde se encuentra la iglesia de su religión? En la comunidad a 600 metros de la entrada.
25. ¿Qué percepción tiene del nivel de organización de la comunidad? Que está organizada en pro de la comunidad.
26. ¿Qué actividades realizan de manera comunal? La comunidad está viendo el encementado del camino de la zona.
27. ¿Qué se puede o le gustaría cambiar en la comunidad? Que mejoraran el servicio médico y el abastecimiento de medicinas.
Localidad: CUCHUMBAC Municipio: BERRIOZÁBAL Fecha: 18 NOVIEMBRE DE 2014 (CASA N° 2)

Cargo: Agricultor

Nombre del entrevistado: Jorge Santiago Hernández Ovando

	1								
	RECURSOS NATURALES								
28.	Tipo de núcleo agrario: Ejidatario.								
29.	Extensión obtenida4has. Usos: Agrícola.								
30.	La extensión de tierra es propia o rentada: Propia.								
31.	¿Practican la cacería?No ¿Qué especies cazan?								
POBLAC	TIÓN/RECURSOS HUMANOS								
32.	Población en la vivienda10 Hombres3Mujeres3								
33.	Número de familias3								
34.	¿Cuánto tiempo tienen viviendo en esta comunidad? 40 años.								
NIVEL E	DUCATIVO								
35.	¿Hay asistencia a capacitaciones de educación ambiental? Sí, pero fue sólo en 2009¿Quién les imparte la capacitación?SEMAHN								
36.	$\ensuremath{\mathcal{E}} Q$ ué proyectos productivos tienen que no afecten al ecosistema? La lombricomposta.								
37.	¿Qué cantidad producen y cada cuánto? Tres toneladas cada seis meses.								
38.	¿Qué se hace con el producto, dónde lo venden y a cuánto? Se intentó vender en los viveros pero no lo compran ya que la gente sigue extrayendo tierra y lo dan más barato, así que se utiliza para las cosechas y algunas ventas por fuera a 100 pesos el costal.								
39.	¿Están informados acerca del decreto de conservación de "La Pera"? _Sí_ ¿Qué opinan? _Que se necesita mejorar la vigilancia ya que no todos cumplen con las normativas.								
40.	¿Con cuántas escuelas se cuenta y de qué nivel?Dos escuelas niveles primaria y secundaria								
41.	¿Cuáles son las escuelas más cercanas? ¿A qué distancias se encuentran y de qué nivel educativo son?La escuela primaria es la más cercana y está a un kilómetro								
SALUD	Kuometro.								
42.	¿Cuál es el centro de salud más cercano?El centro de salud más cercano se encuentra en San Martín.								
43.	Enfermedades más frecuentes y comunesGripe, fiebre y dia- rrea								

RECURS	RECURSOS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS								
44.	¿Cuáles son las actividades en que se trabaja? Agrícolas_ ✓Forestales								
	PecuariasComercioMigraciónServiciosOtra _ ✔								
45.	Principales productos:Maíz y frijol								
46.	¿Dónde se realizan las ventas de sus productos/servicios? Una parte se vende en Berriozábal y otras son para consumo propio.								
47.	¿Dónde compran los productos de consumo y los insumos productivos?								
48.	Localidad Otras localidades Cabecera municipal ✓ Capital del estado Otras Otras Acudes programas públicos hay en la comunidad y qué tipo de apoyos reciben? Recibimos hace ya unos años un programa de gobierno para realizar lombricomposta, del cual recibimos un tanque de 10 mil litros de agua, 600 kilos de lombriz, material para realizar las camas y capacitación para poder realizar el proyecto y el apoyo de Oportunidades.								
49.	¿Cuál es su medio de transporte? Carro propio.								
50.	¿Con que electrodomésticos cuenta? Televisión, radio y refrigerador.								

RECURSO	S SOCIALES Y CULTURALES								
44. ¿Qué grupos y organizaciones comunitarias existen? ¿Cuáles están integradas por hombres y mujeres?									
	a. Productivos •								
	b. Conservación								
	c. Educativos								
	d. Salud								
	e. Agua								
	f. Mujeres								
	g. Políticos								
	h. Religiones								
	i. Atención ante desastres								
	j. Comité de Camino ✓								
	k. Otros								
45 ;	ué actividades culturales celebran todos los años? ¿Cuándo? ¿Cómo? Ninguna.								
46. ¿Qu	religión practica? Pentecostés.								
47. ¿Dó	de se encuentra la iglesia de su religión? Hasta San Martín.								
	ercepción tiene del nivel de organización de la comunidad? Mala, ya que algunos no un el decreto y se ha tenido problemas y se burlan de los que sí lo cumplen, generando								
بن 49.	ué actividades realizan de manera comunal?								
La comuni	ad está viendo el encementado del camino dentro de la zona.								
	Qué se puede cambiar o le gustaría que cambiara en la comunidad? Que mejoraran el dico y el abastecimiento de medicinas.								
	CUCHUMBAC Municipio BERRIOZÁBAL Fecha: 18 NOVIEMBRE (CASA N° 3)								
Nombre d	l entrevistado: Sofía Vázquez Vázquez Cargo: Ama de casa.								
	RECURSOS NATURALES								
1.	Гіро de núcleo agrario: Ejidatario.								
2.	Extensión obtenida1ha. Usos: Agrícola.								
3.	La extensión de tierra es propia o rentada? Rentada.								
4.	Practican la cacería?No ¿Qué especies cazan?								

POBLAC	CIÓN/RECURSOS HUMANOS
5.	Población en la vivienda3 Hombres2Mujeres1_
6.	Número de familias31
7.	¿Cuánto tiempo tienen viviendo en esta comunidad? 10 años.
NIVEL E	DUCATIVO
8.	¿Hay asistencia a capacitaciones de educación ambiental? SíNo¿Quién les imparte la capacitación?
9.	¿Qué proyectos productivos tienen que no afecten al ecosistema? Ninguno.
10.	¿Qué cantidad producen y cada cuánto?
11.	¿Qué se hace con el producto, dónde lo venden y a cuánto?
12.	¿Están informados acerca del decreto de conservación de "La Pera"? _Sí
13.	¿Qué opinan? _Que no sirve de nada ¿Con cuántas escuelas se cuenta y de qué nivel?Dos de niveles primaria y secu ndaria
14.	¿Cuáles son las escuelas más cercanas? ¿A qué distancias se encuentran y de qué nivel educativo son?La escuela primaria es la más cercana y está a un kilómetro
SALUD	
15.	¿Cuál es el centro de salud más cercano?El centro de salud más cercano se encuentra en San Martín
16.	Enfermedades más frecuentes y comunes Fiebre y diarrea

RECURS	OS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS
17.	¿Cuáles son las actividades en que se trabaja? Agrícolas_ ✓ Forestales_ PecuariasComercioMigraciónServiciosOtra✓
18.	Principales productos:Maíz y frijol
19.	¿Dónde se realizan las ventas de sus productos/servicios? Son para consumo propio.
20.	¿Dónde compran los productos de consumo y los insumos productivos?
21.	LocalidadOtras localidadesCabecera municipalvCapital del estadoOtras ¿Cuáles programas públicos hay en la comunidad y qué tipo de apoyos reciben? Ninguno.
22.	¿Cuenta con algún otro tipo de ingreso económico? Sí, trabajo en un rancho de 7 am a 3 pm y me pagan 100 pesos diarios.
	¿Cuál es su medio de transporte? Moto. ¿Con qué electrodomésticos cuenta? Televisión, radio y refrigerador.

RECURSOS SOCI	ALES Y CULTURALES
44. ¿Qué grup bres y mujeres	os y organizaciones comunitarias existen? ¿Cuáles están integradas por hom-?
1.	Productivos •
m.	Conservación
n.	Educativos
0.	Salud
p.	Agua
q.	Mujeres
r.	Políticos
S.	Religiones
t.	Atención ante desastres
u.	Comité de Camino ✓

45. ¿Qué actividades culturales celebran todos los años? ¿Cuándo? ¿Cómo?

Los días festivos de la iglesia.

- 46. ¿Qué religión practica? Católica.
- 47. ¿Dónde se encuentra la iglesia de su religión? Por la entrada de la comunidad.
- 48 ¿Qué percepción tiene del nivel de organización de la comunidad? No muy buena ya que no todos reciben los apoyos.
 - 49. ¿Qué actividades realizan de manera comunal? La comunidad está viendo el encementado del camino dentro de la zona.
- 50. ¿Qué se puede cambiar o le gustaría que cambiara en la comunidad? Que mejoraran el servicio médico y el abastecimiento de medicinas y se pueda recibir apoyo de Oportunidades.

Observaciones derivadas de la visita a la comunidad Cuchumbac

CROQUIS COMUNITARIO								
				VALOR	ACIÓN I	OCAL		
	Disponi- bilidad	Sí	No	Bueno	Regu- lar	Malo	Observaciones	
Viviendas	Paredes y pisos	>		~			CASA CON PARED DE ADOBE EN REGULARES	
	Techos	>		~			CONDICIONES, TECHO DE LÁMINA, CON UN SOLO	
	Ubica- ción	>	NEN Y A I ÑA		CUARTO EN EL QUE TIE- NEN SALA, DORMITORIOS Y A UN LADO UNA PEQUE- ÑA COCINA CON UN FO- GÓN.			

CROQUIS COMUNITARIO								
VALORA				VALOR	ACIÓN I	OCAL		
	Disponi- bilidad	Sí	No	Bueno	Regu- lar	Malo	Observaciones	
Agua	Manan- tial		r				EL SERVICIO DEL AGUA ES	
	Río		r				MUY DEFICIENTE, ALGO TURBIA Y CON MUY BAJA	
	Agua en- tubada	~			~		PRESIÓN; IMPLEMENTA- RON COLECTORES PARA	
	O t r o (pozo)		r				APROVECHAR LA LLUVIA.	
Drenaje	Tuberías/ descargas	•		~			LAS DESCARGAS VAN A UNA FOSA SÉPTICA A UNA	
	Letrinas		r				DISTANCIA APROXIMADA	
	Otro		×				DE 70 A 80 METROS.	
Energía	Leña / carbón	~		~				
	Gas		×					
	Luz mo- nofásica	~			•		SE COCINA CON LEÑA, NO CUENTAN CON GAS Y EL	
	Luz bifá- sica		×				SERVICIO DE LUZ SE LES VA CON FRECUENCIA.	
	Luz trifá- sica		r					
	Otra (so- lar)	×						
Educación	Preesco- lar	×					EL LUGAR DESTINADO PARA LA ESCUELA ES MUY	
	Primaria	~		~			ACCESIBLE. CUENTA CON UN ÚNICO SALÓN DE CLA-	
	Secunda- ria	~		•			SES AL CUAL ASISTEN AL- REDEDOR DE 16 NIÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.	
	Bachille- rato		×				PERO NO TIENEN PROFE- SOR HACE MÁS DE UNA SEMANA PORQUE EL QUE ESTABA A CARGO SE EN- FERMÓ Y AÚN NO LLEGA QUIEN OCUPARÁ SU LU- GAR.	

CROQUIS COMUNITARIO								
		VALORACIÓN LOCAL						
	Disponi- bilidad	Sí	No	Bueno	Regu- lar	Malo	Observaciones	
Salud	C a s a / centro	v			~		NO PUDIMOS VISITAR LAS INSTALACIONES DEL CEN-	
	Hospital	×					TRO DE SALUD MÁS CER- CANO A LA COMUNIDAD,	
	Otro	×					PERO NOS DICEN QUE EL SERVICIO MÉDICO ES RE-	
	M é d i - co(a)	×					GULAR A MALO PORQUE NO CUENTAN CON ME- DICAMENTOS; ADEMÁS,	
	Otros	r					EL MÉDICO SÓLO LLEGA	
	Curande- ro(a)	×					DOS VECES AL MES, POR LO QUE EL SERVICIO ES DEFICIENTE TANTO EN ATENCIÓN COMO EN EL SUMINISTRO DE MEDICA- MENTOS.	
Transporte	Animales (mulas)		×					
	Bicicleta	×					EL TRANSPORTE ES PÚBLI-	
	Vehícu- los pro- pios	×					CO Y SALE A LAS 6 A. M. DE BERRIOZÁBAL HASTA EL TIROL Y VICEVERSA. LA ÚLTIMA CORRIDA ES A	
	Servicio público	v			~		LAS 3 P. M.	
	Otros	×						
Medios de comunica-	Teléfono	×						
ción	Radio	~		~				
	Tv	~		~			CUENTAN CON UN RADIO Y UNA TELEVISIÓN QUE	
	Prensa	×					FUNCIONAN BIEN.	
	Internet	×						
	Otros	×						

CROQUIS COMUNITARIO								
				VALORACIÓN LOCAL				
	Disponi- bilidad	Sí	No	Bueno	Regu- lar	Malo	Observaciones	
Vías de comunica-	Veredas	>		~			EN LA COMUNIDAD CUEN- TAN CON UN CAMINO	
ción inter-	Caminos	>		~			PRINCIPAL DEL CUAL	
nas	Otros	×					APROXIMADAMENTE 1 KM SE ENCUENTRA PA- VIMENTADO Y EL RESTO SÓLO CUENTA CON CALI- CHE.	
Vías al ex- terior	Brechas		×				EN TODA LA ZONA LA PRINCIPAL VÍA A LAS CO-	
terior	Terrace- ría	>			a		MUNIDADES ES COMPLE- TAMENTE DE TERRRACE-	
	Carretera	~		•			RÍA, LA CUAL CUANDO LLUEVE ES MUY DIFÍCIL TRANSITAR.	
Centros de	Casa eji- dal		×					
reunión	Gobierno local		×				EL LUGAR DE SUS REU-	
	Bodegas		r				NIONES ES LA ESCUELA	
	Deporti- vo		r				PRIMARIA, LA CUAL SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES.	
	Religio- sos		×					
	Otros	>		~				

Observaciones resultado del transecto en la comunidad de Cuchumbac

	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
CRITERIOS	1,116	1,093	<u>1,076</u>
	Msnm	msnm	msnm
Relieve	Accidentado	Lomeríos bajos	Valles
Suelos	Acrisol	Acrisol	Acrisol
Agua	Ojo de agua y un jagüey	Arroyo intermi- tente	Colectores de lluvia

	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
CRITERIOS	<u>1,116</u>	1,093	<u>1,076</u>
	Msnm	msnm	msnm
Vegetación y usos del suelo	Selva mediana subperennifolia	Parcelas	Parcelas
Agricultura y otras activi- dades	Siembran y co- sechan plátano, maíz, chayote	Siembran y cose- chan maíz Pastizales Sistema de lom- bricomposteo	Siembran y cosechan maíz y plátano
Cambios de usos del suelo ¿Qué se hacía antes?	Vegetación natural	Cultivos de cafe- tales	Vegetación natural
¿De quién es la tierra que se cultiva? ¿Tienen título de propiedad?	Tierras renta- das y tierras propias con título	Tierras rentadas	Tierras ren- tadas
Tipo de propie- dad	Ejidos	Ejidos	Ejidos
Contaminación	Del ojo de agua	Del suelo	Del suelo Posible conta- minación de mantos freá- ticos
Infraestructura y servicios básicos Distribución de la población	Viviendas dis- persas con ser- vicio de agua, luz y drenaje deficiente	Viviendas disper- sas con servicio de agua, luz y drenaje deficiente, escuela primaria y secundaria, capilla católica	Viviendas dispersas con agua, luz y drenaje defi- ciente, sistema de lombricom- posteo
Problemas y limitaciones	Suministro de- ficiente de agua no potable	Suministro defi- ciente de agua no potable	Suministro de- ficiente de agua no potable
Fortalezas	Adaptación de la población a su entorno	Adaptación de la población a su entorno	Adaptación de la población a su entorno

	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
CRITERIOS	<u>1,116</u>	1,093	<u>1,076</u>
	Msnm	msnm	msnm
Oportunidades	Integración al proyecto de lombricom- posteo	Integración al proyecto de lom- bricomposteo	Creación de un vivero de plantas nativas con producción de lombricom- posta
Debilidades	Mala organiza- ción de la po- blación, falta de servicio médico y transporte	Mala organiza- ción de la po- blación, falta de servicio médico y transporte	Mala organiza- ción de la po- blación, falta de servicio médico y transporte
Amenazas	Población vulnerable a enfermedades gastrointesti- nales	Población vulne- rable a enferme- dades gastrointes- tinales	Población vulnerable a enfermedades gastrointesti- nales
Observaciones	Los jefes de familia traba- jan fuera de la comunidad	Los jefes de fami- lia trabajan fuera de la comunidad	Los jefes de familia traba- jan fuera de la comunidad

ANEXO 3:

Álbum fotográfico



Escuela primaria.



Colector de agua en la escuela primaria.



Vivienda



Entrevista con el señor Jorge Ovando.



Camas de lombricomposta.



Tanque de almacenamiento de agua.



Residuos sólidos en el camino.



Residuos sólidos en patios traseros.



Entrevista.



Inicio del transecto.



Jagüey.



Ojo de agua.



Ganado en ranchos privados.



Rancho privado.



Deforestación y crecimiento de la frontera agrícola.



Afluente a un kilómetro de la comunidad.

Capítulo V

Diagnóstico sobre el efecto del cambio climático antropogénico en Tuxtla Gutiérrez proyectado al 2050

Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla², Martha Ortiz Vázquez¹, Seydi Gladiola Culebro González¹, Josué Alexis Clemente Quezada¹, Manuel Alejandro Ruiz Mayorga¹, Tamara Mila Rioja Paradela¹, Arturo Carrillo Reyes¹, Mauricio Alejandro Espinosa Albores¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^{*}Autor de correspondencia: eduardo.espinoza@unicach.mx

Introducción

El presente trabajo se aborda desde el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, analizando los efectos del posible efecto del cambio climático en el contexto local. El interés por ello surge luego de la evidencia de que tan solo en el periodo de 1980 a 2010 se ha registrado un aumento en la temperatura promedio anual. Ello abre un abanico de necesidades para mitigar de alguna manera dicha modificación climatica, no solo para la calidad de vida de la población en la zona urbana, sino aun más relevante, en lo relativo a la conservación y protección de suelos que van desde las áreas verdes, las áreas naturales protegidas y la biodiversas que éstas últimas encierran.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), un efecto antropogénico tiene como concepto, que son las consecuencias de la intromisión del ser humano sobre el ambiente. Dichas consecuencias son medibles por el impacto que ejerce el hombre sobre los ecosistemas. Es por esto que se establece el concepto de impacto ambiental, que según Villegas (1995) es el conjunto de perturbaciones de carácter físico, químico, biológico, económico, social y cultural que inciden sobre el ambiente como consecuencia de una actividad ya realizada o en proceso de realización por el ser humano. Sin respeto hacia las demás especies, han derivado en un acelerado calentamiento global, que se-

gún las estimaciones está elevando la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. Las temperaturas de la superficie del planeta aumentan a gran ritmo (Pérez, Isabel et al 2020).

Como precipitación se considera a toda el agua que cae sobre la superficie de la tierra, en las distintas formas posibles, entonces la atmosfera al no poder contener más agua, se condensa y se precipita. Debido a estas manifestaciones de temperatura y precipitación la comunidad de fauna y flora comienzan a migrar hacia otras zonas, que consideran estabilidad y sustento para poder sobre vivir.

El impacto se genera en la variabilidad climática, ya que influye en el incremento de los incendios de la cobertura vegetal, aumentado el número de eventos de incendios, provocando la deforestación donde el impacto recae en la flora y fauna de los bosques, muchas de las especies llegan a extinguirse al no disponer de un lugar donde procrear y desarrollarse.

El objetivo de este proyecto es hacer un diagnóstico sobre el calentamiento global teniendo un posible escenario en el año 2050 con un aumento de temperatura de +4°C en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, siendo el escenario más grave. El diagnostico tendrá varios puntos a tratar: el clima (temperatura, precipitación), recursos naturales (flora y fauna), desastres naturales (incendios, inundación, etc.), desarrollo urbano (desarrollo inmobiliario) y la

educación ambiental. En este diagnóstico se presentará las consecuencias que se pueden desenlazar por la causa del cambio climático y como va a ir afectando a los seres vivos que viven en el municipio. Cada colaborador que participa en este proyecto, con el conocimiento previo del diagnóstico y por su desarrollo profesional, dará recomendaciones para que los seres vivos podamos sobrellevar el calentamiento global. Las acciones del ser humano mediante la educación ambiental es la que debe evaluar las medidas y programas que se presenten en los factores ecológicos, políticos, económicos, sociales, estéticos y educacionales.

Diagnostico climatológico.

Temperatura.

El objetivo del proyecto en cuanto a los escenarios de Temperatura es analizarlos desde la ciudad capital de Tuxtla Gutiérrez, del período actual al 2050, con un aumento de temperatura de +4°C.

"La temperatura con base a meteorología; es un parámetro importante, los meteorólogos se interesan en la temperatura del aire, del suelo y del agua; la calibración de la temperatura se basa en puntos fijo reproducibles. La escala de temperatura que generalmente se utiliza para hablar sobre temperatura, es la escala practica internacional de temperatura (IPTS) de 1968. La temperatura en la IPTS se denomina como "grados Celsius" y debe dejarse de denominarse como "grados centígrados" (Herrera et al., 2010)

Sin embargo, la temperatura de la atmosfera es el resultado de un complicado equilibrio de energía, debido a radiaciones solares, a la composición de la atmosfera y a los cambios de las corrientes oceánicas, al romper este equilibrio por fuerzas externas al clima ocasionan los cambios climáticos. (anales de medicina).

Hoy en día el municipio de Tuxtla Gutiérrez tiene un crecimiento urbano con deficiencia de planeación, esta es una situación importante debido a que los componentes biofísicos como el clima están relacionados con el uso de suelo. Modificar estas características trae repercusiones en la meteorología local, provocando potenciar el fenómeno de ICU. (Zavaleta et al., 2020)

El efecto de la Isla de Calor Urbana (ICU) es un fenómeno muy conocido en las grandes ciudades, consiste en que los centros urbanos experimenten temperaturas más altas que en sus alrededores (Lipp, 2019)

Por lo que es importante conocer el riesgo que afrontará la población por el aumento de temperatura, las ondas de calor en el municipio y la vulnerabilidad de la población ante dicho fenómeno, a su vez realizar recomendaciones que permitan mitigar el riesgo ante eventos de ondas de calor.

El clima que predomina en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es principalmente cálido subhúmedo con presencia de lluvias en los meses de junio, julio y agosto y semicálido subhúmedo en otoño. En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio son de 18 a 21 °C, en tanto que las máximas promedio durante este periodo son de 30 a 33°C. Por otro lado, durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio varían de 12 a 15°C, mientras que las máximas promedio del mismo periodo son de 24 a 27°C, de 27 a 30°C y de 30 a 33°C.

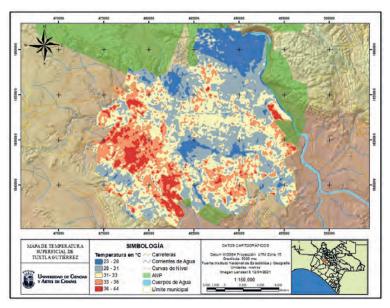


Figura 1. Mapa de temperatura superficial de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez a través de imágenes de satélite. Elaboración propia, 2021.

La temperatura del planeta se ha elevado. Entre 1880 y 2012, la temperatura anual global (considerando la terrestre y oceánica) registró un aumento de 0.85 °C con respecto al promedio del periodo 1961-1990. En el caso de la temperatura superficial, según las proyecciones es *probable* que para finales de este siglo (2081-2100) aumente

en 2 °C respecto a la media del periodo 1850-1900 para el escenario RCP8.5, pero sería *improbable* bajo el escenario de mitigación estricta (IPCC, 2015). Según el IPCC (2015), el calentamiento continuará más allá del siglo XXI, mostrando variabilidad interanual, decenal y regional; el Ártico se calentará más rápido que el resto del planeta y los continentes se calentarán más rápido que los océanos. Es muy probable también que las ondas de calor sean más frecuentes y largas.

Para el país, el escenario de la temperatura promedio anual presenta un incremento para el periodo 2015-2039 con referencia al periodo 1961-2000 para todo el país, así mismo se pronostica que la mayor parte del país registraría incrementos entre 1.1 y 1.3 °C, y un domino de aumento de temperatura en el territorio entre 1.3 y 1.5 °C. En ambos casos, Chihuahua, Sonora y Coahuila serían los estados con los mayores aumentos de temperatura. De igual manera se pronostica que en el mes de julio habrá un mayor aumento de la temperatura alrededor de dos terceras partes de la superficie nacional registraría temperaturas entre 1.3 y 1.7 °C mayores que el promedio. En este último caso, algunas zonas del país podrían incrementar su temperatura en un intervalo entre 1.7 y 2.3 °C (SEMARNAT, 2015).

La Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN, 2011) indica que los escenarios las temperaturas máximas hacia finales de siglo, se prevé que

los valores de temperaturas máximas lleguen a incrementar hasta en 3.5°C en algunas regiones de Chiapas, tales como las zonas Centro y Altos se esperan incrementos de entre 2.5°C y 2.8°C en las regiones Norte, Centro, Fronteriza y Frailesca; y de 2.3°C hasta 2.5°C en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva de Chiapas.

Continuando con los escenarios futuros en el estado, la temperatura promedio observada, las partes más calientes están en las regiones Istmo-costa, Soconusco, Norte y Selva entre 24-28°C, sin embargo, el resto de las regiones son menores de 20°C. Un fenómeno natural que influye en el aumento de la temperatura en Chiapas es la ocurrencia del El Niño /Oscilación del Sur (ENSO). Bajo el escenario cercano (2015-2039) de temperatura media supone menores cambios de temperatura en la región Altos, Sierra y parte de la Selva entre los 16°C y 24°C; para el resto del Estado, las mayores temperaturas van de los 26 a los 30°C, sobre todo en la región Frailesca y Soconusco (SEMAHN, 2011).

Realizando la comparación en un escenario futuro con un periodo de 24 años (2015-2039) con las temperaturas de clima de años anteriores (1979-2003), se prevé un aumento de 2°C en las regiones los Altos, Frailesca, Sierra, Selva y un incremento de 1°C en las regiones Centro y Norte; en el futuro lejano (2080-2099) se prevé un aumento de 3°C a 3.4°C en las temperaturas promedio. Se contempla un aumento de temperatura de 3°C hasta 3.6°C para las tempera-

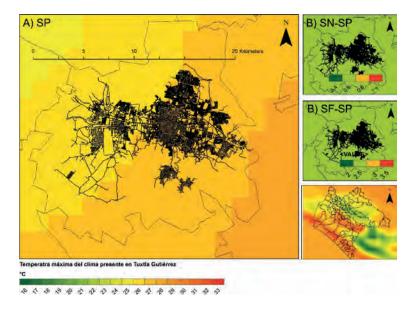
turas máxima en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos en el futuro lejano (2080-2099); y para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5°C y 2.8°C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3°C hasta 2.5°C en las regiones Istmo- Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para el futuro lejano (2080-2099). En términos generales, para Tuxtla Gutiérrez las evidencias de cambio climático indican que de 1980 a 2010, se ha registrado un aumento de 1°C en las temperaturas mínimas promedio y 0.5°C en las temperaturas medias, mientras que el promedio de las temperaturas altas no refleja un incremento considerable.

Los escenarios de cambio climático expuestos en el PRO-MACC (Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez y CECROPIA, 2012), muestran que durante el presente siglo es altamente probable registrar aumentos de 2.5°C.

De acuerdo los datos de los nuevos escenarios climáticos, para el caso de la temperatura máxima se observa en el municipio aumentos para el futuro cercano que oscilan entre los 1.3°C y los 1.5°C promedio anual, siendo los mayores en el mes de abril con aumentos de entre 1.6°C y 1.9°C promedio. En el futuro lejano para el escenario optimista se consideran aumentos de 2.7°C, mientras que en el escenario pesimista estos podrían llegar a los 4.8°C promedio anual y hasta 5.4°C y 5.7°C para los meses de abril y septiembre respectivamente (Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez y CECROPIA, 2012).

Tabla 1. - Anomalías de la temperatura máxima. Fuente: Ayuntamiento Tuxtla Gutiérrez y CECROPIA, 2012.

															$\overline{}$
(C)		DIC	27.5				1.2			1.1			1.4		
IO, EN		OCT NOV	28.4				1.2			6.0			1.5		
ROMED			29.1				1.0			1.0			1.5		
MA (PF	ANO	SEP	30.4				1.4			1.0			1.6		
4 MÁXI	YLEL	AGO	30.9				1.4			1.4			1.5		
ATUR	RCANC	INT	31.2				1.6			1.4			1.7		
EMPER	OS CEI	NOI	31.3 31.2				1.4			1.0			1.4		
E LA TI	FUTUR	MAY	32.9				1.4			1.1			1.4		
LÍAS D	E LOS	ABR	31.6 33.0 32.9				1.6			1.4			1.9		
4.5, 6.0 Y 8.5. ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (PROMEDIO, EN °C)	MENSUALDE LOS FUTUROS CERCANO Y LEJANO	MARABRMAYJUNJULAGOSEP	31.6				1.4			1.4			1.5		
.0 Y 8.5.	ME	FEB	29.5				1.4			1.3			1.5		
CP 4.5, 6		ENE	27.9				1.1			1.0			1.2		
NOS RO		AN- UAL	30.3				1.3			1.2			1.5		
ESCENARIOS RCP			CRU HISTÓRI-	00	1961-	2000	TPM RCP	4.5 2015-	2039	TPM RCP	6.0 2015-	2039	TPM RCP	8.5 2015-	2039



Los registros demuestran que si hay un aumento de +4°C en la temperatura máxima de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, causaría temperaturas mayores y olas extremas de calor, las temperaturas mayores llegarían hasta 43°C, provocando que estas condiciones impacten a los habitantes propiciando enfermedades o descensos por olas de calor, afectando así a la economía, el ambiente, la seguridad y la infraestructura, por lo que su adaptación está en riesgo.

Por eso es muy importante procurar la conservación y protección de los suelos, así como la de parques, áreas verdes, arbolados y áreas naturales protegidas dentro de la ciudad para contrarrestar los efectos sobre la meteorología local, las altas temperaturas y los efectos de las islas de calor; lo que coadyuvará a las condiciones ideales de comodidad térmica para la población.

Precipitación.

El objetivo del proyecto en cuanto a los escenarios de precipitación e inundación es analizarlos desde la ciudad capital de Tuxtla Gutiérrez, del período actual al 2050, con un aumento de temperatura de +4°C.

- La precipitación es toda el agua que cae sobre la superficie de la tierra, puede ser en forma de agua, nieve, bruma o de rocio, esta se produce cuando la atmosfera no puede contener mas agua, se condensa y se precipita. se mide en metro cuadrado de superficie (1/m2) o a la medida equivalente en milimetro de altura del agua caida (mm) (alvarino & ocampo, 2016).
- Al haber cambios en las concentraciones de los Gases de efecto invernadero que estan relacionados con cambios regionales y globales en la precipitación y otras variables climaticas, trae como consecuencia cambios globales en la humedad del suelo, en los derretimientos de glaciares y los incrementos en el nivel del mar, dando paso a ocurrencias mas frecuentes y severas de eventos como inundaciones y sequias. (Santiago *et al.*, 2008).

El municipio de Tuxtla Gutierrez se ubica en el estado de Chiapas, en las coordenadas, tiene un clima semicalido subhumedo con lluvias en verano y su rango de precipitacion anual va de 1000 a 2000 mm (Arreola, 2017).

De acuerdo a los datos registrados de la estación meteorológica de Tuxtla Gutiérrez se muestra en la figura 1, que años anteriores hubo una precipitación constante por año. Siguendo el análisis realizado por la Intergubernamental Panel on Climate Change (IPCC) el mapa 1, nos muestra un cambio en la precipitacion en la zona norteamericana para el año 2050 en un escenario de +4°C.

Se compara en la siguiente tabla, que aproximadamente entre los años 2021- 2050, con base al análisis realizado por la IPCC mostrará una variabilidad de los datos de precipitación indicando cambios en los regímenes pluviales, en pocas palabras, lluvias mucho más torrenciales en algunos meses combinadas con periodos prolongados de extrema sequía.

Tabla 2. Comparación de porcentaje de precipitación entre el año 2021 y el año 2050. Fuente: Elaboración propia con datos de IPCC.

	2021	INP	2050	INP
Enero	2.5%	EH	-1.47%	MS
Febrero	-1.0%	MS	-16.2%	ES
Marzo	.49%	N	-5.6%	ES
Abril	9%	EH	6.8%	EH
Mayo	.03%	N	-8.4%	ES
Junio	-1.2%	MS	-5.1%	ES
Julio	-3.4%	ES	-4.4%	ES
Agosto	-3.7%	ES	-3.9%	ES
Septiembre	-6.3%	ES	-7.1%	ES
Octubre	3.2%	EH	8.3%	EH
Noviembre	7.6%	EH	13.5%	EH
Diciembre	-7.6%	ES	9.9%	EH

Es evidente que en la actualidad se ejerce una presión muy fuerte sobre el agua, en algunos estudios se consideran los escenarios previstos de cambio climático en los que la cantidad de agua que se podría disponer puede tener una disminución de hasta el 10% con respecto a lo obtenido en el año 2000, en este tipo de escenario el municipio de Tuxtla Gutiérrez incrementaran sensiblemente su presión sobre los recursos hidricos aunque no serán a niveles criticos (INECC, s.f.).

Los escenarios de precipitación deben ser manejados e interpretados de manera cautelosa, ya que existen factores climáticos que no son tomados en cuenta, por ejemplo las acciones que pueden causar los huracanes que influyen mucho en la precipitación esperada para la región, tomando esto en cuenta, los escenarios climáticos suponen disminuciones en la precipitación total anual de un 5% a un 12%, siendo los meses de febrero, marzo y abril los más afectados por esta disminución con hasta un 40%, sin embargo a pesar que parece ser una disminución bastante alarmante para el municipio, estas están remarcadas en el inicio de la temporada de lluvias, lo que puede indicar un retraso interanual en la misma (Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez y CECROPIA, 2012).

Tabla 3 Anomalías en la precipitación promedio. Fuente: Ayuntamiento Tuxtla Gutiérrez y CECROPIA, 2012.

ESCENARIOS RCP 4.5, 6.0 Y 8.5. ANOMALÍAS DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (EN PORCENTAJE) DE LOSFUTUROS CERCANO Y LEJA-NO	.5, 6.0 Y	3.5. AN	OMA (EN P NO	LÍAS ORCE	DE L	A PRE IE) DE	IOMALÍAS DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAI (EN PORCENTAJE) DE LOSFUTUROS CERCANO Y LEJA- NO	ACIÓ FUTU	N PRO ROS C	OMED SERC	OIO M ANO	IENS Y LE	UAL JA-
	ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC	INT	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CRU HISTÓRICO 1961- 2000 (EN MM/ANUAL Y MENSUALES)	946.6	1.8	3.4	2.6	9.3	80.0	80.0 217.9 165.8 185.6 189.9 73.0 12.4	165.8	185.6	189.9	73.0	12.4	4.9
PPM RCP 4.5 2015-2039	-5.9	-6.8	-9.5	-13.6	-29.6	-10.3	-9.5 -13.6 -29.6 -10.3 -10.6 -13.5 -3.4	-13.5	-3.4	1.2	9.9	6.6 -1.4 -6.3	-6.3
PPM RCP 6.0 2015-2039	0.1	1.3	2.0	-12.3	-28.2	-13.8	2.0 -12.3 -28.2 -13.8 -3.8 -7.1 5.7	-7.1	5.7		12.1	9.8 12.1 -5.0 -6.0	-6.0
PPM RCP 8.5 2015-2039	-2.8	9.6-	-14.5	-19.8	-9.6 -14.5 -19.8 -34.0 -10.4	-10.4	-1.5 -8.6 -1.9	9.8-	-1.9	1.2 10.6 1.5	10.6	1.5	-8.0
PPM RCP 4.5 2075-2099	6:5-	8.9-	-9.5	-13.6	-29.6	-10.3	-9.5 -13.6 -29.6 -10.3 -10.6 -13.5 -3.4	-13.5	-3.4	1.2	9.9	6.6 -1.4	-6.3
PPM RCP 6.0 2075-2099	-7.0	-1.1	-9.2	-13.1	-36.9	-17.7	-1.1 -9.2 -13.1 -36.9 -17.7 -10.5 -24.3 -10.2 2.0 26.7 7.3 -2.8	-24.3	-10.2	2.0	26.7	7.3	-2.8

Tomando como referencia los analisis anteriores si hay un aumento en la temperatura de +4°C en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

- En los meses de temporada de lluvia (de mayo a octubre) se puede tener un aumento excesivo de precipitacion, teniendo lluvias mayores a 300 mm por mes, esto tendria como consecuencia la inundacion con una vulnerabilidad en las zonas bajas de Tuxtla Gutiérrez.
- Al tener bajas probabilidades de lluvia, consumandose como sequia extrema entre los meses de mayo a octubre las enfermedades por las olas de calor se haran presentes, dejando vulnerables a los habitantes de la poblacion.

Diagnostico para los Recursos Naturales.

Flora y Fauna.

La zona metropolitana de Chiapas, donde abarca los municipios de Berriozábal, Chiapa de corzo, Suchiapa y Tuxtla Gutiérrez. Con respecto a su territorio geográfico, la zona metropolitana tiene gran variedad de relieves, donde la zona norte de la región predomina la sierra alta de laderas tendidas, seguido de sierra alta escarpada compleja. Al sur de la región prevalece la meseta con cañadas, y en la zona este de la región se delimita el valle de laderas tendidas con lomerío y sierra alta de declive escarpado, seguido de la sierra alta de laderas tendidas y en menor proporción de áreas de cañones típicos. Gracias a este tipo de relieve, tiene un rango variado de climas, teniendo que en la mayor

parte de la región predomina el clima cálido húmedo y semicálido húmedo con un régimen de lluvias marcado con precipitaciones en verano. La temperatura media anual en la mayor parte del territorio de la región abarca un rango de los 24°C a 26°C. En la sierra alta arriba de los 1,000 msnm se reduce al rango de los 22°C a 24°C y arriba de los 1,500 msnm oscila entre los 20°C a 22°C. Al tener un relieve y un clima variado, la región metropolitana tiene la fortuna de contar con una gran variedad de ecosistemas, desde selva baja caducifolia, hasta bosque de pino. Donde la selva baja caducifolia representa el ecosistema más grande de este territorio geográfico.

Las selvas bajas caducifolias están dominadas por arboles con un rango de estatura que abarca de 8-12 mts, donde una característica de este ecosistema, es que los árboles pierden sus hojas en época seca y reverdecen en época de lluvias (Rzedowski, 2006). La selva baja caducifolia se caracteriza por un clima seco con temperatura mínima extrema de 0° en los días más fríos, pero en promedio varían entre 20 a 29°C (Jaramillo et al, Oliva et al, Yrízar et, al. 2010). La precipitación tiene un rango entre los 300 y 1,200 mm (1,800 como máximo) de lluvia, con 5 a 8 meses secos entre diciembre y mayo. Su flora cuenta con un estrato arbóreo dominante, en el que la mayoría de las especies no presenta hojas enteras, sino que estas suelen dividirse en unidades pequeñas llamadas foliolos (Osorio, sf). Además, muchas plantas presentan espinas que, junto con la reducción foliar, disminuyen la pérdida de agua.

"En las selvas secas viven alrededor de 6,000 especies de plantas. Casi el 40% de sus especies son endémicas, es decir solamente se encuentran en estos ecosistemas y están adaptadas a la seguía. La diversa variedad de flora que habitan en la selva seca se encuentran especies de copales, como el copal chino (Bursera bipinnata) y el copal santo (B. copallifera), además de especies como chupandía (Cyrtocarpa procera), tepeguaje (Lysiloma spp.), bonete (Jacaratia mexicana), cazahuate (Ipomoea spp.), clavelina (Pseudobombax palmeri), colorín (Erithryna spp.) y pochote (Ceiba aesculifolia). Un componente muy vistoso y característico son las enormes cactáceas como tetechos (Neobuxbaumia spp.), candelabros (Pachycereus spp. v varias especies del género Stenocereus), la jiotilla o quiotilla (Escontria chiotilla)" (Moreno et al., Paradowska et al. 2009).

Los mamíferos que habitan en las zonas de la selva seca son: brazo fuerte (*Tamandua mexicana*), armadillo (*Dasypus novemsinctus*), mapache (*Procyon lotor*), comadreja (*Mustela frenata*), tejón (*Nasua narica*), resaltando el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jaguarundi (*Herpailerus yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), puma (*Puma concolor*), jaguar (*Panthera onca*), coyote (*Canis latrans*) y pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) (CONABIO). Hay una importante diversidad de aves, como: guacamaya verde (*Ara militaris*), varias cotorras y pericos, el trogón citrino (*Trogon citreolus*), cacique mexicano (*Cacicus*)

melanicterus), también cojolitas (Penelope purpurascens) y chachalaca pálida (Ortalis poliocephala). De los reptiles sobresalen la iguana verde (Iguana iguana) y la iguana negra (Ctenosaura pectinata), el lagarto de chaquira (Heloderma horridum), las tortugas casquito (Kinosternon integrum), culebras y víboras como la boa (Boa constrictor) y el coralillo (Micrurus spp.) (CONABIO).

Con las altas temperaturas que se presentarán para el año 2050, el cambio climático amenazará con hacer extremas las condiciones de aridez y desertificación. Como lo describe Osorio, Marcola (sf), la flora de la selva seca tiene como característica principal la retención de agua en los tallos, pero no evitará que la sequía de varios de meses, las siga afectando, provocando que las especies de flora sean más propensas a morir y se reduzca su porcentaje. Las condiciones de cambio climático provocarán una afectación en la biomasa con aumentos recientes en la perturbación que disminuyen las tasas de recuperación del ecosistema y las variaciones en la precipitación y la temperatura, lo que afecta directamente la fenología forestal, las tasas y tiempos de floración, la fotosíntesis, el uso del agua y el transporte de nutrientes. de (Stan y Sanchez-Azofeifa et al. 2019)

Otra consecuencia grave que provocará el incremento de las temperaturas y la escasez de precipitación, es el aumento de incendios, y sumando que la mayoría de los incendios son provocados por el asentamiento agrícola y renovación de ganadería como lo dice el apartado de incendios de pastizal y/o forestales.

Otra causa importante para que la flora y la fauna no tenga un hogar, es que, año con año en la zona metropolitana la mancha urbana va creciendo. Hay nuevas residencias, nuevas colonias, provocando deforestación, y consuma la flora y provoca que la fauna pierda su hábitat y su sustento para vivir, interrumpiendo acciones ecológicas para así favorecer al ecosistema. También es importante destacar la deforestación que causa las actividades agrícolas y agropecuarias, reduciendo en mayor número los árboles que ayudan a absorber el CO2, y aumentando el número de huertos para el consumo humano. Con eso se lleva a otra problemática, que los animales herbívoros y carnívoros, traten de entrar al hábitat del hombre en busca de alimento, provocando que el humano actué en "defensa" para salvaguardar su cultivo y sus animales de producción, y así matando a varios animales salvajes e importantes del ecosistema de Tuxtla Gutiérrez.

Las comunidades de fauna empezarán a migrar hacia otras zonas, dónde puedan encontrar mayor estabilidad y sustento, para poder seguir viviendo o sobreviviendo. Con esto se afectará más gravemente lo que es las cadenas tróficas, reduciendo poco a poco o hasta su totalidad y causando un efecto de cascada trófica. Los animales herbívoros, al no tener un sustento para poder alimentarse, pueden que tenga

un declive en su número de población, y con el final perjudicando a los animales carnívoros, y así terminando las cadenas tróficas que son esenciales en el ecosistema de la selva seca.

"Existen dos tipos de cadenas trófica. Una cadena trófica lineal, donde cada eslabón de la cadena esté representado por una o por pocas especies que interactúan solamente con los eslabones de niveles inmediatamente superior o inferior, y la cadena trófica, donde una comunidad ecológica normalmente existen especies omnívoras, que consumen tanto plantas como animales de distintos niveles tróficos (herbívoros y pequeños carnívoros). Los depredadores tope, a su vez, pueden alimentarse de organismos que están en distintos niveles tróficos por debajo de ellos (por ejemplo, herbívoros, omnívoros o depredadores intermedios)" (Bitetti et al. 2009).

Un ejemplo de está afectación es el jaguar (*Panthera onca*), el felino más representativo del Estado de Chiapas. Esta especie necesita de grandes extensiones y diversos ecosistemas por lo que se ha propuesto como una especie sombrilla, esto es, una especie cuya protección favorece la conservación de otras especies y ecosistemas (Ceballos et al. 2006). Otra proyección basada en un algoritmo genético que sirvió para el desarrollo de modelos de nicho ecológico para 1870 especies de fauna mexicana para el año 2055. Se encontró que las tasas de extinción y reducción drástica de hábitat se-

rían bajas, (Peterson et al. 2002). La reducción en el hábitat disponible para una especie está fuertemente ligada con la extinción de dicha especie.

Otra especie perjudicada y que habita en la zona metropolitana, es el ocelote (*Leopardus pardalis*) El ocelote se considera una especie importante en los trópicos de México, pues al ser un depredador, tiene un papel muy importante en la estructura del paisaje. Así, la pérdida de estos carnívoros medianos generaría un efecto en cascada sobre los niveles tróficos más bajos, afectando no sólo a las presas de que se alimenta, sino que también se tendrían efectos en la dinámica de la vegetación y del ecosistema en general (Martínez, L. et al. 2021).

Diagnostico para los Desastres Naturales (Riesgos).

Inundación.

El objetivo de investigar el aumento de precipitación nos ayuda determinar el riesgo por inundacion que pueda afectar a el municipio de Tuxtla Gutiérrez.

Se sabe que las amenazas más destacadas para este municipio son las de origen hidrometeorologico cuando hay una precipitación intensa, este municipio tiene antecedentes de inundaciones al tener la cuenca del rio sabinal la cual la integran distintos arroyos (Gutierrez *et al.*, 2019).

Hernández et al., (2011) señala que "La ocupación histórica de áreas de riesgos en el municipio de Tuxtla Gutiérrez está relacionada con el crecimiento de la ciudad, la cual en el año de 1960 la ciudad tenía 41,224 habitantes, en una superficie de 640 has y una densidad de población de 64.41 hab/ha. La migración que se dio con la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Raudales Malpaso, aunada a la de los proyectos de la Angostura y posteriormente Chicoasén, generó un considerable incremento de la población que para 1970 ascendió a 66,851 habitantes, asentada en una superficie aproximada de 1,595 ha. Para 1980, con una tasa de crecimiento media anual de 9.55%, alcanzó la cifra de 166,476 habitantes y una superficie de alrededor de 3,500 ha, producto de la oferta de trabajo. La conurbación con Terán, los sismos de Chiapa de Corzo y la migración provocada por los conflictos agrarios en los municipios de Simojovel, Huitiupán y el Bosque, incidió en importantes modificaciones en la estructura físico-espacial de la ciudad, como consecuencia del crecimiento desordenado motivado principalmente por la ocupación ilegal del suelo. Figura 1."

La problemática de riesgo por inundaciones del municipio antes mencionado ocurre tras el incremento excesivo de la zona urbana al está tener un desarrollo desordenado. Cabe señalar que el problema aumenta rápidamente teniendo consecuencias que se manifiestan en pérdidas económicas y pérdidas humanas. Dentro de la búsqueda para intentar disminuir el impacto de inundaciones se han realizado innumerables investigaciones, sin embargo, la mayoría de éstas se ven desintegradas entre las instituciones que llevan a cabo dichas investigaciones, de acuerdo con el área del conocimiento en la que se encuentra ubicada, además pocas veces se conjuntan los resultados haciendo que sea difícil obtener un documento sólido e integral que ayude a cumplir dicho objetivo (Pérez, 2011).

Los análisis de precipitación antes mostradas nos dicen que si hay un aumento en la temperatura de +4°C, puede ser problemática para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez que tiene un desarrollo urbano altamente desorganizado, esto causara que en épocas de lluvia en algunas zonas de la ciudad sufran daños por las inmensas inundaciones provocando descensos de vidas y pérdidas económicas afectando a la población en general.

Incendios de pastizal y/o forestales.

México es uno de los países con mayor diversidad biológica y posee una gran riqueza forestal: cuenta con más especies de pinos, magueyes, cactus y encinos que ningún otro país. Es una riqueza que tiene su origen en la gran diversidad de climas y en el relieve montañoso de buena parte del terri-

torio nacional. La variedad en recursos forestales coloca a México entre los diez primeros países del mundo por su biodiversidad. Sin embargo, nuestro país enfrenta procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas; Se ha reconocido que el fuego asociado a incendios forestales es uno de los factores de mayor afectación de la estructura y composición de bosques y selvas. En general, se relaciona con la pérdida de hábitat de muchas especies y con la devastación de la belleza escénica. Los bosques a menudo se recuperan después de un incendio, pero esto puede tardar varios años. Algunas estimaciones indican que al rededor del 90% de todos los incendios forestales está asociado a las prácticas agrícolas (roza, tumba y quema) y para renovación de ganadería. Sin embargo, en Tuxtla Gutiérrez la mayor parte de los incendios forestales son provocados por cambio del uso de suelo por sectores sociales dedicados a la invasión de predios, que conllevan a los asentamientos poblacionales irregulares.

En los últimos cinco años en Tuxtla Gutiérrez se representaron los siguientes datos relacionadas a incendios forestales:

Un incendio forestal o de pastizal afecta la vegetación en bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas y aéreas preferentemente forestales o de interface, ya sea por causas naturales o generadas por el ser humano, con una ocurrencia y propagación no controlada o programada. Un incendio puede afectar desde una superficie incipiente hasta miles

de hectáreas, originando varios efectos al suelo, flora y fauna, así como a los bienes y servicios como agua disponible en el subsuelo, captura de carbono, emisión de oxígeno, alimentación, recreación y composición de la biodiversidad, así como, en términos globales, contribuyen al cambio climático mundial a través de las emisiones (Mejía, 2017). Los regímenes de incendios forestales son impulsados principalmente por el clima/tiempo atmosférico, los combustibles y las personas. Todos estos factores son dinámicos y sus interacciones variables crean un mosaico de regímenes de incendios alrededor del mundo. Particularmente, los incendios forestales tienen muchas repercusiones sobre la diversidad biológica. A escala mundial, son una fuente importante de emisión de carbono que contribuye al calentamiento global.

En la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, este agente perturbador tiene mayor presencia durante la temporada de estiaje que abarca en las fechas del 15 enero al 15 mayo, siendo este el que genera daños a la vegetación y a las personas teniendo como efectos colaterales pérdida de biodiversidad, enfermedades respiratorias agudas (ERA'S), afectaciones a las Áreas

Naturales Protegidas (ANP) y apresurando los efectos del cambio climático (Acumulación de Dióxido de Carbono en la atmosfera).

En el año 2021 se han registrado incendios en los 4 cuadrantes de la ciudad, en el sector Norte – Poniente se registró

un incendio forestal afectando una superficie de 1 ha (hojarasca bajo selva baja caducifolia); 10 incendios de pastizal afectando una superficie de 16.215 ha; se registró 76 incendios urbanos afectando una superficie de 31.588 ha; en el sector Norte – Oriente se registró 4 incendios forestales afectando una superficie de 10.5 has (hojarasca bajo selva baja caducifolia); 7 incendios de pastizal afectando una superficie de 24.810 ha; se registró 77 incendios urbanos afectando una superficie de 7.464 ha; en el sector Sur – Poniente se ha registrado un incendio forestal afectando una superficie de 9.96 ha (hojarasca bajo selva baja caducifolia); 106 incendios de pastizal afectando una superficie de 217.037 ha; se registró 85 incendios urbanos afectando una superficie de 61.287 ha, en el sector Sur - Oriente se han registrado 23 incendios de pastizal afectando una superficie de 18.748 ha; se registró 57 incendios urbanos afectando una superficie de 8.456 ha.

Uno de los efectos ecológicos más sobresalientes de los incendios es la alta probabilidad de que se produzcan nuevos incidentes de incendios del mismo tipo en los años siguientes, por la disposición de los combustibles forestales que se producen (Bautista, 2015).

En la actualidad, las personas se han convertido en la principal fuente de incendios, sobrepasando los relámpagos y otras fuentes naturales. Aunado a ello, el calentamiento global y los cambios en los patrones de lluvias y sequías

están influyendo en el comportamiento del fuego; es notorio que de acuerdo con los registros históricos de la CO-NAGUA (1985 – 2019), la media de temperatura se ha ido incrementando de manera consistente a lo largo de los años, lo que, asociado a condiciones de precipitación que siguen una tendencia dentro del promedio, ha ocasionado mayor sequedad y disponibilidad de los combustibles forestales en los ecosistemas y por ende incendios con mayor dificultad de control (Figura 3.1).

La intensidad del fuego simboliza la energía que se libera de la materia orgánica durante el proceso de combustión (Keeley, 2009). También se refiere a la intensidad del fuego mientras este se encuentre activo. En cambio, la severidad del incendio, se describe cómo la intensidad del fuego afecta el funcionamiento del ecosistema en el área que se ha quemado. Los efectos observados varían dentro del área y entre diferentes ecosistemas (Keeley, 2009). La severidad del incendio también se puede describir como el grado en que un área ha sido alterada o interrumpida por el fuego.

Para poder determinar las áreas quemadas o afectadas por incendios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se aplicó el NBR, que es uno de los índices más utilizado para poder cartografiar las áreas quemadas y también para determinar los diferentes niveles de severidad de incendio que ha sufrido la vegetación, apoyándose en las bandas del infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) e infrarrojo medio (SWIR, por sus siglas en inglés), donde el contenido de

agua en las plantas, representado por la banda del SWIR, se confirma como un parámetro clave a la hora del seguimiento de variaciones en el estado de la vegetación, a través de las imágenes de satélite (Valdez, Bravo, & Manzo, 2019).

Nuestro índice NBR mostró una relación de valores comprendidos entre -1 y 1, donde los valores negativos de nuestro ilustran zonas afectadas por el fuego mientras que valores positivos representan zonas vegetales sanas o en fase de regeneración si previamente ha existido un incendio, posteriormente a través de los puntos de incendio previamente cartografiados se traslapo con los datos obtenidos del NBR y así determinar las pareas afectadas por incendios.

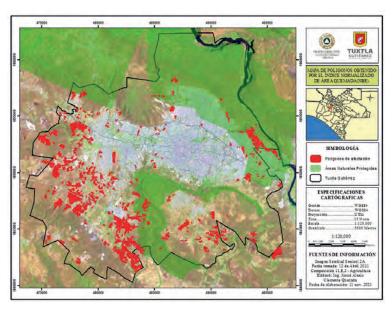


Figura 3. Mapa áreas quemadas por incendio en Tuxtla Gutiérrez. Fuente: Elaboración propia, 2021.

Previsiones futuras de cambio de los patrones de incendios

Se ha verificado que la estación de incendios está cambiando por las variaciones que están operando en las últimas décadas en el clima global (Bilbao, y otros, 2020). Se estima que entre 1979 y 2013 las condiciones climáticas que favorecen el fuego prevalecieron en promedio un 18,7 % más en una cuarta parte de la superficie de la vegetación de la Tierra (29,6 Mkm2), extendiéndose a lo largo de todos los continentes, exceptuando la Antártida (Bilbao et al., 2020). Se prevé que el clima futuro y otros cambios socioeconómicos y globales ocasionen situaciones más adversas que provoquen cambios en la estacionalidad de las lluvias y las olas de calor y afecten a las épocas y situaciones de peligro que condicionan la ocurrencia de incendios. En este sentido, los días de mayor peligro de incendio podrían aumentar en un 35 % a nivel mundial en 2050, con incrementos significativos en la cuenca mediterránea europea, el hemisferio sur subtropical (costa atlántica de Brasil, sur de África y la costa este central de Australia), sudoeste de Estados Unidos y México (Liu, 2009); Bowman et ál., 2017). Las proyecciones multimodelo apuntan a un incremento del valor medio del (FWI Fire Weather Índex o índice de peligro de incendios canadiense) en la Península Ibérica en consonancia con lo proyectado a nivel global (Bedia et ál., 2015) Más allá de la temperatura, es importante señalar que el cambio climático también facilita el que se propaguen los incendios, no solo por la actividad humana y por el aumento de gases de efecto invernadero, sino también porque se produce más materia muerta, algo que favorece estos fenómenos. El incremento de las temperaturas globales está cambiando las zonas climáticas, modificando la humedad del suelo, y está cambiando a su vez los hábitats normales de insectos y enfermedades en lugares donde las plantas y los árboles nativos no han tenido la oportunidad de desarrollar defensas. Esto lleva a un aumento de muertes en árboles y plantas, lo que influye en el clima local y ocasiona cambios en el suelo de los ecosistemas generando una leña fácil de prender por la actuación, por ejemplo, de un rayo o una hoguera mal administrada.

De acuerdo a la información obtenida, desde una perspectiva meteorológica, la conclusión es que se espera un mayor número de incendios, una temporada de estiaje más larga, mayor número de incendios de alta intensidad, mayor consumo de combustibles (es decir, más emisiones de CO2) y mayor superficie afectada por el fuego. Sin embargo, existe mucha inseguridad en cuanto a los efectos del cambio climático sobre los incendios, dada la multiplicidad de factores que los originan y su variación con la topografía, el tipo y disponibilidad del combustible, cambios en el paisaje, factores socioeconómicos, así como de la capacidad de adaptación y manejo del fuego.

Es evidente el impacto que genera variabilidad climática en los municipios de la región, y cómo influye en el incremento de los incendios de la cobertura vegetal, no solo aumentando número de eventos en el municipio en donde son frecuentes, sino que generando incendios en zonas en donde años anteriores registraban eventos mínimos o nulos.

El aumento de la temperatura que tendrá la ciudad de Tuxtla Gutiérrez para el 2050 con un diagnóstico de +4°C, generará los cambios en los patrones de lluvia, cambios en la cobertura vegetal y otras alteraciones relacionadas con el clima, que han irán aumentando enormemente la probabilidad de que se produzcan incendios, y de mayor intensidad y amplitud que en la actualidad.

En condiciones normales, se espera una mayor cantidad de incendios durante los meses de sequía en una región determinada. En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, las temperaturas máximas se presentan a partir de los meses de abril y mayo, y aunque permanecen altas en el verano, se presentan en conjunto con una mayor precipitación. Es por eso que durante los meses de abril y mayo hay un número mayor de incendios. Si bien los meses de enero y febrero son muy secos, también presentan temperaturas más bajas que los meses ya mencionados y el riesgo de incendios es algo menor, pero al realizar el diagnóstico del incremento de la temperatura en el municipio, aumentará el grado de déficit hídrico, junto con las temperaturas más elevadas, dándose

factores naturales que favorecen la presencia de incendios forestales. En ese sentido, el cambio climático tiene como consecuencia un acrecentamiento en la frecuencia de los días con temperaturas elevadas, y también una mayor variabilidad de la precipitación, es decir, lluvias muy fuertes y también periodos prolongados sin lluvia.

Ante dicho análisis, es evidente que el impacto que genera variabilidad climática, y cómo influye en el incremento de los incendios de la cobertura vegetal, no solo aumentando número de eventos en el municipio en donde son frecuentes, sino que generando incendios en zonas en donde años anteriores registraban eventos mínimos o nulos.

Para concluir, la frecuencia, duración e intensidad de las sequías se modificó y con ello sus consecuencias. Así pues, el cambio climático ha aumentado el riesgo de incendios que ocurren hoy por hoy, así como a nuestra salud y calidad de vida, haciéndolo de forma directa como indirecta. Cuando ocurre una ignición, incluso si es natural, las posibilidades de que genere un gran incendio son mucho más altas de lo que serían sin el cambio climático.

Deslizamiento de laderas.

La inestabilidad de laderas depende tanto de factores naturales como humanos, dentro de los factores naturales se pueden destacar el clima, ya que influye por medio de los cambios de temperatura, humedad y sobre todo, de la lluvia de la misma manera podemos decir que la deforestación provocada por el hombre y los asentamientos humanos en las laderas, frecuentemente de tipo irregular, aumentan las posibilidades de que éstas se deslicen y constituyan enormes amenazas para la población, sus bienes y su entorno. Estos cambios climáticos que se presentan año tras años son causados a la deforestación que realiza el ser humano debido a la necesidad de crear nuevos asentamientos, provocando que la mancha urbana sea mayor a las áreas naturales.

Un deslizamiento de ladera se conoce como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse.

Los factores que propician este fenómeno son;

- Cortes y excavaciones inadecuadas para la construcción de obras.
- Saturación del suelo por filtraciones de fosas sépticas y aguas domésticas.
- Vibración producida por maquinaria y tránsito de vehículos pesados.
- Sobrecargas de la ladera con construcciones.
- Deforestación.

Los efectos de la lluvia en la ladera se pueden entender al revisar el transporte de agua en la atmósfera y en la tierra (ciclo hidrológico). En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se determinan 4 grandes laderas que se extiende a lo largo de la ciudad. (Paz, 2012)

- Mesa Nido de Águilas
- Loma Verde
- Ladera Norte.
- Ladera sur

Se identifican varios eventos antiguos de gran magnitud, dos especialmente han incidido en el cambio de curso de igual número de ríos, uno de ellos el Santo Domingo, al sur oeste de la mesa y el otro, el Grijalva hacia el noreste, sobre el cual se encuentran cuatro complejos hidroeléctricos de importancia nacional, y que, junto con el Usumacinta, representan los ríos más caudalosos de México (Paz, González, Gómez y Velasco, 2017)

En octubre de 2011, uno de varios casos registrados en esta zona fue el de la colonia Lomas del Oriente donde se presentó un movimiento en la ladera que dañó 70 casas, obligando a las autoridades a reubicar a sus habitantes en la colonia 6 de junio, localizada a 200 m al oriente. Para evitar su regreso, estas viviendas fueron demolidas. En septiembre de 2013, la colonia 6 de junio (tercera sección) sufrió graves daños por un deslizamiento rotacional (Paz et al., 2017), lo que demuestra que no se tiene una dimensión territorial del área que ocupa la zona inestable (Paz et al., 2017).

A lo largo del tiempo en la ciudad de han ocurrido deslizamiento de laderas causada por el cambio de clima y la erosión del suelo que se presenta con la deforestación y la quema de pastizales para el cambio del uso de suelo por parte de los agricultores. El último caso ocurrió durante el mes de septiembre del año 2020. De acuerdo al diagnóstico obtenido con el aumento de temperatura de +4°C, con los datos obtenidos del IPCC, nos indica que habrá la presencia de días más calurosos irán en aumento y que fenómenos de precipitaciones extremas han aumentado. Se espera que los eventos extremos de precipitación continúen aumentando considerablemente durante las próximas décadas, todos estos efectos generarán un incremento de pérdida de masa en las zonas inestables (colonias como lomas del oriente, 6 de junio, cerro hueco, la azteca, Francisco I. Madero) a procesos d remoción en masa y, en consecuencia, aumentarán el peligro y los daños.

La lluvia actúa de manera singular, en la inestabilidad de laderas, aportando agua al sistema, lo que conlleva, principalmente, la saturación del material situado en la ladera e incremento del nivel freático. Esta saturación conduce a cambios en las tensiones internas del material, debidas a incrementos de la presión de agua en los poros del mismo. Los incrementos de las presiones intersticiales modifican las tensiones efectivas desencadenando un descenso en el valor del esfuerzo precisado para producir la ruptura en el material.

Así mismo, aunado de las precipitaciones máximas que ocasionará el cambio climático, también habrá la presen-

cia de otro tipo de fenómeno perturbador que son los incendios, que podrá desencadenar este fenómeno geológico, esto es debido a la severidad que ocasionará a todo tipo de vegetación, que serán **escombros y cenizas** que cubrirán el suelo. Esto complica que pueda absorber el agua de lluvia y **lo convierte en una superficie deslizante.** Por tanto, la precipitación no se filtra al suelo y discurre por encima de él, y además recoge a su paso los escombros que se encuentra en el camino cuando son lluvias muy fuertes

Deforestación.

Los ecosistema como bosques y selvas son de mucha importan no solo para la diversidad biológica; si no que de igual manera estas extensiones de terreno funcionan como agente regulado de la temperatura del planeta, ya que poseen la capacidad natural para fijar y absorber el dióxido de carbono (CO2), un Gas de Efecto Invernadero (GEI) ocasionado por diferentes actividades del ser humano como los procesos en industrias, el uso excesivo de combustibles fósiles (petróleo, gas y sus derivados como la gasolina), la perdida y quema de los bosques y selvas, entre otros. Sin embargo, cuando son deteriorados por el cambio de uso de suelo, sobreexplotación de los recursos que estos nos brindan o por el aumento en la frecuencia y severidad de los incendios, el carbono almacenado, es liberado nuevamente hacia la atmósfera, lo cual agrava el problema del cambio climático

Además de la contribución al calentamiento global, la deforestación tiene un claro impacto en la flora y fauna que habita en los bosques. La pérdida del hábitat de millones de especies es uno de sus impactos más dramáticos. Muchas de las especies llegan a extinguirse al no disponer de un lugar donde procrear y desarrollarse.

México es uno de los diez países con mayor área de bosques primarios. La superficie forestal del país abarca alrededor de 139 millones de hectáreas, de las cuales 60% son bosques y selvas. En México la deforestación y la degradación de los bosques genera emisiones que representan alrededor del 9% de las emisiones totales de carbono emitidas por el país. Estas emisiones podrían evitarse si se eliminan las causas de la deforestación y la degradación forestal (CONAFOR, sf).

De acuerdo a la SEMAHN (2011) "El estado de Chiapas se caracteriza por ser muy heterogéneo, tanto en aspectos socioeconómicos como ambientales y del medio físico, por lo que un análisis de la deforestación requiere no solo de la cuantificación de este fenómeno, sino además del estudio de sus patrones espaciales" (p. 72).

Desde la visión del cambio climático, es importante entender cómo y por qué se ha deforestado y degradado el territorio chiapaneco, cuáles son las tendencias actuales y cómo se comportaría en un futuro cercano en caso de continuar con estas tendencias. Chiapas es uno de los estados más avanzados en términos de cantidad y calidad de la información para este tipo de análisis (SEMAHN, 2011).

El crecimiento urbano descontrolado está considerado como un problema ambiental y social al que se le debe de dar la importancia adecuada, mientras la población mundial va en incremento y cambia su forma de vida de lo rural a lo urbano, las problemáticas para las ciudades del planeta son diversas y complejas; uno de estos problemas es la pérdida de la cobertura vegetal en México y el mundo, que ha sido impulsado en gran parte por el crecimiento de la población, (CONABIO, 2007 citado por (Fitz, 2016)). Este problema se debe al constate cambio de uso de suelo que están afectando a distintos lugares del planeta, a pesar de las consecuencias y el efecto negativo que tiene en el ambiente. Por lo tanto, la conservación de la cobertura vegetal que se encuentran dentro de las ciudades se considera como áreas importantes para la conservación de la flora y fauna nativa e inducida.

El crecimiento urbano en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se ha originado debido a diferentes tipos de razones que ocasionan la perdida de la naturaleza. A partir de 1996 el crecimiento de la ciudad aumentó repentinamente, esto a que muchas personas foráneas llegaron a establecerse permanentemente dadas a las mejores condiciones laborales que ofrecía la ciudad. Para poder elaborar los programas de desarrollo urbano de centros de población es necesario

llevar a cabo un análisis del medio físico, que por lo regular se representa como una zonificación de los niveles de pertinencia en que se puede dar el desarrollo urbano respecto al entorno, desde las zonas de exclusión hasta las que son susceptibles de soportar el crecimiento (Fitz, 2016). En este trabajo se analizaron los patrones geográficos de la deforestación usando bases de datos oficiales del INEGI principalmente. En la tabla 4 se muestra la superficie de los procesos de cambio que hubo del año 2000 al 2016, así vomo el porcentaje que representa en la ANP.

Tabla 4. Procesos de cambio de uso de suelo para el periodo 2000 – 2016.

Proceso de Cambio	Superficie en hec- táreas	Porcentaje
Deforestación	685.68	18.08%
Permaneció	22803.6	68.20%
Revegetación	11.39	0.29%
Urbanización	4487.19	13.42%

La deforestación de las selvas y bosques que se encuentran en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez inciden en la temperatura superficial de la Tierra, por lo que el presentarse un aumento de temperatura de +4°C para el año 2050, puede llevar a generar perdida de bosques y selvas; además de intensificar procesos de desertificación y pérdida de biodiversidad, debido a la gran mortandad de especies no resistentes al aumento de las temperaturas o a cambios en el clima in-usuales.

Diagnostico para el Desarrollo Urbano.

El desarrollo inmobiliario y su impacto en el cambio climático en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático lo define como un "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables" (ONU, 1992). Entre las principales actividades del estado de Chiapas se encuentran: comercio (18.2%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (15.4%); construcción (8.1%); minería petrolera (7.9%); y, servicios educativos (7.6%). Juntas representan el 57.2% del PIB estatal.

Luego del análisis se observan promedios anuales de temperatura del año 1950 al año 2016 con cierta variación en la temperatura en el periodo analizado, pero en general con una tendencia en crecimiento de más de 1 grado centígrado; lo que manifiesta de manera cuantitativa la representación del calentamiento global en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Aun cuando el dato es muy básico, es certero. La motivación por investigar el trasfondo del resultado numérico en el incremento a la temperatura promedio y sobre todo cómo el cambio de uso de suelo (principalmente construcción de viviendas y vialidades) influye de manera directa en el cambio climático.

Los datos obtenidos confirman un incremento en 2020 mayor al 109% de la población del municipio con respecto al censo de 2010 elaborado por el INEGI. Con respecto a las viviendas, de 2010 a 2020 existió un incremento mayor al 115% dentro del territorio municipal. Aunado a lo anterior existió un decremento del 94.55% en la ocupación de habitantes por viviendas Analizando los datos anteriores, podemos relacionar de manera directa el incremento de viviendas con la disminución de cobertura vegetal y/o zonas agrícolas del municipio. Lo anterior es un factor determinante y esta intrínsecamente ligado al calentamiento global, inundaciones y otras afectaciones al medio ambiente.

Al aumentar el área residencial o habitacional dentro de Tuxtla Gutiérrez y en la periferia de la Ciudad, se ha reducido significativamente el área agropecuaria o con potencial agropecuario, muchas veces sacrificando tierras de planicie con condiciones óptimas para cultivos de temporal. Es muy considerable la reducción del suelo de uso agropecuario, pastizales y manchones de selva baja caducifolia. La cobertura arbórea y arbustiva, en general, se ha mantenido y quizá hasta recuperado en los espacios que cuentan con figuras de protección; pero también se ha reducido fuera de dichos espacios, como se advierte en las partes altas y medias de la cuenca del río Sabinal, así como en terrenos de propiedad privada colindantes con la ribera del río a su paso por la ciudad capital. Como se mencionó anteriormente, se observa un crecimiento urbano con una planeación deficiente,

situación relevante debido a que los componentes biofísicos a nivel local (como clima, relieve y vegetación) están estrechamente relacionados con el uso de suelo.

La impermeabilización con pavimento y edificaciones (Pitt, 1999, Yusof, 2005), sumada a la frecuente compactación de los suelos expuestos (NRCS 2000), limitan cuantiosamente la infiltración, aumentando así la escorrentía y los riesgos de erosión e inundación (Pedron, 2004, Gregory, 2006). Es por ello que las áreas verdes (camellones, jardines, campos de césped, etc.) adquieren una gran importancia ya que estas actúan como focos de infiltración. El lugar en que vivimos, puede convertirse en un sitio muy distinto al que originalmente existía años atrás, pues la urbanización es un proceso que transforma el entorno de manera drástica y a veces a un ritmo muy acelerado, a tal grado que es difícil que podamos concebir a la ciudad como un ecosistema en sí mismo; sin embargo, la ciudad constituye el centro de toda una red de interacciones, tan diversas que es capaz de impactar la región, plasmando en ella su huella ecológica.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las ciudades deben tener como mínimo entre 10 y 15 m² de área verde por habitante, distribuidos de manera equitativa con relación a la densidad de la población (CONAMA, 2002). El agua que no se infiltra en cualquier evento de precipitación genera una escorrentía, por lo tanto, entre más áreas se tengan que favorezcan la infiltración menor será el

volumen de escurrimiento favoreciendo así la infraestructura vial y se reduce los riesgos de inundaciones.

En Tuxtla Gutiérrez, de 1986 a 2014, mientras que el suelo de uso residencial aumentó anualmente más de 3%, el de uso agropecuario y pastizales disminuyó alrededor de 1% por año. La cobertura de tipo arbóreo y arbustivo se ha mantenido más o menos constante, confinada principalmente en parques y jardines, así como espacios naturales que ostentan figura de protección.

En el caso de Tuxtla Gutiérrez, impresiona no solo la velocidad con la que se han construido nuevos desarrollos residenciales, sino también la ubicación de algunos de ellos en zonas de laderas con pendientes pronunciadas (zona norte-oriente de la ciudad, principalmente. Se han invadido zonas de escurrimiento natural y llanuras de inundación, lo cual ha alterado el equilibrio hidrológico de la cuenca del Sabinal aumentando el grado de vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos. (Silva, 2015).

Los datos registrados mostraron el incremento de la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. De 1986 a 2014 la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez se multiplicó por 2,5 veces: se sumaron al suelo urbano y periurbano nuevos polígonos residenciales en detrimento fundamentalmente de suelos de uso agropecuario, pastizales y selvas bajas caducifolias.

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez se ve con afectaciones cada vez más marcadas por el cambio climático con el paso del tiempo. Una de las principales causas es la construcción no planeada. El crecimiento poblacional y su necesidad por hacerse de una vivienda ha ocasionado que la mancha urbana de la ciudad hay incrementada con el paso de los años. Esto se ve reflejado en espacios que hace algunos años eran utilizados para la agricultura o como pastizales, para convertirse en nuevas zonas habitacionales, nuevas vialidades, plazas comerciales y obras civiles en general para satisfacer las necesidades de la población actual.

El nivel de desarrollo de una población se ve reflejado en el incremento de servicios públicos el incremento de la mancha urbana. Contradictoriamente a lo anterior, este desarrollo es directamente proporcional a la afectación al medio ambiente, no solo por el cambio de uso de suelo, sino que también por el uso desmedido de bancos de materiales pétreos y otros materiales de construcción de extracción mineral como el acero.

RECOMENDACIONES

A continuación se hacen una serie de recomendaciones que se espera sean relevantes a fin de enfretar la problemática antes descrita. Dichas recomendaciones se fundamentan en recomendaciones ya establecidas por trabajos previos.

Sería delimitar las ANP'S (Áreas Naturales Protegidas) y ser más estrictos conforme a las leyes para protegerlas. Las ANP's entran en un juego importante, haciendo que las especies tengan su propio hábitat

- natural, para así las actividades ecosistémicas sigan su flujo.
- Delimitar las áreas generales para cultivo y ganadería, para que no haya una deforestación innecesario y perdidas de hábitat de los animales. Y con base a eso, que haya más vigilancia y seguridad hacia la flora y la fauna.
- El ZOOMAT, tiene el objetivo de preservar a las especies endémicas de flora y fauna en nuestro Estado. Seguir apoyando a este Instituto, financiando programas de preservación y traslados. También apoyando a los trabajadores, capacitándolos constantemente y actualizando su material para el trabajo.
- Desarrollar programas ambientales, para identificar zonas de mayor abundancia de fauna, tratando que la población se pueda integrar a estos programas, para que tengan en mente la importancia del cuidado del medio ambiente.
- Que se límite la zona territorial de la mancha urbana, para que así no se deforeste y se siga conservando la selva seca perteneciente al municipio.
- Una manera de reducir los incendios es generar discontinuidades (horizontales y verticales) en la vegetación. Existen diversas herramientas para ello, tales como: realizar brechas, líneas negras y quemas prescritas, alternar sistemas forestales con cultivos, o permitir que ardan los incendios que sean poco agresivos.
- Reducir el consumo de combustibles fósiles, ya que esto podría ayudar a detener el aumento de CO₂ en la atmosfera, y así reducir la velocidad del cambio climático y la frecuencia de olas de calor.

- Para poder revertir los procesos de deforestación es importante tener en cuenta los aspectos económicos que llevan a los pobladores a cambiar el uso de suelo, esto conlleva que las opciones y medidas que el Gobierno forme para detener la deforestación deberán orientarse en crear alternativas económicas y viables a mediano y largo plazo. Para lo cual se fomentará el desarrollo de las áreas ya degradadas y/o convertidas a actividades agropecuarias a través de un mejor manejo de los sistemas de producción actual fundamentados en el equilibrio ecológico (SEMAHN, 2011).
- Capacitación para la comprensión y participación en comunidades para enfrentar las condiciones de cambio climático y mitigar sus emisiones.
- Las principales medidas de reducir las inundaciones son:
- Dar preferencia a medidas de gestión integral de las cuencas para garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas, impulsar con énfasis en cuencas hidrográficas, la gestión territorial integral para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático de ecosistemas y buscar desarrollar programas de adaptación para mantener e incrementar la disponibilidad del agua superficial y subterránea con un enfoque de manejo integral de cuencas (SEMAR-NAT/INECC, 2013).
- Darles mantenimiento a las distintas obras hidráulicas para proteger el dominio público hidráulico.
- Construir y dar el debido mantenimiento a las obras de contención hidráulica para prevenir, detener o modificar las condiciones naturales que puedan ser ad-

- versas o que tengan provecho a los intereses humanos como los muros de contención o las represas.
- Seguir los planes de manejo de evacuación impartidas por las autoridades correspondientes.
- Tener programas de reconstrucción resilientes con el fin de reforzar la capacidad de evaluar mejor las condiciones de riesgo, así como manejar y recuperarse de los impactos por las inundaciones.
- Que las autoridades municipales, estatales o federales trabajen de manera coordinada para poder establecer un reglamento de construcción con un enfoque de conservación de nuestros recursos naturales.
- Incrementar los fondos de las instituciones públicas (universidades) enfocadas a la investigación para el desarrollo de nuevas tecnologías y técnicas de construcción amigables con el medio ambiente.
- Subsidios por parte del gobierno para reducir los costos de materiales de construcción con menor grado de contaminación tanto en su aplicación como en su proceso de elaboración para que el consumidor pueda adquirirlos.
- Promover la obligatoriedad que dentro de las construcciones convencionales tengan incluidas áreas verdes o áreas de infiltración de agua de lluvia, que además funcionen como disipadores de temperatura y absorban cierta cantidad de calor del sol principalmente.
- La utilización de nuevos materiales de construcción amigables con el medio ambiente y la utilización de nuevas tecnologías o modificaciones en procesos constructivos en un futuro podrían ayudar a disminuir

- el impacto del calentamiento global en el municipio.
- Se necesita que la sociedad modifique la manera en que produce y consume. Con la participación de todos la adaptación y mitigación queda superada ante el efecto del cambio climático, desde la reeducación como sociedad que a su vez es una oportunidad para el cambio de la vida actual, también esto propicia beneficios al desarrollo de alternativas en cuanto a producción y consumo, en las que todos disfrutaran del medio ambiente incluyendo las generaciones futuras, creando conciencia y valores para su desarrollo.
- Dentro de la educación en Chiapas cuenta con un Plan de Educación Ambiental para la materia en sustentabilidad en el Estado aplicando desde el punto del cambio climático en las que abarca estrategias y líneas de acción, seria de suma importancia que el gobierno tanto del estado como federal aplique el programa en los distintos sectores y niveles educativos.

Conclusión

El cambio climático es un problema que los seres humanos han causado, haciéndose vulnerables a fenómenos climáticos y meteorológicos extremos y la escasa capacidad de adaptación y preparación que para hacerles frente podría tener consecuencias desastrosas si esta aumenta. Si no se intenta reducir el problema se puede llegar a la extinción, por ello la solución para llevar a cabo la transformación hacia una economía bajo en carbono serían las energías renovables. Las actividades antropogénicas, son las causas más

importantes para que la biodiversidad del mundo, y en este caso de Tuxtla Gutiérrez, tenga un declive total. Haciendo que la comunidad de flora se reduzca, y con eso la falta de alimento y de hábitat, las faunas mueran, provocando que haya una competitividad fuerte por estos dos factores, teniendo como consecuencias que los animales practiquen el canibalismo para que las especies puedan sobrevivir.

El cambio climático se verá potenciado en medida que el desarrollo inmobiliario o de infraestructura del municipio sea planeado. Se ha manifestado en párrafos anteriores cómo el incremento en la mancha urbana y el cambio de uso de suelo afecta nuestro entorno, provocando un incremento en la temperatura hasta llegar a generar islas de calor en aumento (proporcional al tamaño de la mancha urbana), mayor escorrentía debido al uso de materiales impermeables y por ende mayor riesgo a inundaciones. Aunado a lo anterior, la materia prima para poder realizar las construcciones civiles va en contra de nuestro ecosistema, extrayendo y explotando bancos de materiales pétreos; la utilización de madera como cimbra en la mayoría su uso en construcciones es de manera incalculable, utilización de agua en grandes volúmenes, etc.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, necesita una participación efectiva de la sociedad en la que la plataforma educacional mediante los medios de comunicación o los elementos que esta tiene se organizarán para que todos los proyectos se desarrollen en las diferentes áreas y sectores, tanto privados como públicos, para frenar los efectos del cambio climático, un factor de riesgo que prevalece actualmente.

Es importante que la sociedad sea parte de las soluciones para adaptarse a las condiciones climáticas, a que modifique su productividad y consumo, que la conducta que tome ante la vulnerabilidad sea en torno a su reducción, la educación es fundamental para prever escenarios y afectaciones futuras por el efecto del cambio climático, el apoyo se verá en la colaboración de la sociedad mediante el cambio de actitudes, practicar comprometiéndose a cambiar el consumismo, desarrollando actividades con base a la adaptación en las que los esfuerzos del gobierno estatal tendrá el reto de expresar y sensibilizar todo aquello que deviene sobre el tema de acuerdo a la realidad y necesidad de los distintos grupos sociales.

Literaturas Citadas.

- Alvarino Y., Ocampo V. (2016). "Análisis de las variables climatológicas temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, brillo solar, radiación, velocidad y dirección del viento, medidas por la estación meteorológica "Argelia" entre los años 1993 2013 para verificar la variabilidad climática del municipio de Girardot". Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá, Colombia.
- Ambiente, s. D. (s.f.). Programa de acción ante el cambio climático del estado de Chiapas.
- Arreola, A. (2017). Variabilidad y cambio climático en Chiapas. Revista del Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C.,7(16), 44:63. Obtenido de: http://www.idesmac.org/revistas/index.php/diversidad/issue/view/20/20
- Arreola. A. (2017). "Variabilidad y cambio climático en Chiapas, una revisión histórica. Ponencia presentada en el 7º Congreso Nacional de Investigación sobre Cambio Climático". UNAM-CONACYT. Documento en revisión. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C.
- Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez; CECROPIA. (2012). Programa Municipal Ante el Cambio Climático de Tuxtla Gutiérrez (PROMACC).
- Bautista Vicente, Flor Silvestre (2015). Emisiones Totales Anuales de CO2 por Incendios por incendios forestales en el periodo 199-2010 en México y estimación del índice de riesgo (Tesis de doctorado). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., San Luis Potosí.

- Recuperado de: https://repositorio.ipicyt.edu.mx/hand-le/11627/3896
- Bedia, J., Herrera, S., Gutiérrez, J. M., Benali, A., Brands, S., Mota, B., & Moreno, J. M. (2015). Global patterns in the sensitivity of the burned area to fire weather: Implications for climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215, 369–379. Https://doi.org/10.1016/j. agrformet.2015.09.002
- Bilbao, B., Steil, L., Urbieta, I. R., Anderson, L., Pinto, C., González, M. E., . . . Moreno, J. M. (2020). Incendios forestales. En Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos Informe RIOCCADAPT (págs. 459-524). Madrid: mcgraw-Hill.
- Chiapas, i. A. (mayo de 2019). Informe anual del consejo consultivo de cambio climático del estado de. En informe anual del consejo consultivo de cambio climático del estado de Chiapas. San Cristóbal de las casas, Chiapas.
- CONABIO. 2010. Selvas secas. Actualizado el 08 de julio de 2021, de la Biodiversidad mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaseca
- CONAFOR. (sf). Obtenido de Guía práctica sobre cambio climático y bosques: https://www.google.com/search?Q=deforestacion+y+cambio+climatico&source=hp&ei=ezexyb3qao2vqtsp34msga8&iflsig=als-wa-maaaaayzeliyy6kxgp8vovl8un5caaicu6ipdg&oq=deforestacion++y+ambio+clima&gs_lcp=Cgdnd3Mtd-2l6EAMYADIECAAQDTIECAADTIECAAQDTIECAADTIECA

- CONAMA. 2002. Áreas verdes en el gran Santiago. Gobierno de Chile. CONAMA R.M.
- Crecimiento Verde. 5. Atmósfera. Cambio Climático. Edición 2015. Semarnat. México. 2016.
- Del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC. 2014.
- Di-Bitteti Mario S. 2009. Depredadores topes y cascadas tróficas en ambientes terrestres. CIENCIA HOY. CONICET. 10 pp.
- Fitz, M. G. (2016). Cobertura vegetal y uso del suelo de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Tlamati Sabiduria*, 7(2).
- García-Oliva Felipe y Martínez-Yrízar Angelina. 2010. La selva seca y el estudio antrópico en un contexto funcional. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO. 10 pp.
- Gordillo-Ruiz, Mercedes Concepción, & Castillo-Santiago, Miguel Ángel. (2017). Cambio de uso del suelo en la cuenca del río Sabinal, Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(10), 39-49. https://doi.org/10.19136/era.a4n10.803
- Gutiérrez Villalpando, V. Zapata martelo, E. Nazar Beutelspacher, A. Salvatierra Izaba, B. & Ruiz de Oña, C. (2019). "Gobernanza en la gestión integral de recursos hídricos en las subcuencas Rio Sabinal y Cañón del sumidero en Chiapas, México". Colegio de la frontera sur. Chiapas, México.

- Hernández L., Vásquez M., Guillen H., Morales H., & Diaz D. (2011). "Atlas de riesgos municipio de Tuxtla Gutiérrez". Protección civil. Chiapas, México.
- Instituto nacional de ecología y cambio climático. (s.f.) Ht-tps://www.gob.mx/inecc#1730
- Herrera, G., Rastreo, A., Quevedo, A., Crespo, G., & Portocarrero, A. (2010). *Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001679.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (2020). Presentación de Rsultados Chiapas, censo 2020. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_chis.pdf
- IPCC. Cambio climático 2015 Impactos, adaptación y vulnerabilidad Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación
- Keeley, J. E. (2009). Fire intensity, fire severity, and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18(1), 116. Https://doi.org/10.1071/wf07049.
- Lipp, O. D. P. T. S. K. P. Y. (2019, 19 diciembre). *El Efecto de La Isla de Calor Urbana*. Arcgisstorymaps.
- Liu, Y., Stanturf, J., & Goodrick, S. (2010). Trends in global wildfire potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 685–697. Https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.002

- Mejía, Carlos Eduardo (2017). Zonificación de riesgos a incendios forestales en la cuenca del Río Coello en el departamento del Tolima (Tesis de especialidad). Universidad de Manizales, Colombia. Recuperado de: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3226
- Moreno-Casasola P. Y K. Paradowska. 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. Madera y Bosques 15(3):21-44.

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. (1995). Guía metodológica para la formulación e implementación de planes locales para el Desarrollo de la Acuacultura en áreas lagunares costeras de México. Consultado en el sitio web oficial de la organización el 7 de noviembre de 2008 en: http://www.fao.org/docrep/field/003/AC594S/AC594S06.htm

Paz Tenorio, J. A., González Herrera, R., Gómez Ramírez, M., & Velasco Herrera, J. A. (2017). Metodología para elaborar Mapas de Amenazas por Procesos de Remoción en Masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Investigaciones Geográficas*, 92. Https://doi.org/10.14350/rig.52822

Paz Tenorio, Jorge Antonio (2012). Laderas inestables y la construcción social del riesgo: tres casos en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. Recuperado de: https://repositorio.unicach.mx/hand-le/20.500.12753/654

Pérez Jara, J. (2011). "Riesgo de inundación producto del cambio climático caso de estudio: Quebrada San Ramón". Universidad de Chile. Santiago de Chile.

- Paleontología, s. (2018). Historia. Obtenido de chiapas. gob.mx:Https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/dgeads/historia
- Pérez, Isabel. (2020). Cambio climático, amenaza constante para especies marinas. ciencia.unam.mx/leer/1037/cambio-climatico-amenaza-constante-para-las-especies-marinas.
- Ramírez, M. I., & Zubieta, R. (2005). Analisis regional y comparacion metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Reporte Tecnico preparado para el fondo para la conservación de la Mariposa Monarca. Mexico DF. Septiembre, 2005.
- Sabana, U.D. (2019). Educación para la mitigación y la adaptación al cambio climático en América latina. Educación y educadores, 469-489.
- Santiago J., Lopez M., & Lopez S. (2008). "Tendencia del Cambio Climatico global y los eventos extremos asociados". Universidad Autonoma Indigena de México. Mochicahui, el Fuerte, Sinaloa.
- Secretaría de Economía SE (2016). Información económica y estatal 2016. Chiapas. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/124827/chiapas.pdf
- SEMAHN. (2011). Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas
- SEMARNAT. (2015) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de

- Simuta-Champo, Roel; Espinoza-Medinilla, Eduardo Estanislao; & Enríquez-Espinosa, Pedro Rafael (2015). Estimación del impacto sobre volumen de infiltración del subsuelo en la remodelación del Libramiento Norte Poniente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Repositorio Unicach*. Obtenido de: https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1922
- Sistema Nacional de Información Municipal (2020). Descarga de base de datos: población, vivienda. Obtenido de: SNIM (rami.gob.mx)
- Valdez-Zavala, K. M., Bravo Peña, L. C., & Manzo Delgado, L. L. (2019). Áreas quemadas y cambio de uso del suelo en el suroeste de Chihuahua (México) durante el periodo 2013–2017: Identificación con el índice Normalized Burn Ratio (NBR). *Acta Universitaria*, *29*, 1–15. Https://doi.org/10.15174/au.2019.2418
 - Villegas, F. (1995). Evaluación y control de la contaminación. (2da ed.). (pp. 140-155). Santafé de Bogotá: Universidad nacional de Colombia.
- Zavaleta-Palacios, M., Díaz, E., Vázquez, W., Morales, H., & Narcizo De Lima, G. (2020). *Urbanización y su relación con la isla de calor en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. UNICACH. Https://www.redalyc.org/jatsre-po/3586/358664458013/movil/index.html

Capítulo VI

Dos modelos de integración e interculturalidad. La pedagogía y el pensamiento vasconcelista en la nueva Escuela Mexicana.

José Rubén Orantes García (CIMSUR-UNAM) Selene del Rocío Ruiz Gómez (UNACH)

Introducción

En el siguiente capítulo abordaremos el pensamiento de José Vasconcelos Calderón, y la influencia de su obra en la Nueva Escuela Mexicana (NEM), modelo educativo que promueve la inclusión, la exaltación de la identidad nacional y el fomento a la interculturalidad dentro de los diferentes niveles educativos

Vasconcelos, como abogado y filósofo mexicano, fundó el ministerio de educación en nuestro país en 1921 bajo las políticas del entonces presidente de la república Álvaro Obregón. Con este mandatario, Vasconcelos sintió el apoyo y la necesidad de poner en marcha lo expresado en su propuesta educativa: "Educar a la población Mexicana, para que el país se desarrolle". Es así como se da a la tarea de crear la Secretaría de Educación Pública (SEP). En dicha secretaria educativa se ve la manera de integrar las diversas

manifestaciones culturales de las poblaciones mexicanas y se propone el acercamiento a los pueblos indígenas, desarrollando así, la primera radiografía de las necesidades educativas en México.

Este mismo método es rescatado por el gobierno de Vicente Fox (2000-2005), quien propone en su primer año de gobierno las bases para la transformación de la escuela mexicana, inacabada por cambios trasferidos, desde sexenios neoliberales, a la Secretaría de Educación Pública. La valoración del actual gobierno, con Andrés Manuel López Obrador (2018-2024), nos permite analizar, a partir de la Nueva Escuela Mexicana, conceptos desde la interculturalidad e inclusión para una educación del desarrollo, que se están ejecutando de manera pausada dentro de los niveles básicos y medios superiores.

Este documento, en la primera parte, expone la importancia del pensamiento vasconcelista, el desarrollo de la educación revolucionaria en el pensamiento educativo de México. En la segunda parte, se interpreta, el pensamiento, obras y el acercamiento a las tradiciones de los pueblos en México, creando así una radiografía de la educación pública. Por último, abordaremos a la Nueva Escuela Mexicana y sus propuesta pedagógica para la integración y la interculturalidad educativa.

José Vasconcelos Calderón y su pensamiento educativo

José María Albino Vasconcelos Calderón nació en Oaxaca en 1882, licenciado en derecho por la Escuela Nacional de Jurisprudencia, la mayor parte de sus estudios los hizo en Estados Unidos, partidario de la revolución Maderista, desempeño cargo de secretario de la instrucción pública bajo el periodo de Eulalio Gutiérrez y bajo la presidencia de Álvaro Obregón fue Secretario de Educación Pública en donde podemos encontrar su crecimiento político educativo. (García Benavente F. 1990).

Ocampo López, en el 2005, señala que la educación promovida por Vasconcelos promovió el rescate de los conocimientos de los pueblos unidos en una misma raza, la mexicana, él pensaba que todos los hombres eran los mismos, hombres con iguales propiedades, con las mismas capacidades de entendimiento (Ocampo L. 2005). Bajo esta visión Vasconcelos construyó un ideal educativo sobre un país diverso en cultura y en necesidades, concentrado en la filosofía neopositivista la idea de tener un país educado, con una cultura igual para todos. Esta fue, inicialmente, una necesidad que tenía que cumplirse:

"La educación que recibió Vasconcelos desde pequeño marco las ideas de libertad de pensamiento, del juicio de la razón, de la existencia de una filosofía que unifica a los hombres bajo un mismo pensamiento, según su biografía, denominada "el

Caudillo Cultural de la Nación" la nación fue vista por él, desde sus procesos migratorios, mismos a los que se enfrentó de pequeño, esto forjaron el carácter que lo llevó a entender la desigualdad social, miraba al criollo en el norte y al indígena en el sur, debido a los viajes como encargado del control aduanal, su educación en el extranjero estuvo marcada por discriminación de niños Texanos, y é que desde su visión imaginaria defendía a su patria, su historia y cultura. (Arreola Martínez B. 2000)

La familia de Vasconcelos era de clase media, lo que le dio oportunidad de educarse en una buena escuela, conoció por medio de su educación desde la filosofía socrática hasta Schopenhauer, crítico del positivismo, corriente de pensamiento que no asume la importancia de la identidad y de la cultura, retomará del mismo positivismo la idea de la reorganización de la sociedad dada por el conocimiento científico acuñado a la educación. Años más tarde seguiría los mismos modelos positivistas y los acomodaría a las necesidades del discurso educacional mexicano.

Dentro de sus aportaciones retomo del empirismo lógico o del neopositivismo lo que se podía comprobar solo a través de la observación, los hechos significativos, todas estas ideas, son plasmadas en su obra cumbre "la raza cósmica" conocida filosóficamente radiografía de la educación en México del de la cual hablaremos más adelante. Para Vas-

concelos el crecimiento nacional o de la patria es la educación una revolución educativa incluyente de la población indígena esa población que no era vista por la clase política e intelectual, pero que tenía que ser educada para que la misma patria viera en toda la población más hijos.

Su relación con las ideas maderistas hizo que Vasconcelos propusiera una revolución popular posrevolucionaria, que creará una nueva forma de identidad Nacional, centrado en ideas religiosas propuso "educación, castellanización, religión católica, para todos, su aspiración era construir una nación homogénea" (Arreola Martínez B. 2020). de esta manera podemos afirmar que Vasconcelos fomento la cultura nacional del México moderno. Su pensamiento intelectual no pudo separar la concepción religiosa de la educación, y aunque esto último no quita la importancia de sus obras y acciones, la propuesta educativa en la actualidad marca de manera más puntual el concepto de laicidad.

Propuesta pedagógica del Vasconcelismo

Su modelo buscaba una filosofía adentrada en la cultura para María del Pilar Macias Barba (2011) "la influencia del porfirismo lo marcó con el lema Orden y Progreso y esto lo hizo fomentar una educación ordenada que lograra el proceso de la sociedad olvidada. Su trayectoria en la educación comienza después del triunfo de Carranza, quien lo volvió secretario de Educación, en donde hizo publicar libros de texto con un enfoque filosófico "Macias Barba M. P. (2011).

El discurso de Vasconcelos era revolucionario y su mensaje era el desarrollo espiritual de la rendición mediante el trabajo, la virtud y el saber, promovió la educación cívica y voluntaria, haciendo la campaña de alfabetización, de las cuales obtuvo sus primeras derrotas pues en sus maestros honorarios existía la falta de experiencia y falta de capacitación para la enseñanza.

En 1922 se propuso crear un departamento para educar a los adultos ya que la alfabetización era requisito indispensable, promovió la distribución de libros gratuitos cargados de conocimientos generales y de textos clásicos con orientación filosófica. Sin embargo, estas acciones no fueron las necesarias para terminar con el producto de la revolución, una sociedad pobre, sin acceso a la modernidad y por lo tanto una sociedad ignorante. "Solo la educación de las masas lograría la transformación de nuevos ciudadanos, por ello la prioridad de crear escuelas rurales, primarias y técnicas, además de emprender una cruzada contra la ignorancia y el analfabetismo a favor de la educación indígena". (Becerra E. 2017).

Para lograr su cometido dividió la secretaría de educación en departamentos cada uno vinculado a actividades culturales o de lectoescritura, enseñanza científica y técnica, ofreciendo canto, dibujo o gimnasia, no solo buscaba integrar a la población en un nuevo modelo nacional, de ciudadanos y ciudadanas educadas, se proponía el reconocimiento de las políticas de los gobiernos de la época a los cuales servía. Sin embargo todos estos esfuerzos por educar se enfrentaban con un problema cada vez más complejo la población indígena no gustaba de la alfabetización y en consecuencia este modelo de desarrollo educativo en lugar de incluirlos, visibilizan más sus problemáticas, por lo anterior debía insertar a la población indígena al modelo educativo sin excluirlos o discriminarlos, solo así lograría la unificación del país con el acomodo de la identidad nacional en todos los pueblos de México, para ser todos mexicanos. Sin embargo,

> "en 1926 ante los intentos y fracasos de este proyecto educativo decide ser auxiliar y promotor de la enseñanza indígena no como administrador del programa, se vuelve servidor de la educación y tiene la oportunidad de hacer trabajo en Xochimilco y posteriormente en Oaxaca, se enfrenta a uno de los más grandes retos educativos el factor lingüístico y las diversas manifestaciones de los pueblos contextualizando su cultura, sus formas de vida, pero sobre todo la pobreza y la marginación existente". Ramos A (2007).

Sus viajes constantes, lo llevaron a describir las graves problemáticas de los pueblos de México, problemas que la SEP y la educación no podían resolver, comienza así hacer la radiografía de los pueblos de México, esta radiografía dio como resultado las siguientes publicaciones: La raza cósmica (1926), Ulises criollo (1935), la tormenta en (1936) y como contribución a la propagación de la identidad nacional realizó breve historia de México en 1937, este último fueron editados hasta 10 años después, retomado incluso por la nueva educación cardenista, que usó dicho texto para el fortalecimiento de nuevos programas de educación.

Una radiografía de la educación

Dos de los antecedentes de la concepción de la educación vasconcelista y de la escuela en México, se centran en las complicaciones que tuvo para implementar sus programas educativos y su ferviente idea de volvernos una nación con una misma cultura, el trabajo que realizo como servidor de la educación en 1926, dio como resultado que comenzará a entender las formas de vida de los pueblos de México, sobre todo esos alejados de los proyectos modernizadores de los gobiernos.

Muchas de las ideas que están dentro de su libro la raza cósmica, son fragmentos de memoria de los viajes de infancia, que le dieron una visión muy diferente del país alejado de lo pintoresco que solía ser dentro de las políticas, salidas de la posrevolución, las problemáticas vivenciales formarán parte de un proyecto integracionista, así la raza cósmica es el primer acercamiento de la idea revolucionaria e integracionista de vernos como una sola raza. la obra está formada de dos partes la primera teórica en donde se describe la concepción de la humanidad desde la visión filosófica

y antropológica, la segunda parte y la segunda es la experiencia de sus viajes, no solo de infancia también los que a partir de 1920 sostiene a otros países, estas dos partes dan como resultado suponer que las razas dan como resultado los patrones culturales y la convivencia de los hombres que integran las razas. Supone el surgimiento de una nueva raza a partir de lo indígena, lo europeo y lo africano, colocando por encima de esto una raza universal fruto de todas las anteriores y superación de todo lo pasado, a todo lo anterior le denominó raza cósmica, aseguraba que esta era la única forma de entender el comportamiento cultural, pero sobre todo insertar la idea de una educación universal.

Supone que el mestizaje ha permitido al hombre la intelectualidad el entendimiento y el mestizo en México es un hombre creyente de la razón y la nación. En su texto Ulises criollo, retoma la idea de una nación construida a través de los sueños de un personaje que migra de un pueblo a la capital, este texto está lleno de anécdotas de su infancia, la riqueza de su obra es la descripción real de varios espacios mexicanos con costumbres e ideas arraigadas en los pueblos, incluso hace la crítica al sistema político que poco se ha interesado en temas como las costumbres y las culturas. La imagen del criollos para él es aquel que se alejó de su origen hispánico y busca desvincular al pueblo de su gran riqueza cultural. Aunque la radiografía de México en la educación no tiene un método, las obras escritas por él muestran la importancia del anecdotario, la memoria y

recorrido por los espacios mexicanos para el conocimiento y reconocimiento de estos.

Emiliano Uranga otro filósofo e intelectual Mexicano influido por la filosofía de José Gaos, critico el trabajo realizado por Vasconcelos en 1946, siendo profesor de la Universidad Nacional, se dio cuenta del difícil acceso a la educación pública que aún se tenía en un México, a pesar de la política de acceso a la educación promovida por el Estado, por lo tanto aseguraba que Vasconcelos era y será un gran político en materia de Educación pero nunca se acercó a la realidad de la enseñanza y esto no le ayudó a comprender las grandes necesidad de quien decide educarse, y mucho menos de porque no se decide ver en la educación una aspiración del desarrollo, su rivalidad con el pensamiento vasconcelista le ayudó a cimentar las bases de las radiografías pedagógicas de México. En su texto Análisis del ser Mexicano (1952), describe a profundidad, lo que Vasconcelos argumentaba como costumbres, la realidad de la concepción de varios Méxicos, debido a su participación a programas educativos que eran subsidiados por el PRI.

La Nueva Escuela Mexicana (NEM) una propuesta pedagógica de la inclusión.

Como se ha expuesto en los apartados señalados hasta el momento la idea de la inclusión a la diferencia no es un propuesta reciente dentro del campo educativo, desde la reforma cardenista se propició la inclusión del campo en la ciudad y viceversa "han existido varias modificaciones al sistema educativo mexicano, que tratan de fortalecer los programas y planes de estudio, para el mejoramiento de la calidad educativa dejando de lado el impulso al conocimiento o crecimiento de quien se educa" (Morin 1998).

"El concepto de la nueva Escuela Mexicana no es novedoso, el gobierno de Vicente Fox propuso un modelo similar para la mejora escolar, quizá con diferentes terminologías conceptuales, estas le permitieron a Moctezuma entonces encargado de la educación pública en México, crear un discurso dirigido a maestros, alumnos, padres de familia y sociedad en general de la importancia de promover una educación desde un libre acceso, que mejoraría las condiciones económicas del país, cimentado el discurso al crecimiento económico con aspiraciones al ingreso de un sistema de trabajo". (Cuauhtémoc, 2019).

El 14 de enero de 2019, el secretario Esteban Moctezuma mencionó por primera vez el aparato que le permitiría buscar cómo gobernar la educación. En conferencia de prensa mencionó: "Este es un primer gran paso para la transformación educativa que dará origen a la *Nueva escuela mexicana*. Estamos viviendo y construyendo un momento histórico para la educación pública en México, la "trans-

formación educativa", sostiene que la educación pública es una institución amplia con normas escritas, pero informales en el comportamiento docente. (Conferencia de prensa Enero 2019, palacio de gobierno).

La idea de Moctezuma Barragán, al frente de la SEP, le permitió construir una serie de reglas de conducta, referidas al docente, Para agosto de 2019, la Subsecretaría de Educación Básica y la Autoridad Educativa de la Ciudad de México pusieron en marcha un taller de capacitación dirigido a jefes de sector y supervisores. con el único propósito de exponer las ideas de la NEM, y controlar políticamente a los sectores que administraban la educación, como se ve en 2020, con el levantamiento de profesores descontentos con las nuevas políticas educativas.

En materia pedagógica estas reuniones dieron como resultado la orientación de autoridades docentes en materias de medio ambiente, refuerzo de la identidad nacional a través del rescate histórico de nuestro país, una propuesta para modificar los planes y programas de estudio de las escuelas normales. La finalidad es más política que pedagógica. En marzo de 2020, la Subsecretaría de Educación Básica elaboró un documento, "Ideas de la Nueva escuela mexicana", la idea Transformar las formas pedagógicas y la cultura escolar", dejando que las autoridades educativas tomen decisiones que decidan la cultura de las instituciones escolares.

Una estructura fantasma

En enero del 2022 la SEP propondría un cambio radical en la educación básica cambiando su currícula y plan de estudios. El propósito de lo anterior era estructurar nuevamente el carácter universalista y nacionalista del conocimiento, para pensar en una verdadera educación, asumiendo la diversidad como condición para diferenciar entre lo comunitario y lo citadino un primer intento de acuñar el termino interculturalidad o educación para la diversidad en el nivel básico de educación.

Es interesante cómo esta nueva propuesta retoma la idea del mestizo como: "Sujeto ideal en términos lingüísticos, sociales, económicos, culturales y educativos, dejando fuera de los temas de reflexión o contenidos a la diversidad étnica y cultural del país, incluyendo, las diferencias de clase y de capacidad en esa diversidad." (Vasconcelos 1946). Se han escrito desde el 2022 tres propuestas para ejecutar la NEM, la primera abarca el plan de estudios de educación básica. la segunda es la estructura curricular. y la tercera La noción de la NEM dentro de sus implicaciones pedagógicas, esta tercera es la que el gobierno de Obrador propone en los niveles educativos de nivel básico y media superior.

La tercera noción de la NEM, plasmada ahora en la Ley General de Educación y ofrece cuerpo formar elementos curriculares de la educación básica retomando en el derecho humano de la educación: Tratando de formar a los maestros

como profesionales de la docencia, portadores de conocimientos pedagógicos, reformando la idea comunalista. El Acuerdo de la secretaría de Educación Pública, Impreso en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto del 2022, establece las nuevas modificaciones al plan de estudios para la educación preescolar, primaria y secundaria, anexando la descripción de propósitos, estructurales y la concepción ideológica que cubre a la 4T, sobre la diversidad, inclusión y derechos humanos. El anexo consta de 214 páginas, incluye 354 notas y 28 páginas de referencias. (Diario Oficial de la Federación 2022)

A nuestro parecer desarrollar lo curricular junto con la diversidad social, territorial, lingüística y cultural del docente, así como el rescatar los conocimientos culturales de los estudiantes son parte de las estrategias nacionales para la enseñanza de lenguas y culturas indígenas esto se denomina educación inclusiva, la nueva radiografía de la NEM hace un análisis de educación, visibilizando los grandes problemas insertos en la educación primaria y secundaria, una dificultad es la educación multigrado alumnos en situaciones de migración interna y externa, las telesecundarias sin recursos visuales y los problemas encontrados en la educación secundaria orientados en materia social y económicos más que en infraestructura.

Los departamentos de la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), lograron situar a las escuelas y sus relaciones comunitarias, también hicieron el análisis en contextos urbanos, se modificaron la concepción de la participación de festividades Nacionales y realizaron capacitaciones de perspectiva de género entre las madres de familia, para promover dentro de las escuelas la concepción de una escuela libre violencia y acoso. (Programa USAER 2021). Sin embargo, no se comprende cómo la perspectiva de género mantendrá libres de violencia a las escuelas, cuando dentro de la escuela comunitaria la violencia no es un concepto de análisis, es parte de un factor cultural, incluso la perspectiva de género que es concebida de otras maneras.

El nuevo plan de estudio que propone el gobierno de la 4T es una apuesta de alto riesgo porque propone aplicar una estructura educativa a todos los sectores educacionales, sobre todo dentro de la iniciativa privada. La 4T, inconscientemente deja a la SEP la autoridad para determinar los planes y programas de estudio aplicables y obligatorios en toda la República Mexicana para la educación preescolar, primaria, secundaria y normales superiores. Sin embargo, no deja centralizar el poder en sindicatos y organizaciones estructurante de educación evitando el monopolio.

La SEP anunció que habría un programa piloto en el ciclo escolar 2022-2023. debido a las dificultades de aplicación durante la pandemia, se han dado más de 35 capacitaciones a nivel nacional, supervisores, directores, y docentes han

tomado estas, la principal función es conocer los manuales y la forma de aplicar proyectos educativos dentro de las instituciones, la NEM, propone dar talleres a docentes a padres de familia en materia de, Derechos humanos, cuidado del medio ambiente, diversidad cultural, género, civismo, impulsar deportes y artes para una sociedad escolar libre de violencia.

Propuestas pedagógicas

Los dos sindicatos de educación emplean estrategias distintas pedagógicas, con el mismo fin mejorar las estadísticas evitando el analfabetismo. Se ha visto que ningún dirigente de los sindicatos menciona el nuevo plan de estudios, la currícula no se menciona la gran transformación educativa, ni la ideología comunalista. Pone el énfasis en el alumno, en la persona y su futuro en el gran esfuerzo de los maestros mexicanos por ejecutar de forma puntual lo manifestado desde la SEP, es más visible la defensa de sus intereses una lucha marcada con el gobierno, por la nueva forma administrativa de la educación.

Otro freno para la no implementación de la NEM es, la asociación Educación con Rumbo interpuso un amparo para garantizar el derecho humano de los niños a la educación y a la igualdad. El juez sexto de distrito le dio la razón y concedió primero la suspensión provisional y el 3 de octubre de 2022. Ratificó que el programa piloto de la SEP es inconstitucional. La Asociación de Educación sin rumbo, señala

que los modelos educativos incluyentes rompen con lo establecido dentro el carácter formal de la educación, un caso específico la identidad de género y la educación sexual.

Ante esta resolución, el presidente López Obrador expresó: "Somos respetuosos del Poder Judicial, pero no nos dejamos. Vamos a indagar y vamos a ver quién fue el juez y por qué razón falló contra nuestra nueva forma de concebir una educación incluyente de verdad". (conferencia de prensa 07 de octubre de 2022).

La NEM y el nuevo plan de estudios, el cambio curricular tiene posibilidad de éxito si consideramos que estamos en un proceso de maduración de una reforma educativa y de transformación de gobierno. Aunque López Obrador desea ejecutarlos a toda prisa, lo cual es un factor criticable, es el único gobierno, desde el surgimiento de la NEM, que está dispuesto a reestructurar la educación pública de nuestro país.

Para muchos maestros los métodos de enseñanza y los modos de evaluación están ligados a una ética de trabajo estable, una ética personal y muchos valores educativos rescatados de sus propios métodos de enseñanza como parte de su vocación han dado mejor resultado que propuestas reformistas. La nueva radiografía de la educación mexicana rescata la voz del docente y las necesidades de este en marcos de infraestructura y condiciones de trabajo, muchos de los maestros señalan "el fracaso de las reformas, siendo estas bien intencionadas: la persistencia cultural. Las estructuras

sólidas, como las de las escuelas, responden lento a cambios que no se originan en su interior". (Baronnet 2019). La *Nueva escuela mexicana*, en el fondo, propone códigos de conducta que ratifican la costumbre institucional se puede ver el proyecto educativo y pedagógico mediante el cual se pretende reformar el sistema educativo mexicano, por lo tanto, el conocimiento de este mismo es necesario para una verdadera transformación.

Pero ¿qué es la Nueva Escuela Mexicana?

La Nueva Escuela Mexicana (NEM) es el nombre que adquiere la reforma educativa dentro del sistema educativo mexicano, propone la transformación de la educación en México sobre todo en el ámbito legislativo, administrativo, laboral y pedagógico. los docentes deben capacitarse para mejorar constantemente su labor pedagógica y cambiar métodos, conceptos de educación, principios éticos, respetando los lineamientos que la SEP, dispone para dicho cometido.

La nueva escuela mexicana propone cerrar la brecha de calidad educativa entre escuelas privadas y públicas, obligando a la educación privada a insertar la estructura curricular y respetar planes y programas de estudio para una educación completa, obligando a que toda escuela privada que ofrezca educación básica y media superior cumpla con los programas de estudio de la Comisión Nacional de Textos de Libros Gratuitos (CONALITEG).

Este nuevo modelo cambia el sistema educativo mexicano y los principios bajo los cuales este se rige, de ahí que es importante que todo aspirante a ser docente conozca, en profundidad, el sistema bajo el cual se rige la educación, estas mismas palabras discursivas pronunciadas desde la 4T, también fueron usadas en 1925, por José Vasconcelos Calderón siendo director titular del departamento de educación pública.

Características de la Nueva Escuela Mexicana: (Manual NEM 2022)

- Formación de pensamiento crítico y solidario de la sociedad, así como el aprendizaje colaborativo.
- Diálogo continuo entre humanidades, artes, ciencia, tecnología e innovación como factores de transformación social.
- Fomento de la honestidad y la integridad para evitar la corrupción y propiciar la distribución del ingreso.
- Combatir la discriminación y violencia que se ejerce en las distintas regiones, pero con énfasis en la que sucede contra mujeres y niños.
- Alentar la construcción de relaciones a partir del respeto por los derechos humanos.

En este modelo educativo se busca que las personas que se forman adquieran una formación basada en el principio de la interculturalidad, que reivindique la identidad de la nación mexicana. Es decir, se busca que se reconozca lo pluricultural y plurilingüe de la nación mexicana. (Domínguez 2019). Haciendo una revisión a los documentos la Nueva

Escuela Mexicana, resalta los valores como la responsabilidad ciudadana, cimentada en la inclusión social, la justicia, la solidaridad y la libertad, todo esto debe proponer estudiantes con la capacidad de participación activa en la transformación de la sociedad al emplear el pensamiento crítico para la reflexión, diálogo, consciencia histórica, y humanismo, pensamiento también vasconcelista.

Reflexión final

A pesar de lo descrito hasta aquí no sería coherente pensar únicamente en la importancia de este modelo educativo desde el diseño de los perfiles, dominios, criterios e indicadores, para la selección de docentes. Se orientó al cumplimiento de los planteamientos de la Nueva Escuela Mexicana y las modificaciones en materia de política educativa que se han dirigido, con base en este nuevo sistema, a la mejora educativa en nuestro país.

Las prácticas educativas, desde la NEM, y desde los nuevos modelos teóricos que se ocupan de las resistencias que se producen en las aulas, permiten contar con una visión educativa más dinámica y esperanzadora. Si bien, el nuevo modelo educativo implementado en el sexenio lopezobradorista no puede abstraerse de la diferencia y el poder, debe buscar las herramientas que posibiliten principios de igualdad, justicia y libertad. Para el desarrollo de una democracia crítica desde el nuevo modelo educativo de la 4T es necesario redefinir a todas las instituciones escolares, de enseñanza pública y superior, en donde se involucren diferentes perspectivas de inclusión y exclusión que generen determinadas verdades y valores morales. Esto, de ser así, producirían en los educandos y educadores sentimientos de identidad, valor y espacio.

Si bien, la educación en el periodo posrevolucionario bajo la influencia de José Vasconcelos trataba de alejar el interés político y económico de los gobiernos, de sus formas de pacificar y entender a la sociedad mexicana. El pensamiento de Vasconcelos, reflejado en los lineamientos de la Nueva Escuela Mexicana, tiene una idea sobre la diversidad y su importancia ligada al rescate de las artes, la cultura y la lengua. Este modelo educativo está influenciado, estructuralmente, por la idea de un México desigual, haciendo una analogía cultural de nuestro país y, partiendo de que esto asegura la educación como forma de progreso.

Sin embargo, no existen modelos propios pedagógicos, que consoliden el esfuerzo para educar, Carlos Martínez Asad (1990), señala que se retoman modelos utilizados en Europa y Estados Unidos para fomentar la lectoescritura, como los propuestos desde Vasconcelos hasta la NEM, y que han fomentado un modelo básico de educación, carente de análisis de los procesos de enseñanza, tanto para los instructores, así como a los educandos.

El imperativo ético de un nuevo modelo educativo, que vincule la enseñanza, la democracia y las diferencias culturales en las diferentes instituciones de enseñanza pública de nuestro país deberá, primordialmente, educar a los alumnos en las responsabilidades de aprender a gobernar, siendo de la mayor importancia convertirlos en agentes del cambio social. Si entendemos que las diferencias incrementan las posibilidades de diálogo, solidaridad y confianza entre educadores y educandos, entonces debemos proporcionar los conocimientos necesarios para que los alumnos tengan la capacidad de ser críticos y situarse a sí mismos en la historia y construirla. Por ello, se hace relevante prestar atención, desde el NME, a las voces e historias de los excluidos y marginados desde las políticas neoliberales en nuestro país. Sólo así, ese ideal cultural de una idea de Nación, desde la obra de Vasconcelos y un modelo que propone la inclusión y la interculturalidad, modificaría la forma de concebir la educación de México.

Bibliografía.

- Arreola Martínez B. (2020) Vasconcelos el Caudillo Cultural de Nación. Cigarroa, México, D.F. 2020.
- Blanco, J (1996). Se llamaba Vasconcelos, Una evolución crítica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1996.
- García Benavente F. (1990). José Vasconcelos el Educador, Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 1990
- Macias Barba M. P. (2011). Vasconcelos y la filosofía, UNAM. México, D.F. 2011.
- Martínez Asad Carlos (1990). La propuesta educativa de Vasconcelos UNAM, México, D.F. 1990.
- Robles Hidalgo M. (1991). Vasconcelos en sus memorias. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1991.
- Ocampo L. J. (2005). El humanismo en la educación. UAM, México, D.F. 2005.
- Ramos, A. (2007). Algunos protagonistas de la pedagogía; vida y obra de grandes maestros. Antología Básica. México: UPN.
- Becerra, E. (2017). Historia: José Vasconcelos Calderón (1882-1959). Recuperado el 27 de febrero de 2017, en cuadernos críticos de educación UNAM.
- Ocampo, J. (2005). José Vasconcelos y la Educación Mexicana. Historia de la Educación Latinoamericana, Fondo de cultura económica.
- Gaos J. (1943) El pensamiento hispanoamericano. UNAM. 1943.

- Gaos J. (1952) El Análisis de ser mexicano. UNAM. 1952
- Baronnet B. (2019). Una sociología de la educación Intercultural Universidad Veracruzana 2019.
- Bello Domínguez (2019). Educación Inclusiva. Un Debate Necesario. Ed. Universidad Nacional de Educación, Ecuador.
- Manual de la Nueva Escuela Mexicana (NEM). 2022, SEP. México. 2022.
- Diario Oficial de la Federación 2020, 2021, 2022.
- Informe Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), 2020. SEP, 2020.

Capítulo VII

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA EN EL CENTRO ECOTURÍSTICO SIMA DE LAS COTORRAS, MUNICIPIO DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS

Orantes García Carolina^{3*}, Gutiérrez Santiago Humberto¹, Heredia Barrenechea Zeltzin¹, Huerta Miranda Luis Daniel¹, León Gómez Miguel de Jesús¹, Moreno Ceballo Roberto¹, Pozo Gómez Dulce María¹, Rodríguez Rodríguez Yajaira¹, Sánchez Chavarría Viridiana¹, Sánchez Trujillo Víctor Manuel¹, Santizo López Leonel¹, Vázquez Argüello Flor de María¹, Moreno-Moreno Rubén Antonio²

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^{*}Autor de correspondencia: carolina.orantes@unicach.mx

Introducción

El ecoturismo fusiona la pasión por el viaje con la preocupación por el medio ambiente. Con el tiempo los entendidos en el tema han concluido que sus objetivos engloban a la sostenibilidad, la conservación y la participación de las comunidades locales. Se le debe planear de acuerdo con las características de los ecosistemas y las culturas de las regiones, porque de lo contrario se podría causar impactos ambientales negativos que destruyan los recursos para el atractivo turístico. Esta actividad es una fuente principal de ingreso económico de México, ofreciendo a los turistas nacionales y extranjeros un abanico de posibilidades para disfrutar la naturaleza y la cultura, dirigida a atraer y transportar visitantes, alojarlos y satisfacer con confort sus necesidades y deseos, para lo cual el agua es factor clave, tanto que en muchos casos los centros turísticos sostienen un elevado consumo y desperdicio, un factor más de impacto ambiental (SEMARNAT 2006).

El agua es un recurso vital para los mundos vegetal y animal. Los seres vivos están más adaptados a sobrevivir con escasez de alimentos que con falta del líquido (FAO 2013). Este recurso, además, es indispensable para una vida de calidad, siendo su abastecimiento reconocido como una necesidad básica para el mantenimiento de la salud y factor del desarrollo (Robinson *et al.* 2006).

Existen alternativas en las que el agua disponible sea aprovechada o almacenada para su uso, tales como la captación de lluvia, la más común y sin costo (FAO 2013).

El área de estudio corresponde al Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras (CESC), en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, estado de Chiapas, el cual se enfrenta a una problemática resumida en la escasez de agua por las características geológicas de la zona, las cuales no permiten el abastecimiento del recurso hídrico de manera práctica y económica. Por eso se practicará un análisis estadístico de los datos hidrometeorológicos (precipitación y temperatura) obtenidos de las estaciones cercanas al CESC. Dicha información será empleada para diseñar un sistema de captación de agua de escorrentía pluvial y determinar el tipo de filtro a emplear como pretratamiento para proveer un recurso de mayor calidad.

Los suelos kársticos en la zona de estudio impiden la formación de cuerpos de agua superficiales, medio más utilizado para el abastecimiento del líquido. Una de las características de este tipo de suelos es su disponibilidad subterránea; aunado a esto, el cuerpo de agua más cercano al centro corresponde a la presa Nezahualcóyotl (Malpaso), aproximadamente a 27 kilómetros, lo que representa un obstáculo para satisfacer las necesidades de los miembros de la cooperativa y los visitantes. Para resolver esta problemática se ha trabajado en el abastecimiento dentro del centro, con lo cual se ha logrado la construcción de un sis-

tema de captadores pluviales en el perímetro de los techos de las cabañas y el restaurante; sin embargo, este sistema, por falta de mantenimiento, ha presentado deficiencias en su funcionamiento. Con la finalidad de cubrir la demanda de agua se ha recurrido a la compra a empresas particulares; sin embargo, el costo de transportación se incrementa por la lejanía.

Para que el ecoturismo contribuya al desarrollo sostenible de la región y ofrezca alternativas al turismo, debe desarrollarse de acuerdo con los lineamientos o principios de la Norma Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013, la cual establece los requerimientos mínimos que un sitio debe cumplir para ser considerado un centro ecoturístico; contribuir a solucionar el problema del abastecimiento de agua mediante un sistema de captación responde a uno.

JUSTIFICACIÓN

El Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras (CESC) pretende las condiciones adecuadas para hacer de la estancia de los visitantes un momento agradable, además de preservar el área natural como zona de influencia para la conservación de flora y fauna de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (Rebiso) (SEMARNAT 2001; Alarcón 2010; Camacho 2015; Santizo 2016), por lo cual, contar con disponibilidad de servicios básicos como el agua sin dañar el ambiente es de suma importancia porque es un esencial para que tanto los vegetales como los animales, el ser humano y todas las formas de vida existan (Rico et al. 2008).

La generación 2015-2017 de la Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), en 2015, practicó un estudio para identificar las principales problemáticas del CESC, concluyendo con cinco que jerárquicamente organizadas quedan así: 1. Tenencia de la tierra, 2. No se cubre la demanda de agua, 3. Los procesos de participación, organización y comunicación son mínimos en la Sociedad Cooperativa, 4. Mal manejo de la producción agrícola y 5. No existe señalética de protección civil.

Considerando la afinidad del equipo de trabajo y que se puede resolver la tenencia de la tierra por ser propiedad privada, se enfatiza en atender la problemática del abastecimiento del agua con la implementación de un sistema de captación de escorrentía pluvial, mejoramiento del actual y de lavabos, diseño de baños secos y talleres de capacitación para su uso y monitoreo con los miembros de la cooperativa, siguiendo los criterios de sustentabilidad que mantengan el estatus de centro ecoturístico de acuerdo con la normatividad.

En el CESC no se ha practicado estudios de alternativas para la problemática del agua. Por eso quizá este proyecto sea pertinente y genere una solución. Además, se contribuye a cumplir otro lineamiento establecido para la conformación de centros ecoturísticos.

Marco conceptual

Desarrollo sustentable

El término más aceptado acerca del "desarrollo sustentable" es el establecido en el Informe Brundtland: "...satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades (...) puede ubicarse en 1983, cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó la Comisión Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, presidida por Gro Harlem Brundtland (Ramírez *et al.* 2004)

El término requiere considerar los siguientes criterios:

- -La sociedad es parte y dependiente de los ecosistemas, siendo necesario respetar su capacidad de carga.
- -La sustitución de capital natural por otras formas.
- -Invertir parte de las ganancias por explotación y agotamiento de los recursos no renovables en capital social como fábricas, escuelas, etcétera. Es un proceso para mantener un balance entre la demanda de equidad, prosperidad y una mejor calidad de vida, posible ecológicamente, por lo cual este desarrollo no sólo debe ser prolongado sino determinar el tipo requerido para alcanzarlo mediante la sustentabilidad (Juárez *et al.* 2011).

Se plantea el problema de equidad entre el bienestar humano (sociocultural), ecológico y económico. Se pretende guiar la construcción de un modelo de desarrollo económico hacia una mejor calidad de vida de la población y la armonía con el medio ambiente para satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras (San Martín y Salcedo 2007).

Ecoturismo

La NMX-AA-133-SCFI-2013 lo define como "aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar espacios naturales relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios, así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural e induce un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales." (SE 2013).

El ecoturismo es una modalidad sustentable del turismo convencional que aprovecha la vida silvestre y los ambientes naturales para beneficiar a las poblaciones aledañas, con la ventaja de no ser de uso agotador. Además, permite identificar los cambios en elementos como cultura, capital nacional y extranjero y las comunidades naturales como resultado del efecto de las actividades turísticas (Lira y Naranjo 2003).

Cuencas hidrográficas

Son espacios territoriales delimitados por un parteaguas (porción más alta de las montañas que divide a las adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación) que en cada sistema de corriente fluye hacia el punto de salida de la hortera. La delimitación se basa en su identificación con base en curvas de nivel o mapas de altitudes del territorio donde se concentran los escurrimientos (arroyos y ríos) en un punto común de salida. Hay interrelación e interdependencia espaciales y temporales entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y mercados) y las instituciones (organización social, cultural, reglas y leyes) (SEMARNAT 2013).

El funcionamiento ecohidrológico de una cuenca se sustenta en un equilibrio frágil y dinámico, producto de la interacción entre sus componentes, incluyendo las acciones antrópicas. Los cambios en composición de la cobertura vegetal, los procesos de degradación de suelos o el sellamiento de la superficie por urbanización alteran irremediablemente las condiciones de infiltración, escurrimiento, percolación y evapotranspiración del agua (Cotler *et al.* 2010).

Las cuencas hidrográficas señalan el ciclo hidrológico (movimiento general del agua: ascendente por evaporación y descendente por la precipitación y después en forma de escorrentía superficial y subterránea) para cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes que afectan positiva o negativamente calidad y cantidad del agua, capacidad de adaptación de los ecosistemas y atributos de vida de sus habitantes (SEMARNAT 2013).

Escorrentía superficial

Es el flujo de agua por el terreno y se acumula cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración de la tierra. Su velocidad está condicionada por el tipo de suelo, la vegetación y la presencia de horizontes edáficos someros relativamente impermeables (Henríquez *et al.* 2006).

Las aguas de escorrentía arrastran materias orgánica e inorgánica como polvo, basura, excrementos de animales, residuos de abono, afectando su calidad, por lo cual se debe asegurar el manejo para un abasto limpio (González 2009).

Captación pluvial

Consiste en recolectar, filtrar, purificar y guardar el agua de lluvia para usos diferentes, teniéndola disponible en una cisterna para extraerla mediante bombeo y enviarla y distribuirla por gravedad a un depósito elevado (Alonso *et al.* 2009).

Las instalaciones indispensables para captar el agua pluvial constan de canalones, zanjas y trampas donde escurra por las pendientes de azoteas, plazas, banquetas y calles para ser conducida a un tanque y tratarla para su uso (IVDF 2016).

Cartografía

Caire (2002) refiere su utilidad: "...el mapa es la expresión de los conocimientos geográficos de una época y es el elemento auxiliar más noble de la geografía, que es el arma y la herramienta de la descripción científica de la tierra, es la base de la geografía, es la piedra filosofal de la geografía; los ojos de la geografía son los mapas."

La humanidad ha inventado tres grandes formas de comunicación: el idioma, la música y los mapas, pero la más antigua es la cartografía. El saber geográfico es tan antiguo como la vida reflexiva del hombre, quien siempre se ha mostrado dispuesto a recordar, calificar, nominar y representar los lugares que visita. La difusión de la literatura geográfica, especialmente la de viajes, indica el interés en todos los tiempos por el conocimiento directo de la tierra, en particular por el de los paisajes lejanos, sus peculiaridades y sus rarezas.

La geografía, como saber acerca de una superficie terrestre, se ha nutrido en ese interés y lo ha completado en amplitud. Su estudio comprende el medio físico y su relación con los seres humanos. Nació con las primeras reflexiones del hombre.

No se podría comprender el significado del nacimiento de la nueva cartografía sin el auge de las ciencias que estudian aspectos particulares sistemáticos de la tierra, "auxiliares de la geografía", cada una de las cuales considera un sistema de objetos homogéneos en la complejidad del espacio terrestre: geodesia, geología, hidrografía, zoología, botánica y sismología.

Antecedentes

Flores *et al.* (2008) propusieron un diseño hidrológico para la construcción de zanjas de infiltración en zonas forestales de los secanos costero e interior de Chile. Evaluaron cuatro ensayos con dos tipos, asociados a una plantación de *Pinus radiata*, con una unidad testigo. Se diferenciaron en el ancho, es decir, 20 y 30 cm, y ambas con altura de 30, denominándose zanjas tipos 1 y 2. Los resultados validaron la aplicación de la propuesta por su comportamiento frente a eventos extremos. Asimismo, las zanjas en general favorecieron la sobrevivencia de los viveros de la especie, especialmente la 1, que define menores distancias de separación.

Según Torres *et al.* (2011), en países en desarrollo el aprovechamiento de aguas de lluvias se ha convertido, en años recientes, en alternativa interesante, principalmente por el bajo costo de operación asociado. Internacionalmente se reconoce que la implementación de estos sistemas depende no solamente de la oferta hídrica en un lugar sino de la calidad y sus usos.

En Colombia muchas comunidades recolectan aguas de lluvia para usos domésticos, como desagüe de inodoros, lavado de patios, pisos y fachadas, riego y consumos animal y humano (Torres *et al.* 2011). Esta práctica es común en aquellas con un acceso limitado o precario al servicio de agua potable o cuando su costo no es adaptado al nivel de ingresos de los habitantes.

Peña et al. (2012) realizaron un trabajo dedicado a tratamiento de aguas de escorrentía: estado del arte, cuyo objetivo fue exponer el conocimiento, estudiando los métodos de diseño, eficiencias y las tendencias en la investigación de humedales artificiales en áreas urbanas y agrícolas, lo cual ha llevado a su aceptación como herramienta en los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).

Karney y Roa-Lobo (2013) ilustraron cartográficamente la magnitud de los patrones espacial y temporal de acumulación y dirección de la escorrentía en una vertiente de uso urbano en la ciudad de Trujillo, Venezuela. Su análisis integró la superficial mensual calculada mediante el método del NC (número de curva), con el patrón de dirección y acumulación del drenaje con base en un modelo de elevación digital (MED), representando trazado y magnitud del escurrimiento mensual.

En Bogotá, Castellanos y García (2015) diseñaron un prototipo de sistemas de recolección y tratamientos de aguas de lluvia en casa multifamiliar para uso doméstico. Se re-

colectó el líquido y en el laboratorio fueron analizadas las muestras antes y después de utilizar el filtro. Se dio a conocer el actual mecanismo de captación de agua de lluvia y la forma en que, sin tratamiento particular, se le almacena. Se diseñó el sistema de recolección y tratamiento y se fabricó un filtro del recurso recolectado para disminuir su consumo en las labores domésticas.

En muchas zonas de México las escasas precipitaciones y el aumento poblacional comprometen la disponibilidad y la calidad del agua, lo que desemboca en zonas con tensión o escasez hídricas (Ortiz *et al.* 2013). Aunque existen pocas investigaciones acerca de la calidad del agua de escorrentía se puede utilizar un sistema de biorretención en climas áridos y semiáridos.

Existen muchos trabajos enfocados a diseñar y evaluar sistemas de captación de agua pluvial a través de los techos de las viviendas y la calidad de a que se obtiene mediante filtros o biofiltros y se ha implementado de escorrentía para uso pecuario. Sin embargo, para Chiapas no hay (Castellanos y García 2015), utilizando la topografía del terreno como medio de atracción del líquido.

Mundo (2010) detectó en Zinacantán, Chiapas, que no existían fuentes de agua superficiales y se planteó lo siguiente: ¿De dónde se llevaría a la comunidad de Yalentay? La solución al problema técnico fue la construcción del colector de lluvia, pues en las zonas indígenas de los Altos de Chiapas

es difícil encontrar depósitos subterráneos. Es el caso. La ausencia de nacimientos, su topografía difícil y lo disperso del caserío no permiten introducir servicios públicos de agua potable y drenaje por medios convencionales. El gobierno municipal de Zinacantán suministraba agua a Yalentay mediante camiones con cisterna, pero cada familia tenía que pagar 1.5 dólares estadunidenses por cada viaje. Por eso la solución fue diseñar un sistema colector de lluvia con un techo de canales y tuberías que la conduce a un filtro y luego a una cisterna subterránea de forma troncopiramidal invertida. Sus paredes internas fueron construidas con un talud de 1:1.5, reforzadas con malla para gallineros. También tiene dos capas de arena y grava. Se distribuye a la comunidad por la fuerza de la gravedad porque se ubica en la parte más alta de la topografía. La cisterna presenta absoluta oscuridad a fin de evitar su contaminación y la proliferación de algas o insectos. Cuenta con ventilación a través de 12 tubos para mantener el agua con una buena calidad. Fue construido con materiales de la región. Por otra parte, para llevarla a zonas de difícil acceso se construyó una bicibomba, la cual utiliza la fuerza mecánica de un individuo. Contra la contaminación ambiental, fueron construidos baños ecológicos secos para evitar que la gente defeque en sitios inapropiados. Se construyó también un lavadero ecológico que permite reusar el agua jabonosa y para el riego de jardines, hortalizas y campos de flores se diseñó, probó y construyó un novedoso sistema de fluido intermitente llamado Diabeto para regar jardines, hortalizas y campos de flores.

Objetivo general

Realizar un estudio integral para proponer un diseño de sistema de captación de escorrentía pluvial que solucione la problemática del abastecimiento de agua en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras (CESC).

Objetivos específicos

Conocer flora y fauna y ver si algunas especies se encuentran en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Analizar los datos históricos de precipitación y temperatura de la zona.

Analizar registros de visitas anuales para estimar la demanda de agua en el CESC.

Elaborar el proyecto ejecutivo de la captación de escorrentía pluvial y la implementación de baños secos.

Proponer un sistema de filtración para mejor calidad del agua.

Área de estudio

La Sima de Las Cotorras es un sitio turístico operado por un grupo de pobladores de la comunidad Piedra Parada, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México, comprometidos con la conservación de los recursos naturales de la región. Es un hundimiento de la tierra de una profundidad aproximada de 140 m. y un diámetro de 160 donde habita un sinnúmero de cotorras; al descender unos 20 por la sima se halla gran cantidad de pinturas rupestres entre las que destacan huellas de manos rojas y negras; la mayoría de los árboles en el interior miden hasta 30 m. y son especies que no se encuentra en el exterior (SECTUR 2016). Se muestra la ubicación de la zona de estudio, sus localidades urbanas más próximas y su posición general en el estado.



Figura 1. Localización del Centro Ecoturístico Sima de Las Cotorras en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Hidrografía

Los recursos hidrológicos de la entidad son abundantes, aproximadamente el 30% del total del país. Son dos vertientes separadas por la Sierra Madre: la del Pacífico, con cursos de agua cortos, caracterizados por crecidas anuales, y la del Atlántico, drenada por ríos de régimen regular, Grijalva y Usumacinta los principales. Ambos forman un sistema fluvial; en el curso del primero fueron construidas cuatro presas: Belisario Domínguez (La Angostura), Manuel Moreno Torres (Chicoasén), Nezahualcóyotl (Malpaso) y Ángel Albino Corzo (Peñitas) (Figura 2).



Figura 2. Hidrología del municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Edafología

Se ilustra cartográficamente las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos en la zona de estudio.



Figura 3. Presencia edafológica en el Centro Ecoturístico Sima de Las Cotorras.

Uso de suelo y vegetación

En Chiapas posee diversidad de comunidades vegetales naturales como bosques, selvas, matorrales y pastizales, con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, gana-

deras y acuícolas y zonas urbanas. A las formas de emplear una cubierta vegetal se les conoce como "uso del suelo" (SEMARNAT 2003).

El uso de suelo en las proximidades al Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras es muy variado, abarcando bosques de encino, pastizales inducidos, sabanoide, selvas alta perennifolia, baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia (Figura 4). Así pues, la finalidad de este mapa es presentar sus escenarios ecológicos y tener una mejor concepción de la integración del paisaje (SEMARNAT 2003).



Figura 4. Presencia edafológica en el Centro Ecoturístico Sima de Las Cotorras.

Metodología

Revisión de bibliografía

Se consultó textos acerca del tema y las bases de datos del área.

Plática introductoria

Se efectuó una reunión con los miembros de la sociedad del centro ecoturístico y se les habló acerca del proyecto, solicitando permiso con la comunidad. Autoridades y habitantes deben estar informados respecto al trabajo. La ética del proceso considera cuatro aspectos: información necesaria, comprenderla, capacidad para consentir y la voluntad de participar (Rodríguez *et al.* 2020). Hubo cuatro visitas más al Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras para el desarrollo de la investigación.

Flora y fauna del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras

Se realizó una revisión bibliográfica de bases de datos, medios impresos, electrónicos y revistas especializadas para el registro de las especies que habitan el CESC. En los recorridos por el lugar con los pobladores se fotografió y ellos proporcionaron nombres comunes. Para determinar aquellas en riesgo fueron revisadas las listas de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Análisis de precipitación y temperatura mediante isoyetas e isotermas

Dos de las constantes en el cálculo del volumen de agua que puede escurrir y de la ecuación de la evapotranspiración son la precipitación y la temperatura. Fue necesario un análisis de la primera. Una problemática de menor escala fue la ausencia de una base de datos de tales variables de la zona de estudio, requiriéndose un proceso de interpolación ráster de cinco estaciones aledañas a la zona de trabajo mediante el *software* Arcmap para obtener los mapas de isoyetas e isotermas y conocer los valores de interés. Para retroalimentar el programa fue necesaria la base de datos de las cinco emisoras meteorológicas a utilizar. Así se obtuvo los promedios mensuales de todos los años de la precipitación y la temperatura. Las utilizadas en este proceso fueron:

- 1- Tres Brazos, Centla.
- 2- Ocozocoautla, Ocozocoautla.
- 3- Las Flores, Jiquipilas.
- 4- Pueblo Viejo, Cintalapa.
- 5- Luis Espinosa, Tecpatán.

Por la cantidad de datos generados, estas tablas son anexos para su consulta. Los mapas de isoyetas e isotermas fueron calculados mensualmente porque la demanda de agua en el centro ecoturístico y la precipitación varían demasiado cada mes. Al hacerse la suma anual se podría obtener resultados favorables considerando meses de estiaje y lluvia de la misma manera.

El proceso a detalle de creación de los mapas se halla en la página web http://acolita.com/crear-mapa-de-isoyetas-isotermas-isobaras-en-arcgis-isolineas/, destinada a la comprensión en el manejo de la familia de *softwares* a la que pertenecen Arcmap y Arcgis.

Cuantificación de visitantes en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras.

Para contar a quienes visitan el CESC se procedió a la solicitud de las bitácoras al encargado, clasificándolas por meses y años para su revisión y obtener el número de visitantes por mes para identificar aquellos con mayor y menor números y los totales anuales.

Cálculos preliminares para el diseño de los sistemas de captación.

Una vez hecha la visita en campo y definida cuál sería la línea de captación, se procedió al trabajo en gabinete para definir el área de la cual se obtendría la escorrentía. Mediante mapas de isoyetas e isotermas fueron calculadas la precipitación y la temperatura media mensuales de enero a diciembre. Eso fue necesario para solucionar un par de ecuaciones que auxiliaron en el cálculo del agua real aprovechable. Una vez obtenido el volumen real de la proveniente de la escorrentía se procedió al diseño del canal de conducción y del tanque almacenador y un filtro para eliminar las impurezas del agua (Aqsolutions 2013).

Baños en seco

Se recorrió el área de estudio para determinar su ubicación. El suelo donde construyamos debe ser sólido y firme, evitando blandos o húmedos para impedir acumulación de agua, considerando fauna y flora, y no impactar en el entorno, las características del suelo, el acceso de los visitantes y la opinión del personal de la cooperativa. Se delimitó el terreno para la edificación, generando las coordenadas Universal Transversor Mercator (UTM) mediante un Global Positioning System (GPS). Por los malos olores de residuos sólidos y líquidos se delimitó el área no muy cercana al restaurante y las cabañas para no perjudicar la comodidad del visitante (Ecotecnología 2009).

Los baños fueron diseñados con base en reglamentos de construcción, manuales y normas, específicamente la NMX-AA-133-SCFI-2013. Se consideró la cantidad máxima de visitas de un año, según las bitácoras en el CESC. Este análisis ayudó a determinar el número de escusados, mingitorios y lavabos requeridos. El Reglamento de Construcción del Estado de México de 2016 dice que para espacios abiertos, jardines y parques se dispondrá de dos lavabos, dos escusados y un mingitorio. Para el caso se propone un módulo con seis escusados, tres para damas y tres para caballeros, un mingitorio y dos lavamanos. Respecto a la elaboración de los planos y el presupuesto fueron considerados criterios de acuerdo con las especificaciones de de-

pendencias estatales y federales para la construcción de baños, como Instituto de Infraestructura Física Educativa del Estado de Chiapas (INIFECH), Instituto de Infraestructura Física Educativa (INIFED), Secretaría de Infraestructura de Recursos Hídricos (SEINFRA) y otras encargadas de destinar los contratos de las obras y supervisar el manejo del recurso y la construcción.

Resultados y discusión

Fauna y flora del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras

Mediante la búsqueda en bibliografía y observaciones en el lugar se reportó un total de 15 especies de mamíferos medianos y grandes (Santizo 2016) y 82 de aves (Alarcón 2010). Para pequeños (roedores) y voladores (murciélagos) no se encontró registro, como para anfibios y reptiles. Fueron hallados cinco mamíferos y siete especies de aves catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Cuadro 1. Especies de mamíferos y aves del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras sujetas a protección especial (Pr), amenazada (A) y en peligro de extinción (P).

Mamíferos		
Nombre científico	Nombre común	Categoría
Leopardus pardalis	Tigrillo	Pr
Eira barbara	Viejo de monte	Pr
Tamandua mexicana	Oso hormiguero	Pr

Herpailurus yagouaroundi	Yaguarundi	Α		
Aves				
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	Α		
Amazalia viridifrons	Amazilia oaxa- queña	Α		
Oporornis tolmiei	Chipe cabecigrís de Tolmie	Α		
Eucometis penicillata	Tangara cabeci- grís	Pr		
Lanio aurantius	Tangara cabene- gra	Pr		
Psarocolius montezuma	Zacua mayor	Pr		
Colinus virginianus	Codorniz cotuí	Р		

Referente al recurso florístico, la Sima de las Cotorras se encuentra rodeada de dos tipos de vegetación principalmente: selva baja caducifolia y vegetación secundaria, conocida como acahual y caracterizada por una formación resultante de eliminar la original para incorporar terrenos a las actividades agropecuarias. Esta situación propicia la colonización de especies secundarias de rápido crecimiento, formando agrupaciones muy densas (SEMARNAT 2001; Alarcón 2010).

Cuadro 2. Árboles y arbustos de la vegetación del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras.

Nombre científico	Nombre común
Acacia cornigera	Ishcanal
Acacia farnesiana	Huizache

Acacia milleriana Espino

Acacia pennatula Quebracho
Acacia pringlei Guamúchil

Bursera mexicana Corcho

Bucida macrostachya Cacho de toro

Bursera bipinnata Copalillo
Bursera diversifolia Copalillo
Bursera excelsa Copal
Bursera simaruba Mulato
Byrsonima crassifolia Nance

Cecropia peltata Guarumbo
Ceiba aesculifolia Pochota
Cordia curassavica Varita prieta
Croton guatemalensis Copalchí
Diphysa floribunda Guachipilín

Dodonaea viscosa Huesito Ficus cookii Amate

Gliricidia sepium Madre cacao o matarratón

Heliocarpus done- Jolosín

ll-smithii

Heliocarpus appendi- Majagua

culatus

Inga sp Cuajinicuil
Jacquinia aurantiaca Siqueté
Karwinskia calderoni Pimientillo

Leucaena sp. Guaje

Pithecelobium dulce Guamúchil
Plumeria rubra Flor de mayo

Spondias mombin Jobo

En la lista de especies de plantas no hubo las catalogadas en la NOM-059-ECOL-2010, aunque existan, pues faltan estudios acerca de la biodiversidad en el área. El nivel de importancia de este trabajo adquiere mayor relevancia cuando se conoce que Chiapas ocupa el segundo lugar nacional en riqueza y México el cuarto a nivel mundial (Palacios 2006). Esto hace reflexionar respecto a la importancia del Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras porque además de mantener una gran biodiversidad actúa como reservorio de material genético, con la capacidad de regeneración y perturbación.

Realizado el manejo de información de las estaciones meteorológicas y la interpolación ráster, se trazó mapas de isoyetas e isotermas de los 12 meses del año, considerando medias mensuales.

Cuadro 3. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	2.1	21
Febrero	48.5	21.6
Marzo	32.2	23.4
Abril	33	24.7
Mayo	75.7	24.7
Junio	182.5	24.6
Julio	174.5	24.6
Agosto	173	24.8
Septiembre	238	24.2

Octubre	215	23.6
Noviembre	113	22.4
Diciembre	75	22

Captación de agua y baños secos

Con la implementación del sistema de escorrentía se cubrirá el 50% de la demanda de agua del CESC anualmente durante el periodo junio-noviembre.

- El costo por la construcción de dicho sistema asciende a \$225,000.00 m/n.
- El CESC ahorrará anualmente \$150,000.00 m/n.
- Con este ahorro el tiempo de recuperación de la inversión será de dos años.

Para la estimación del uso de agua anual en el CESC se recurrió a los datos de 2013 porque fue cuando se obtuvo de los 12 meses. De 2014, 2015 y 2016 no hubo información completa.

Cuadro 4. Número de visitantes por mes y año en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras.*temporada baja, **temporada alta, ***sin datos

	2013	2014	2016
	N° de perso-	N° de perso-	N° de perso-
Mes	nas	nas	nas
Enero	973	1,554	s/d***
Febrero	732	607	s/d***
Marzo	2,157**	847	s/d***
Abril	799	1,726**	s/d***
Mayo	485	659	415*

Junio	595	360*	599
Julio	1,805	1,553	1401
Agosto Septiem-	1,153	1,283	893
bre	409*	673	654
Octubre	541	s/d***	744
Noviembre	540	s/d***	s/d***
Diciembre	1,598	s/d***	s/d***
Total anual	11.787	9.262	4,406

Anualmente el personal demanda 235.74 m³ de agua al utilizar inodoros típicos con un consumo de 6 l por descarga. Esto, respecto a la cantidad de habitantes registrados, fue recopilado de las bitácoras de control. La construcción de los baños secos, según el presupuesto generado, asciende a \$206,024.48 (Doscientos seis mil veinticuatro pesos 00/48 M.N.) Dicho documento determina la obra en su totalidad, sin considerar la exterior por gastos de electrificación, pero sí otros proyectos sustentables. Esto tiene un impacto monetario por el costo alto, tomando en cuenta el ahorro de agua, con un precio de \$35,361.00 sólo en la utilización de los sanitarios.

Propuesta del diseño de un sistema de captación de agua pluvial (Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13).

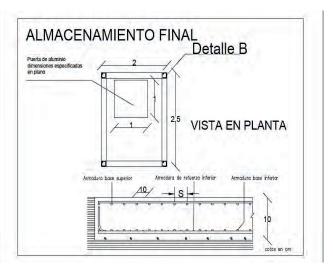


Figura 5. Almacenamiento final y detalle de losa de cimentación.



Figura 6. Almacenamiento primario.

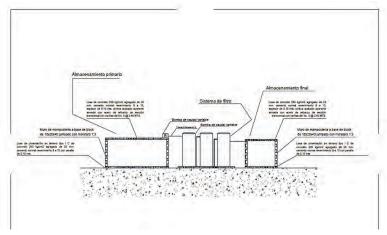


Figura 7. Corte del sistema de filtro.

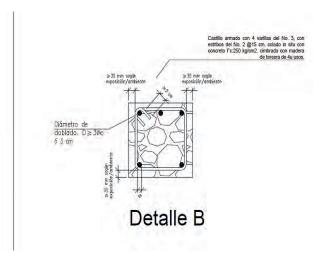


Figura 8.

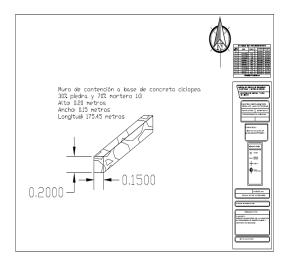


Figura 9. Detalle de la línea de captación (muro de contención).

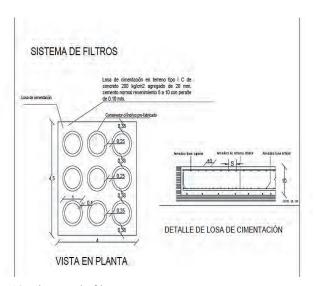


Figura 10. Sistema de filtros.

Vista en planta

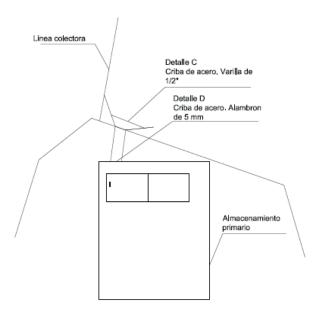


Figura 11. Planta de cribado.

Detalles de cribado

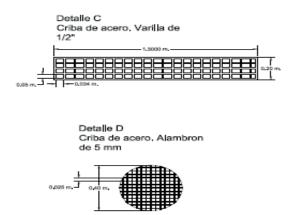


Figura 12. Detalle de cribado.

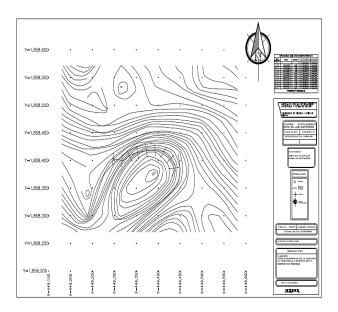


Figura 13. Planimetría de la ruta de captación.

Para estos baños se propone construir dos cámaras para el contenido de sólidos y líquidos, con dos compuertas para recolectarlos y tratarlos. Cada una tendrá un respiradero a base de tubo de PVC sanitario. Para su uso correcto es recomendable considerar lo establecido por Ecotecnología (2009) acerca de mantenimiento y limpieza.

Cuadro 5. Materiales y periodicidad para el mantenimiento del baño en seco.

Actividad Periodicidad

1 Limpiar diariamente con un trapo hú- Semanalmente medo el inodoro y el hoyo de la orina. Barrer piso y alrededores.

- 2 Cuando el bote de basura se llena Semanalmente recoger los papeles para almacenarlos y luego los lleve el camión de deshechos
- Nivelar las heces de la cámara. 3
- la cámara

Semanalmente

Vaciar la cámara y utilizar las excre- Cada 8 meses o tas humanas tratadas como abono cuando se llene alternativo.



Se propone el diseño del baño seco para el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras (Figuras 14 y 15).

Figura 14. Diseño de baños secos.



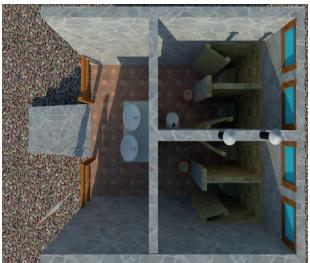


Figura 15. Baños secos.

Se muestra el análisis de costos del abastecimiento de agua para el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras.

Cuadro 6. Costo total para el abastecimiento de agua en el CESC.

Actividad	Cantidad
Por pipa capacidad 10,000 l	\$ 1,500
Capacidad de pipa	10,000 I
Inodoro convencional/demanda x descarga	6 I
Gasto por persona según RCDF x día	20 I
Gasto anual implementando baños típicos	235,740 I
Cantidad de m³ por año implementando baños típicos	235.74 m ³
Cantidad de pipas por año implementando baños típicos	23.574 via- jes
Costo anual por la compra de agua implementando baños típicos	\$ 35,361
Ahorro en pesos al implementar baños secos anualmente	\$ 35,361
Recuperación en la inversión de la construcción de baños secos	5.8 años

Conclusión

Existen pocos estudios acerca de flora y fauna en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras. Por eso se carece de información de la diversidad biológica en la zona.

Entre las especies de fauna reportada hay mamíferos y aves catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT, tales como Leopardus pardalis, Eira barbara y Tamandua mexicana y Psittacara holochlorus, Amazalia viridifrons y Oporornis tolmiei. Por eso se requiere acciones para conservarlas.

Para el sistema de captación de agua pluvial y baño seco se

puede considerar un proyecto factible porque en un lapso relativamente corto se recupera la inversión; aunado a esto el sistema genera un ahorro considerable de recursos económicos. Se debe tener en cuenta que el sistema está sujeto a adecuaciones para mejorar su desempeño.

Literatura citada

- Alarcón, P. 2010. Implicaciones y contradicciones del ecoturismo en la Sima de las Cotorras, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Tesis de maestría. Ecosur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- Alonso, L., M. G. Jiménez, J. C. López y R. Marín. 2009. Evaluation of Three Low-cost Granular Carbons on Simetryn Removal from Waters. VirtualPro 86: 18-29.
- Cotler, H., A. Garrido, V. Bunge y M. L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: Priorización y toma de decisiones. Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización 210-215.
- Ecotecnología. 2009. Ecotecnologías apropiadas para el bienestar. Obtenido de https://ecotecnologiasparaelbienestar.wordpress.com/eco-tecnologias/banos-secos/.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Objetivos del desarrollo sostenible. https://www.fao.org/publications/sofa/2013/es/.
- González, C. y W. Lozada. 2009. Manejo y control de las aguas de escorrentía para mantener la calidad del agua. Servicio de Extensión Agrícola-UPR.
- Juárez, G. Q., O. G. D. Escoto, G. S. Castillo, M. E. C. Hernández, J. H. Orozco, R. B. de Paz y E. G. Torres. 2011. Desarrollo sustentable en el contexto actual. UNAM. México.
- Mercedes, G. 2006. Ecoturismo, instrumento de desarrollo sostenible. Universidad de Antioquia.

- Palacios, R. M. 2006. Qué son las pteridofitas. http://www.helechos.com.mx/.
- Ramírez, L., Pérez, Noel. 2002. Uso de filtros lentos para el tratamiento de agua a nivel domiciliario. Ingeniería hidráulica y ambiental 23(1): 6.
- Ríos, A., R. E. Pérez y M. J. Castellanos. 2008. Química, agua y oxígeno. Tercera edición. UNAM. México.
- Robinson, B. J., C. I. López y M. I. Tercedor. 2006. Self-assessment in translator training. 2006. Perspectives: Studies in Translatology 14 (2): 115-138.
- Santizo, Leonel. 2016. Efecto de la actividad turística sobre la diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Centro Ecoturístico Sima de las Cotorras, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- Secretaría de Economía. 2013. Norma Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Programa de Manejo de la Biosfera El Ocote. SEMAR-NAT-CONANP. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Evaluación de la degradación de los suelos causada por el hombre en la República Mexicana, a escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. Transferencia de tecnología y divulgación sobre técnicas para el desarrollo humano y forestal sustentable. Mé-

- xico. Disponible en: http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/manual-bano-seco.pdf [2016, 02 diciembre].
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMAR-NAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México. Consultado el 10 de marzo de 2016.
- Secretaría de Turismo. 2016. Turismo en Chiapas-Sima de las Cotorras. Turismochiapas.gob.mx. http://www.turismochiapas.gob.mx/sectur/sima-de-las-cotorras.
- www.aqsolutions.org. 2013. La construcción de un sistema de tratamiento de agua de barreras múltiples usando materiales locales. Disponible en: http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/water-system-handbook-spanish.pdf [Consultado el 4 de diciembre de 2016].

La presente edición se terminó de imprimir en noviembre del 2023. Impreso en los talleres de: Historia Herencia Mexicana Editorial, S. de R.L. de C.V., Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Cel. 961 151 48 08. herenciamexicana2015@gmail.com

