



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**MAESTRÍA EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL COMUNITARIO CON
ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Presenta:

Ing. Valencia Trejo Guadalupe Montserrat

Bajo la supervisión de:

Dra. María Edna Álvarez Sánchez

Dr. Jesús David Gómez Díaz



PROGRAMA DE ALUMNOS EN
CICLO DE SERVICIOS ESCOLARES
TALANTA TECNICA Y PROFESIONAL



Chapingo, Estado de México, febrero de 2020

**ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL COMUNITARIO CON
ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO**

Tesis realizada por: **Guadalupe Montserrat Valencia Trejo** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Directora: _____


Dra. María Edna Álvarez Sánchez

Codirector: _____


Dr. Jesús David Gómez Díaz

Asesor: _____


Dr. Victor Manuel Cetina Alcalá

Asesora externa: _____


M. Sc. Ana Rosa Parra Canto

Tutora de estancia de investigación, Desarrollo
y Consultoría Apícola, S. C (DECA)

I. CONTENIDO

I. CONTENIDO.....	i
II. ÍNDICE DE CUADROS	v
III. ÍNDICE DE FIGURAS	vii
IV. DEDICATORIAS	viii
V. AGRADECIMIENTOS	ix
VI. DATOS BIOGRÁFICOS	x
VII. RESUMEN GENERAL	xi
VIII. GENERAL ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Ordenamiento Ecológico Territorial	4
2.1.1 Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC)	5
2.1.2 Enfoque agroforestal en el Ordenamiento Territorial Comunitario ..	7
2.1.3 Unidades de Gestión Ambiental, Unidades de Gestión de Uso de la tierra o Unidades bioproductivas	8
2.1.3.1 Caracterización del medio biofísico	8
2.1.3.1.1 Unidades de paisaje	9

2.1.3.1.2	Subsistema social	9
2.1.3.1.3	Subsistema económico	10
2.1.4	Análisis espacial	11
2.2	ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE DETERIORO AMBIENTAL	11
2.2.1	Diagnóstico ambiental con enfoque territorial	11
2.2.2	Diagnóstico ambiental de Xaltepuxtla.....	12
2.2.2.1	Situación del territorio y su problemática (elaboración propia)	12
2.2.2.2	Caracterización de la comunidad de Xaltepuxtla, para el Ordenamiento Territorial Comunitario (elaboración propia).....	17
2.2.2.3	Diagnóstico de la comunidad de Xaltepuxtla para el Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario (elaboración propia).....	18
2.2.2.4	Pronóstico de la comunidad de Xaltepuxtla (elaboración propia) ...	20
2.2.2.5	Propuestas para la comunidad de Xaltepuxtla	20
2.2.3	Acciones de conservación en el socioecosistema	22
2.3	Potencialidades de aprovechamiento del territorio	24
2.3.1	Análisis de los sistemas bioproductivos, que favorezcan la biodiversidad del territorio.....	24
2.3.2	Aptitud territorial	24
2.3.2.1	Aprovechamiento.....	25
2.3.2.2	Protección.....	25
2.3.2.3	Conservación.....	26
2.3.2.4	Restauración.....	26
2.3	Literatura citada	26

3. ARTÍCULO. PARTICIPATORY CHARACTERIZATION AND DIAGNOSIS FOR COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING WITH AN AGROFORESTRY APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO	30
3.1 ABSTRACT	30
3.2 RESUMEN.....	31
3.3 INTRODUCCIÓN.....	32
3.4 MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.6 CONCLUSIONES	45
3.7 LITERATURA CITADA	46
4. ARTÍCULO. BIOPHYSICAL CHARACTERIZATION FOR COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING WITH AN AGROFORESTAL APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MEXICO	48
4.1 ABSTRACT	48
4.2 RESUMEN.....	49
4.3 INTRODUCCIÓN.....	50
4.4 MATERIALES Y MÉTODOS	51
4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.5 CONCLUSIONES.....	61
4.6 LITERATURA CITADA	61
5. ARTÍCULO. PROPUESTAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMUNITARIO CON ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA.....	64
5.1 Resumen:	64

5.2 Abstract:	65
5.3 Introducción	66
5.4 Materiales y Métodos.....	67
5.5 Resultados y discusión	69
5.6 Conclusiones	80
5.7 Referencias	81

II. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Guía de trabajo del primer taller participativo	35
Cuadro 2. Presentación e integración del Taller	36
Cuadro 3. Historia de la comunidad.....	37
Cuadro 4. Mapa del predio.	38
Cuadro 5. Identificación de los recursos naturales en el predio.....	38
Cuadro 6. Identificación y clasificación de la problemática en los predios.....	39
Cuadro 7. Taller identificación de proyectos detonadores	40
Cuadro 8. Evaluación del taller	41
Cuadro 9. Fincas a intervenir en la reordenación de las actividades productivas	44
Cuadro 10. Principales rocas del área de estudio.....	52
Cuadro 11. Rangos de pendientes en el área de estudio	53
Cuadro 12. Principales geoformas en el área de estudio	55
Cuadro 13. Uso de suelo y vegetación en el área de estudio.....	56
Cuadro 14. Descripción de las unidades bioproductivas en el área de estudio.....	58
Cuadro 15. Zonificación del territorio del área de estudio.....	60
Cuadro 16. Muestreo biofísico de los predios.....	68
Cuadro 17. Parámetros fisicoquímicos recomendados para el cultivo de tilapia.	70
Cuadro 18. Valores promedio de las variables del análisis físico-químico de aguas	71
Cuadro 19. Carbono en piso forestal: mantillo, leñosas secas, hojarasca y biomasa aérea de herbáceas.....	73
Cuadro 20. Carbono de la biomasa viva (árboles) Sitio S2-1= acahual Finca Xoxocotla-Enrique.....	74

Cuadro 21. Carbono de la biomasa viva (árboles) Sitio 3. S3= acahual Finca la Hortencia-Calistemo 75

Cuadro 22. Carbono Orgánico en Suelo (COS) en la Finca Xoxocotla..... 76

III. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases metodológicas para el Ordenamiento Territorial Comunitario (Negrete & Bocco, 2003).	6
Figura 2. Proceso metodológico: diagnóstico ambiental con enfoque territorial. Elaboración propia a partir de (Figuroa, 2010).....	11
Figura 3. Esquema metodológico del Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC), de Xaltepuxtlá Puebla.	33
Figura 4. Recorrido de campo y entrevistas semiestructuradas.	34
Figura 5. Análisis FODA de la comunidad.	43
Figura 6. Localización geográfica del área de estudio.	52
Figura 7. Mapa de Geología del área de estudio.	53
Figura 8. Modelo Digital de elevación con el rango altitudinal.	54
Figura 9. Mapa de pendientes en porcentaje.....	54
Figura 10. Mapa de geoformas.	55
Figura 11. Mapa de clima.	56
Figura 12. Mapa de usos de suelo y vegetación.....	57
Figura 13. Mapa de unidades bioproductivas.	59
Figura 14. Zonificación de acuerdo con potencialidades y limitantes.	60
Figura 15. Unidades del muestreo biofísico.....	68
Figura 16. Mapa de áreas de reconversión y proyectos detonadores de cambio.	70
Figura 17. Distribución del porcentaje de materia orgánica de la Finca (Xoxocotla-Eleuteria) a) S1-1 y b) S1-2	77
Figura 18. Distribución del porcentaje de materia orgánica en la Finca (Xoxocotla-Enrique) c) S2-1 y d) S2-2	77

IV. DEDICATORIAS

A Dios por darme la oportunidad de estar viva y con salud.

A mi hijo, Gael Alejandro Hernández Valencia por ser mi motor de vida, por tus sonrisas, abrazos y besos que me llenan de energía. Por ser la luz de mi vida.

A Rolando Hernández Ruíz padre de mi hijo, gracias.

A mis padres, Esther Trejo Pacheco y Martín Arturo Valencia Chávez, por creer en mí y apoyarme siempre.

A mis Hermanos: Lesly Topacio Valencia Trejo, Arturo Emmanuel Valencia Trejo y Jesús Juan Pablo Valencia Trejo por motivarme y brindarme su cariño.

A mis tíos: Jorge Trejo Trejo Pacheco y María Elena Villagómez Moreno por su apoyo y consejos.

A mis primos: Jorge Christian Trejo Villagómez, Hugo César Trejo Villagómez, Brian Trejo Villagómez y Ariadna Cortes Trejo por su compañerismo y solidaridad.

A mis sobrinos: Aaron Israel Espinoza Valencia, Alinne Lizeth Espinoza Valencia, Hanna Pamela Trejo García y por llenarme de alegría.

A la memoria de mis amados abuelos María Pacheco Villa (†) e Inocencio Trejo Álvarez (†), de mis tías y tío: Guadalupe Piedad Trejo Pacheco (†), María Guadalupe Trejo Pacheco (†), Armando Trejo Pacheco (†) que marcaron mi infancia y juventud, los recuerdo con mucho cariño, siempre.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo, mi alma mater.

A la comunidad de Xaltepuxtla, Puebla, propietarios y medieros participantes, infinitas gracias.

A mi directora de tesis y coordinadora de la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible (MCADS) Dra. María Edna Álvarez Sánchez por su tiempo, dedicación, entrega y esfuerzo a lo largo de la presente investigación.

A mi codirector Dr. Jesús David Gómez Díaz por su apoyo incondicional y guía.

A mi asesor Dr. Víctor Manuel Cetina Alcalá por siempre enriquecer al equipo, por su apoyo y motivación.

A la M. Sc. Ana Rosa Parra Canto por recibirme en mi estancia de investigación, por tu apoyo y mejoras.

A profesores, compañeros y personal administrativo de la MCADS.

VI. DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales



Nombre: Guadalupe Montserrat Valencia Trejo

Fecha de nacimiento: 11 de diciembre de 1988

Lugar de nacimiento: Distrito Federal, México

CURP: VATG881211MDFLRD02

Profesión: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

Cédula profesional: 08798416

Desarrollo profesional

Diplomado: Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (SEP, UnADM e IICA, 2017).

Licenciatura: Ingeniería en Recursos Naturales Renovables 2009 -2013. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Departamento de Enseñanza e Investigación en Suelos.

Bachillerato: Preparatoria Agrícola: 2006 – 2009 (UACH).

VII. RESUMEN GENERAL

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL COMUNITARIO CON ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO¹

Xaltepuxtla es una comunidad marginada, parte de su territorio pertenece al Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa. Presenta remanentes de Bosque Mesófilo de Montaña. La principal actividad económica es el cultivo de ornamentales, caracterizado por la extracción de plantas con cepellón, venta de follaje, así como la extracción de especies nativas. Desde el año 2012 investigadores han restablecido vínculos entre los actores. Este proceso ha contribuido a resolver conflictos, logrando acciones de restauración e implementación de tecnologías agroforestales. Los productores han solicitado, proyectos de diversificación productiva y sistemas alternativos, además de conservar y aprovechar los recursos naturales de forma sostenible. Se realizó un Ordenamiento Territorial Comunitario a nivel predio, tomando como base el interés de los productores a partir de talleres participativos que consideran la historia de la comunidad, mapas participativos, recursos naturales disponibles, recorridos de campo, entrevistas semiestructuradas, análisis FODA. Información derivada de la caracterización y diagnóstico biofísico de las áreas de reconversión, permitió proponer los proyectos detonadores: producción de especies nativas amenazadas: helecho arborescente (*Cyathea salvinii*), bromelias y orquídeas, producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*); ampliación de colmenares de meliponas (*Scaptotrigona mexicana*), enriquecimiento de acahuales, mejoramiento en la producción de los hongos comestibles (*Pleutorus ostreatus* y *Entoloma abortivum*). Además, se hicieron recomendaciones de especies con potencial económico en la zona.

Palabras clave: *diagnóstico participativo, reconversión productiva, sistemas-bioproductivos, proyectos detonadores.*

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Valencia-Trejo Guadalupe Montserrat
Directora de tesis: Dra. María Edna Álvarez Sánchez

VIII. GENERAL ABSTRACT

COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING WITH AN AGROFORESTRY APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO²

Xaltepuxtla is a marginalized community. Part of its territory belongs to the Natural Resources Protection Area of the Necaxa River Hydrographic Basin. It has remnants of the Mountain Mesophilic Forest. The main economic activity is the cultivation of ornamental plants, characterized by the extraction of plants by root ball, sale of foliage, as well as the extraction of native species. Since 2012 researchers have reestablished links between the actors. This process has contributed to resolve conflicts, achieving restoration and implementation of agroforestry technologies. Producers have requested productive diversification projects and alternative systems, in addition to conserve and take advantage of natural resources in a sustainable way. A Community Territorial Planning was carried out at a property level, based on the interest of the producers from participatory workshops that consider the history of the community, participatory maps, available natural resources, field trips, semi-structured interviews, and a SWOT analysis. The information derived from the biophysical characterization and diagnosis of the reconversion areas, allowed to propose the detonating projects: production of endangered native species: tree fern (*Cyathea salvinii*), bromeliads and orchids, production of tilapia (*Oreochromis niloticus*); expansion of hives of meliponas (*Scaptotrigona mexicana*), enrichment of acahuals, and improvement in the production of edible fungi (*Pleutorus ostreatus* and *Entoloma abortivum*). In addition, recommendations were made for species with economic potential in the area.

Keywords: *participatory diagnosis, productive reconversion, bioproductive systems, detonating projects.*

² Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Guadalupe Montserrat Valencia Trejo

Directora de tesis: Dra. María Edna Álvarez Sánchez

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Xaltepuxtla es una comunidad enclavada en la Sierra Norte de Puebla, parte de su territorio pertenece al Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada: “Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa”. Los principales problemas ambientales son deforestación y cambio de uso del suelo que impacta en los niveles de captación de los vasos de almacenamiento, por ende, la retención de suelo, fijación de carbono y la conservación de la biodiversidad, provocando empobrecimiento de los suelos, formación de cárcavas, modificación del clima, inundaciones e incendios forestales (CONANP, 2013). La principal actividad económica de la población es el cultivo de ornamentales caracterizado por la extracción de plantas con cepellón; con repercusiones negativas pérdida de suelo y deterioro de sus propiedades (Ruiz, 2016). Esta actividad económica ha dejado de ser rentable. Desde el año 2012 un grupo interdisciplinario de investigadores viene trabajando en el restablecimiento de vínculos entre los actores (propietarios, medieros, equipo técnico y usuarios de los recursos naturales). Este proceso ha contribuido a resolver conflictos, logrando acciones de restauración e implementación de tecnologías agroforestales sostenibles en relictos de Bosque Mesófilo de Montaña (Álvarez, López y Torres, 2018). A través de un Modelo Integral de Intervención Agroforestal fue posible realizar reforestación y reintroducción de especies nativas (Mateo, 2018); además del establecimiento de un sistema silvopastoril para producción ovina (López, 2013; Caamal, 2016) y un sistema modificado para la producción de guayabo. Por su parte Mateo (2018) sentó las bases para la restauración y aprovechamiento del hongo comestible Totolcózcatl (*Entoloma abortivum*) en relictos de BMM, especie sobreexplotada en el socioecosistema. Los estudios de calidad del suelo realizados en la zona han comprobado las implicaciones negativas de las prácticas productivas y del manejo del suelo tradicional así como los beneficios en las propiedades edáficas en los sistemas donde se han implementado prácticas agroforestales sostenibles (Ruiz, 2016).

La comunidad presenta alto grado de marginación (CONAPO, 2010). Esta ha solicitado al grupo de trabajo, proyectos de diversificación productiva y sistemas alternativos que incidan en el desarrollo económico y agroalimentario a los pobladores. Además, conservar y aprovechar los recursos naturales de forma sostenible en su territorio. Para este objetivo resulta útil el Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario. La región cuenta con un Ordenamiento Ecológico Territorial de las cuencas hidrológicas de los ríos Necaxa y Laxaxalpan (UACH-INECOL, 2002) pero a nivel macro, como línea base para el Desarrollo Regional Sustentable. Sin embargo, éste es demasiado general para las condiciones locales y necesidades particulares de los productores. De acuerdo con Negrete & Bocco (2003) el Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario es un instrumento de política ambiental diseñado para caracterizar, diagnosticar y proponer formas de utilización del territorio y de sus recursos naturales, bajo el enfoque de uso racional, diversificado y participativo. Además, reconoce a las comunidades indígenas como portadoras de experiencia y tradición en cuanto a la relación sociedad-naturaleza. El Manejo Integral del Territorio, desde el punto de vista ecológico, económico y social, permite potencializar las acciones destinadas a mejorar la calidad de vida de la población, seguridad alimentaria y conservación de sus recursos naturales. La presente investigación tuvo como objeto proponer un Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario (OETC) a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento que permita regular e incidir en el mejor uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la conservación y el aprovechamiento sustentable del socioecosistema.

Por la dimensión de la presente investigación se trabajó en cinco capítulos, el primero es el introductorio, el segundo es destinado al análisis del estado del conocimiento respecto al problema estudiado en la Tesis, tercero es la caracterización y diagnóstico participativo de la comunidad, el cuarto es la caracterización biofísica del área de estudio y el quinto son las propuestas del Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario en Xaltepuxtla.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Realizar un Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario (OETC) con enfoque agroforestal a nivel de finca, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de las diferentes unidades de uso de la tierra que permitan regular e incidir en el mejor uso de las mismas, con el fin de lograr la conservación y el aprovechamiento sostenible del socioecosistema.

1.1.2 Objetivos específicos

- 1) Determinar las unidades bioproductivas a partir de la caracterización del medio biofísico, subsistemas social y económico, para establecer su potencial productivo objetivo a nivel de finca.
- 2) Determinar las tendencias de deterioro ambiental y las potencialidades de aprovechamiento de los distintos tipos de utilización de la tierra a partir del análisis del diagnóstico ambiental y caracterización de los sistemas de producción para regular e incidir en el mejor uso del suelo y las actividades productivas en el socioecosistema.
- 3) Definir las áreas de reconversión productiva y proyectos detonadores de cambio, mediante el análisis de aptitud de las unidades bioproductivas y la planeación comunitaria participativa del territorio que favorezca la biodiversidad, capacidad productiva y la economía familiar.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ordenamiento Ecológico Territorial

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3º, define al Ordenamiento Ecológico como *“instrumento de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”* (LGEEPA, 1988).

Según lo establecido en el artículo 19º de la LGEEPA, se indica que en *“la formulación del Ordenamiento Ecológico se debe considerar, la naturaleza y características de los ecosistemas existentes, la vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes, los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales, el equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; el impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades, y las modalidades que, de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan las áreas naturales protegidas, así como las demás disposiciones previstas en el programa de manejo respectivo, en su caso”* (DOF, 2018).

Las modalidades del Ordenamiento Ecológico Territorial se enuncian en la LGEEPA en su artículo 19 Bis *“general del territorio, regional, local, y marino. En su artículo 20 Bis 4, establece que los programas locales serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso por las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México”* (DOF, 2018).

Como instrumento de planeación permite orientar inversiones gubernamentales, apoyar la elaboración de planes y programas, sustentar dictámenes ambientales,

priorizar atención, sustentar solicitud de apoyos financieros para establecer y desarrollar programas que minimicen los principales problemas ambientales (SEMARNAT, 2009).

El Ordenamiento Ecológico del Territorio debe considerarse como un proceso de planeación continuo, se debe buscar el equilibrio entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales. Es imperativo ubicar dichas actividades en las zonas con mayor aptitud y donde genere menor impacto ambiental. Para identificar, prevenir, revertir los procesos de deterioro ambiental: escasez, contaminación del agua, afectación, pérdida de especies de flora y fauna, degradación del suelo, además de disminuir la vulnerabilidad ante desastres naturales (SEMARNAT, 2009).

2.1.1 Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC)

El ordenamiento es un instrumento de política ambiental diseñado para caracterizar, diagnosticar y proponer formas de utilización del territorio y de sus recursos naturales, bajo el enfoque de uso racional, diversificado y participativo. Además, reconoce a las comunidades indígenas como portadoras de experiencia y tradición en cuanto a la relación sociedad-naturaleza. El esquema metodológico está conformado por seis fases: caracterización, diagnóstico, prospección, proposición, instrumentación y gestión. Que incluyen el trabajo técnico y la gestión para la promoción, participación, consenso e instrumentación Figura 1 (Negrete y Bocco, 2003).

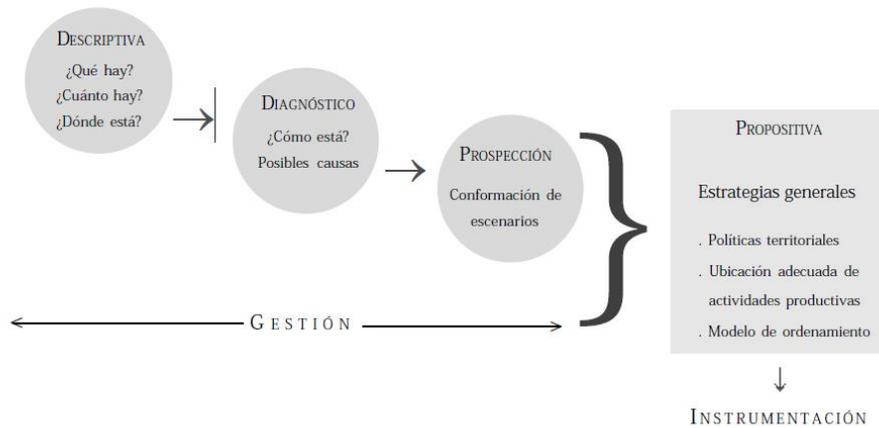


Figura 1. Fases metodológicas para el Ordenamiento Territorial Comunitario (Negrete & Bocco, 2003).

El concepto de Ordenamiento Territorial Comunitario está definido como *“instrumento de planeación que determina el uso del suelo en ejidos y comunidades a corto, mediano y largo plazo. Tiene como objetivo general orientar las actividades productivas en las áreas forestales de uso común, encausar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales e impulsar las actividades de conservación y protección hacia el desarrollo sustentable de las localidades”* (CONAFOR, 2007).

Al ser una herramienta de planificación que incide en el desarrollo sustentable, Arreola (2006) refiere que para formularlo es necesario analizar tres subsistemas:

1. El natural, para identificar las condicionantes físicas y cuantificar el impacto de los métodos de explotación en el ambiente.
2. El social, para analizar las condiciones de vida, cultura y políticas públicas.
3. El económico, para identificar las tecnologías, insumos, mercados, actores, procesos productivos, de distribución y consumo.

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) 2007 el OTC permite:

- Identificar y delimitar sitios de interés especial, áreas de conservación, restauración y de potencial productivo.
- Determinar acciones para aprovechar de manera racional los recursos maderables y no maderables.

- Planificar y regular las actividades productivas y promover la gobernanza de la comunidad.
- Establecer reglas y acciones del manejo del territorio por parte de la comunidad.
- Conformar una estructura social incluyente para el manejo de los recursos naturales.
- Detonar procesos de organización social y fortalecer la toma de decisiones.

2.1.2 Enfoque agroforestal en el Ordenamiento Territorial Comunitario

La agroforestería es uno de los múltiples enfoques que permiten restaurar los bosques y tierras agrícolas degradadas, contribuyendo a la restauración del paisaje. Los sistemas agroforestales mejoran la productividad del suelo, controlan la erosión y regulan la disponibilidad de agua en las tierras degradadas o menos productivas. La agroforestería ofrece a la comunidad una amplia gama de productos alimentarios y no alimentarios. El potencial de los sistemas agroforestales es de gran impacto; para la restauración de la productividad de la tierra, la conservación de la biodiversidad, el aumento de la resiliencia de los sistemas agroecológicos, la mitigación de la pobreza y la contribución a la seguridad alimentaria y nutricional (FAO, 2017).

El ordenamiento agroforestal, propone sistemas agroforestales con base en las características e indicadores de diagnóstico del paisaje. La propuesta se elabora en base a cartografía detallada de los atributos: pendiente, cobertura vegetal, temperatura, precipitación y características del suelo. Indicadores de diagnóstico erosión hídrica, calidad ecológica, fragilidad natural, zonas riparias y condición actual de la vegetación. Con la cartografía obtenida se genera un Sistema de Información Geográfica para posteriormente aplicar una evaluación multicriterio y proponer tecnologías agroforestales en cada una de las unidades geográficas resultantes (Tinoco, 2010).

2.1.3 Unidades de Gestión Ambiental, Unidades de Gestión de Uso de la tierra o Unidades bioproductivas

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), Unidades de Gestión de Uso de la tierra (UGUt) o sistemas bioproductivos se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales y problemática socioambiental. Se obtienen a partir de la sobreposición de los mapas de regionalización ecológica, principales comunidades vegetales presentes, diagnóstico ambiental: condición actual de la vegetación y conflictos de uso del suelo (Ramírez, Cervantes, Sánchez, Monterroso y Gómez, 2011).

La Unidad de Gestión Ambiental es la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas (UNAM, 2018). También pueden considerarse como secciones del territorio similares en sus características y en su aptitud, por lo que se pueden manejar con lineamientos y estrategias semejantes para minimizar los conflictos ambientales y maximizar el consenso entre los distintos actores con respecto a su mejor uso. Para definir las se considera la aptitud del sitio y los objetivos e intereses de la comunidad. Con base en los mapas de aptitud, conflictos, áreas de aprovechamiento, conservación, restauración y de tendencias a futuro (Monge, 2008).

2.1.3.1 Caracterización del medio biofísico

De acuerdo con Otero y colaboradores (1998). El Sistema Biofísico lo conforman los recursos naturales y el ambiente. Estudia la naturaleza y los elementos que dan origen al paisaje o unidad de análisis, resultado de la interacción de factores y procesos (clima, agua, rocas, relieve, suelos, vegetación, fauna, cultivos, infraestructura, población y amenazas naturales). El análisis de este sistema comprende: la zonificación ecológica, la caracterización de las unidades del paisaje y la evaluación de las potencialidades.

Los modelos de producción de cultivos son de gran utilidad para establecer la zonificación agroecológica del territorio (Parisi, Cola, Gilioli y Mariani, 2018).

2.1.3.1.1 Unidades de paisaje

La unidad de paisaje, corresponde al nivel de menor generalización y se define como una combinación de elementos que genera, a una determinada escala, una fisonomía particular, una organización morfológica diferenciada y diferenciable, que hace a una parte del territorio distinta de otra (Mazzoni, 2014).

El paisaje se conforma por dos grandes componentes. Uno físico, que describe la secuencia sobre el territorio del conjunto roca-relieve-suelo, cuya tasa de cambio es baja o muy baja. El otro describe el dominio bioclimático y de uso del suelo, se caracteriza por un gran dinamismo. Ambos componentes pueden manipularse por separado en un Sistema de Información Geográfica. La utilización del enfoque de paisaje en la regionalización ecológica enriquece el conocimiento sobre la distribución geográfica de los recursos naturales, su dinámica y resiliencia. También permite evaluar la aptitud productiva del territorio, la distribución geográfica de la biodiversidad, los riesgos ambientales y los conflictos potenciales entre aptitud y uso actual del suelo. La regionalización en unidades de paisaje constituye el sustento físico natural del Ordenamiento Territorial y dentro de éste de las unidades de gestión (Bocco, Mendoza, Priego y Burgos, 2009).

La tipología de paisajes es la clasificación y cartografía de los paisajes naturales, modificados por la actividad humana, se basa en la comprensión de su composición, estructura, relaciones, diferenciación y desarrollo. A los paisajes, también se les denomina geocomplejos, son sistemas territoriales naturales, usualmente modificados por la actividad humana (Priego, Bocco, Mendoza y Garrido, 2008).

2.1.3.1.2 Subsistema social

Para la caracterización social se debe tomar en cuenta una serie aspectos (demográficos, educativos, culturales, de salud, estructura organizativa, entre otros). El análisis conjunto de algunos de estos aspectos permite tener una aproximación del nivel de desarrollo de la comunidad o condiciones de vida, a

través del uso de ciertos indicadores como el índice de marginación e índice de desarrollo humano o análisis de medios de vida. También deberán analizarse los principales conflictos vinculados al uso de los recursos naturales, las reglas para su uso-acceso y la participación de la estructura de gobierno (CONAFOR, 2007).

El sistema social comprende el análisis integral de la población, la vivienda, la infraestructura, como el sistema de vías de comunicación y medios de transporte; los servicios públicos sociales como la salud, educación, cultura, recreación y deporte; los servicios públicos domiciliarios como el agua potable, el alcantarillado, el aseo público, la energía eléctrica, las telecomunicaciones, el gas domiciliario y además los equipamientos colectivos como las plazas de mercado, mataderos, templos, etc. Su estudio se refiere al inventario y evaluación de los anteriores elementos que conforman el subsistema (Otero, García, Solano y Castillo, 1998).

2.1.3.1.3 Subsistema económico

Es fundamental identificar y analizar las principales actividades económicas que permiten la generación de bienestar para la población, así como el tipo e intensidad de uso de los recursos naturales que cada una de ellas implica. De ahí la importancia de caracterizar a través de indicadores económicos las actividades productivas que normalmente corresponden al sector primario, como son la silvicultura, agricultura, ganadería, pesca, minería, agroforestería, fruticultura y otras que sean relevantes. Será necesario también considerar las necesidades productivas (CONAFOR, 2007).

Son las actividades socioeconómicas de los sistemas de producción y cadenas productivas. Su análisis permite caracterizar y zonificar la producción, evaluar la capacidad productiva de acuerdo con los tamaños de las unidades familiares, su nivel de producción, mercados, comercialización, eficiencia, sostenibilidad y oferta de empleo (Otero et al., 1998).

2.1.4 Análisis espacial

El análisis espacial, es el estudio de los componentes del espacio, definiendo sus elementos constitutivos y la forma de cómo se comportan en ciertas condiciones. Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas que permiten realizar análisis espacial a través de representaciones gráficas y técnicas cuantitativas (Madrid y Ortíz, 2005).

2.2 ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE DETERIORO AMBIENTAL

2.2.1 Diagnóstico ambiental con enfoque territorial

El diagnóstico ambiental con enfoque territorial es un ejercicio de análisis sintético sobre el territorio orientado a obtener una concepción global del mismo, sometiendo a estudio, su problemática, dinámica y tendencia. Esta concepción integrada como modelo territorial refleja la forma en que una sociedad se apropia del territorio, tanto por las jerarquías que existen entre unos y otros núcleos de población, como por las relaciones que existen entre ellos y otros grupos fuera del territorio Figura 2 (Figueroa, 2010). El Diagnóstico Comunitario Participativo, aporta elementos importantes para la planificación y manejo integral del territorio comunitario en espacio y tiempo (Álvarez-Olguín, Sustaita-Rivera, Bautista-Sánchez y Pedro-Santos, 2016).

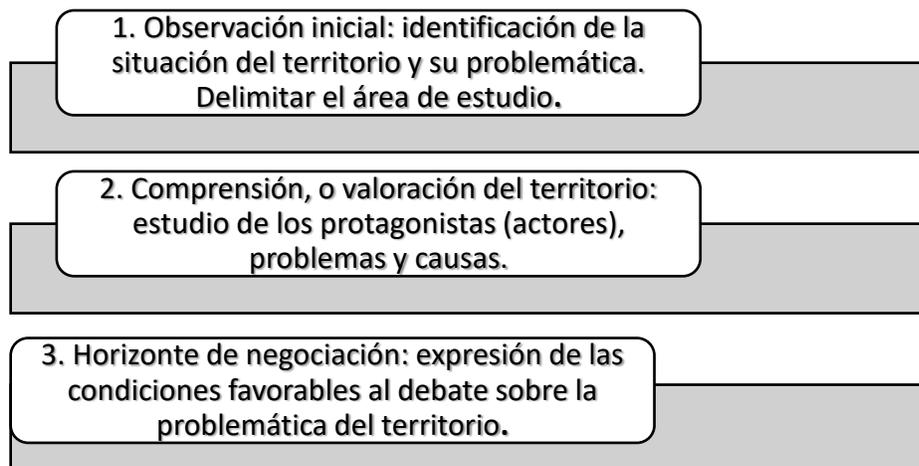


Figura 2. Proceso metodológico: diagnóstico ambiental con enfoque territorial. Elaboración propia a partir de (Figueroa, 2010).

2.2.2 Diagnóstico ambiental de Xaltepuxtla

La comunidad de Xaltepuxtla cuenta con un primer diagnóstico con enfoque participativo con el objeto de reducir el impacto hacia los recursos naturales a nivel de parcela para el diseño y ejecución de acciones de intervención enfocados a la restauración del paisaje y mejoramiento de los sistemas productivos en la zona (CONANP y GÍZ, 2013).

2.2.2.1 Situación del territorio y su problemática (elaboración propia)

No.	Problemática	Acciones	Año
1	<p>Pérdida de la cubierta vegetal original, consecuencia del cambio de uso del suelo para la producción agrícola. <i>Conservación y restauración.</i> Reforestar con especies nativas útiles (multipropósito). Formación de cercas vivas (para la producción de leña, fruta y otros). Protección a helechos arborescentes (plantas nodriza) especies primarias del BMM reproducción por propagación vegetativa (acodos, esquejes) o por semilla.</p>	<p>Reforestación, restauración y establecimiento de sistemas agroforestales.</p>	<p>(CONANP-GÍZ, 2013; López, 2013)</p>
2	<p>Vulnerabilidad de la población por fenómenos hidrometeorológicos De acuerdo con (CENAPRED, 2019) del año 2000 a la fecha el municipio de Tlaola se ha declarado en situación de desastre en seis ocasiones principalmente por fenómenos hidrometeorológicos (lluvias y ciclones tropicales). El más reciente ocurrió el 6 de agosto de 2016, lluvias severas provocaron la inestabilidad de laderas en Xaltepuxtla fallecieron tres personas por deslaves sobre viviendas. Tlaola queda incomunicado con Tlapacoya, Tlaltepango y Chicahuaxtla. Pérdida de vidas humanas por crecida de ríos e inundaciones de viviendas ubicadas en márgenes.</p>	<p>Tlaola cuenta con la Dirección de Protección Civil para gestionar y promover políticas públicas para la prevención de desastres naturales y prevención de riesgos a través de la coordinación con las instituciones federales y estatales</p>	<p>(Gobierno-Municipal, 2015; CENAPRED, 2019)</p>

No.	Problemática	Acciones	Año
		(Gobierno-Municipal, 2015). Es imperativo la estabilización de tierras, la prevención de inundaciones y reubicación de población vulnerable.	
3	<p>Pérdida de suelo por erosión y por venta de plantas con cepellón Incidir en la venta de follaje, reconversión de sistemas productivos. Trampas para suelo: establecer barreras con diversos materiales para que capten la tierra que se erosiona. Estas barreras se colocan en la parte baja de las laderas. Puede hacerse con palos, piedras, o con otras plantas (fornios). Abonos verdes: sembrar plantas de ciclo corto, ricas en nutrientes, para cortarlas y enriquecer el suelo. Pueden emplearse especies nativas: <i>Desmodium</i>, <i>Macroptilim</i>, <i>Phaseolus</i> y <i>Leucaena</i>. Composta (manejo de desperdicios orgánicos para enriquecer los suelos). Siembra de ornamentales siguiendo las curvas de nivel (buscando disminuir erosión).</p>	Manejo integrado y reconversión de los sistemas de producción.	(CONANP-GÍZ, 2013; López,2013; Caamal, 2016; Ruíz, 2016)

No.	Problemática	Acciones	Año
4	<p>Disminución de contaminación en caudales de ríos, arroyos y manantiales, Cosecha de agua (tejados). Restauración de manantiales. Baños secos. Trampas de jabón: Colocar filtros (con plantas, arena y piedras) para retener los jabones y desechar el agua al ambiente libre de jabón. Lagunas de oxidación con planta acuáticas emergentes nativas. Privilegiar uso de jabón vs. detergente. Campañas de buen uso de agua. Sistemas de bombeo: para asegurar la disponibilidad de agua en los cultivos, aunque el agua es constante en las parcelas a lo largo del año, muchas veces está a pocos metros de los cultivos y no se riega. Sistemas de bombeo mecánico o eléctrico, pueden solucionar el problema.</p>	Propuestas a implementarse en los predios.	(CONANP-GÍZ, 2013)
5	<p>Pérdida de biodiversidad en Remanentes de BMM Producción de orquídeas, bromelias y magnolias.</p>	Propuestas a implementarse en los predios.	(CONANP-GÍZ, 2013)
6	<p>Azolamiento de los vasos del sistema hidroeléctrico La tasa de transformación de hábitat de la Cuenca Hidrológica del Río Necaxa de 1985 al 2010 fue de 0.13%, es decir 23 hectáreas transformadas por año. En 25 años se presentó una deforestación de 918 hectáreas, se perdieron 410 hectáreas de categorías forestales, el BMM fue el más afectado perdió 101 hectáreas, transformadas en zonas agrícolas y pastizales.</p>	Resguardar la cobertura forestal y los suelos del área de escurrimiento hacia el río Necaxa con el fin de evitar el rápido azolvamiento de los vasos de almacenamiento.	(CONANP-GÍZ, 2013)

No.	Problemática	Acciones	Año
7	<p>Producción de ornamentales en sistemas tradicionales Optimización de los sistemas productivos existentes (chima, arrayán y otros cultivos). Se cuenta con las fichas descriptivas y propuestas de mejora para los sistemas (arrayán, chima, azálea, cedrela, camelia, árboles de navidad y otros cultivos). Compartir beneficios y riesgos con plantas anuales (tomate, chile, pápalo, maíz, frijol, rábanos, calabaza). Producción de plantas con certificación: orquídeas y bromelias pueden ser producidas en naves, viveros y campo. Los medieros pueden aprender cómo reproducirlas vegetativamente. La acción debe estar acompañada de capacitación en comercialización.</p> <p>Propuestas de nuevos sistemas productivos articulados a los ya existentes: -Producción de miel con abejas meliponas -En las zonas de cultivo y/o en los fragmentos de BMM se puede cultivar magnolias, bromelias y orquídeas sujetas a protección especial asentadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), además de tener un buen mercado y de ser de fácil propagación vegetativa.</p> <p>Fomentar un "doble piso" para producción de ornamentales en invernadero o traspatio a fin de intensificar el aprovechamiento del espacio disponible en las parcelas de los propietarios y medieros.</p>	Propuestas a implementarse en los predios	(CONANP-GÍZ, 2013)
9	<p>Comercialización de ornamentales</p> <p>Establecer un nuevo centro de acopio. Crear un mercado en las parcelas, en</p>	Propuestas a implementarse en los predios	

No.	Problemática	Acciones	Año
	<p>las épocas de demanda. Obtener personalidad jurídica ONG (organizaciones independientes sin ánimo de lucro). Capacitación en comercialización. Instaurar prácticas de comercio justo.</p>		(CONANP-GÍZ, 2013)
Plagas y enfermedades Presencia de especies que se vuelven plaga por reducción de la integridad ecológica.			
10	<p>Las tuzas se han tornado plaga en la producción de ornamentales, estas se alimentan de la raíz del arrayán. Los medieros han utilizado gas butano y pastillas, sin éxito.</p>	<p>Iniciar campaña de control de tuzas mediante el empleo de trampas y venenos a corto plazo y recuperación del equilibrio natural a mediano y largo plazo. Reducción de su efecto como plaga usando medios orgánicos y/o ecosistémicos</p>	(CONANP-GÍZ, 2013)

No.	Problemática	Acciones	Año
11	Control de muérdago (Loranthaceae): están causando la muerte de especies arbóreas nativas en los predios.	Reducción de su efecto como plaga usando medios orgánicos y/o ecosistémicos (recuperación del equilibrio natural). Eliminación mecánica.	(CONANP-GÍZ, 2013)

2.2.2.2 Caracterización de la comunidad de Xaltepuxtla, para el Ordenamiento Territorial Comunitario (elaboración propia)

Sistematización de la información		Años
Componente natural Pérdida de la cubierta vegetal original, consecuencia del cambio de uso del suelo para la producción agrícola	Parte de su territorio pertenece al Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada: Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa. Es de suma importancia asegurar la captación de agua para alimentar lo vasos del sistema hidroeléctrico. Conservar la cubierta forestal que contribuya al secuestro de carbono y ayude al control de la erosión del suelo (zona con alta precipitación y fuertes pendientes). Presencia de elementos primarios del BMM. Deslaves frecuentes en la zona e inundaciones en zonas bajas (valles).	(López, 2013; CONANP-GÍZ, 2013)
Componente social	La comunidad de Xaltepuxtla está constituida por 3,761 habitantes (INEGI, 2010) se encuentra en el municipio de Tlaola entre los paralelos 20°05' y 20°14' de latitud norte; los meridianos 97°50' y 98° 0' de longitud oeste. Con un rango altitudinal (640 y 1,600 m.s.n.m.). Cuenta con 19,826 habitantes (INEGI, 2010) Su extensión territorial es de 141.9 km ² (Gobierno-Municipal, 2015) es uno de los 12 municipios que forman parte del APRN Cuenca Hidrográfica Río Necaxa (CONANP, 2013).	(López, 2013)

	<p>Xaltepuxtla cuenta con 432 viviendas (52%) sin drenaje, 40 (5%) no tienen energía eléctrica y 229 (27%) con piso de tierra (INEGI, 2010).</p> <p>Comunidad con alto grado de marginación (CONAPO, 2010).</p> <p>Los medieros que trabajan en los predios son de origen nahua.</p>	
Componente económico	<p>En 1993 se fundó el mercado de Tenango de las Flores y con ello vino el establecimiento de invernaderos para el cultivo de plantas ornamentales y se hizo extensivo el cultivo de arrayán, azalea y chima. La producción y venta de plantas ornamentales fue y es una alternativa para obtener recursos (Hernández, Martelo, Alberti y Vázquez, 2004).</p>	(CONANP-GÍZ, 2013)

2.2.2.3 Diagnóstico de la comunidad de Xaltepuxtla para el Ordenamiento Ecológico Territorial Comunitario (elaboración propia)

Sistematización de la información		Años
Componente natural	<p>Reforestación, restauración y establecimiento de sistemas agroforestales.</p> <p>Se identificaron las áreas prioritarias para la conservación: la cascada "El Picote", los manantiales y el río "Cucpanco", en donde se realizan diversas ceremonias por parte de los pobladores, seguidas de acciones de reforestación.</p> <p>Las áreas para restauración son la que se muestran menos impactadas por las actividades productivas por lo que conservan más árboles nativos y son áreas de ladera con pendientes pronunciadas, poco aptas para la explotación agrícola. El uso agroforestal se propone para la zona ocupada por las parcelas que ya son trabajadas por los medieros a fin de afectar lo menos posible sus actividades productivas.</p> <p>42 especies reconocidas por los medieros con algún uso, el 50% se emplean para alimento, el 26% para leña, el 12% para ornato y el 10% son especies para sombra y para preservar el agua.</p>	(CONANP-GÍZ, 2013) (Arévalo, 2018)

Sistematización de la información		Años
Componente social	Restablecimiento de vínculos entre los actores (propietarios, medieros, equipo técnico y usuarios de los recursos naturales) a través de Relaciones Sistémicas Constelaciones Familiares.	(López, 2013)
Componente económico	Los sistemas de producción de plantas de ornato se componen cuatro sistemas dominantes: arrayán, azálea, cedrela y chima, con un total de 20 subsistemas.	(CONANP-GÍZ, 2013).

2.2.2.4 Pronóstico de la comunidad de Xaltepuxtla (elaboración propia)

<p>Construir escenarios de conflictos ambientales a partir de la predicción del comportamiento de variables naturales, sociales y económicas con ordenamiento y sin ordenamiento.</p> <p>Identificar procesos de deterioro del área a ordenar.</p>	<p>Es necesario detener la extracción de cepellón e implementar sólo la venta de follaje, se pierden 2 tonha⁻¹ al año en un sistema representativo de producción de azálea, en menos una década, se habrá perdido una proporción importante del horizonte con alto contenido de materia orgánica. De seguir esa tendencia será inminente el empobrecimiento de los suelos e impensable el implementar cultivos anuales que salvaguarden la seguridad alimentaria de la zona.</p>	<p>(Ruíz, 2016)</p>
--	---	---------------------

2.2.2.5 Propuestas para la comunidad de Xaltepuxtla

Propuestas	Actividades	Autor
<p>Conservación del hongo comestible Totolcózcatl (<i>Entoloma abortivum</i>)</p>	<p>Se realizó la reintroducción del hongo (<i>Entoloma abortivum</i>) reproducido en laboratorio.</p>	<p>(Guzmán, 2018)</p>
<p>Reforestación en remanentes de BMM</p>	<p>Propuesta de realizar reforestaciones en el Remanente de BMM con las siguientes especies: <i>Alnus acuminata</i>, <i>Platanus mexicana</i>, <i>Heliocarpus appendiculatus</i>, <i>Fraxinus uhdei</i> y <i>Casimiroa edulis</i>; debido a su alto valor ecológico e importancia social.</p>	<p>(Arévalo, 2018)</p>
<p>Implementar sistemas de producción alternativa</p>	<p>Establecimiento de un Sistema silvopastoril para producción ovina.</p>	<p>(Caamal, 2016)</p>
<p>Seguir implementando nuevas tecnologías agroforestales e incidir en la diversificación productiva.</p>	<p>Implementar buenas prácticas de producción de plantas ornamentales (chapear, dejar los residuos en el sistema, no usar herramientas o maquinaria, evitar el uso de fertilizantes químicos). Se requiere seguir trabajando en la implementación de nuevas tecnologías agroforestales, además de la diversificación de actividades productivas, para</p>	<p>(Ruíz, 2016)</p>

Propuestas	Actividades	Autor
	tener opciones alimentarias, económicas y sustentables.	
Implementación del módulo demostrativo Agroforestal	Se estableció el módulo demostrativo experimental: se diversificó el sistema de chima tradicional a través del sistema silvopastoril-ornamental. Punto de encuentro, tanto para las universidades e instituciones de educación e investigación, así como para los propios involucrados del socioecosistema.	(López, 2013)
Implementación de sistemas de producción alternativa	Sistemas Silvopastoril y Sistema Agroforestal con guayabo, producción de miel de meliponas (Se inició con en la meliponicultura).	(López, 2013)
Acciones sugeridas	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el fortalecimiento de la organización de productores de plantas de ornato, mediante la conformación de cooperativas, la capacitación en aspectos productivos (manejo de plagas) y especialmente en aspectos de mercadeo. • Incentivar la reforestación y restauración en otras zonas del APRN Necaxa. Hacer un estudio que determine las áreas geográficas a intervenir, con el objetivo de maximizar la conectividad geográfica de la zona como un todo. • Obtener el máximo provecho que ofrece la zona tanto a nivel ambiental (abundante niebla y precipitación) como económico (existencia de un mercado de plantas de importancia nacional) para promover la realización de actividades económicas ambientalmente más sanas: la producción de especies nativas con potencial biológico y económico tales como bromelias, orquídeas. • Incentivar la conservación del BMM mediante el pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (SAH). • Establecer una estrategia de intervención enfocada en mantener los remanentes de BMM, mediante el fomento de pago por SAH u otras acciones. • Promover la siembra de maíz y otros productos básicos alimenticios en sitios donde no se 	(CONANP-GÍZ, 2013)

Propuestas	Actividades	Autor
	<p>conduzca a la deforestación o a disminuir la revegetalización de los predios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuidar la vegetación natural de los manantiales, evitando su tala. 	

2.2.3 Acciones de conservación en el socioecosistema

Acciones de conservación en Xaltepuxtla (elaboración propia)	
Objetivo	Actividad
Conservación del hongo comestible Totolcózcatl (<i>Entoloma abortivum</i>).	Reintroducción del hongo reproducido en laboratorio (Guzmán, 2018).
Identificación de árboles y arbustos de uso múltiple.	Arévalo en (2018) determinó la diversidad y el valor cultural de las especies leñosas, propone realizar reforestaciones en el remanente de BMM con las siguientes especies: <i>Alnus acuminata</i> , <i>Platanus mexicana</i> , <i>Heliocarpus appendiculatus</i> , <i>Fraxinus uhdei</i> y <i>Casimiroa edulis</i> ; debido a su alto valor ecológico e importancia social.
Determinar la calidad de suelos en sistemas de producción tradicionales y con tecnologías agroforestales.	Los estudios de calidad del suelo realizados en la zona han comprobado las implicaciones negativas de las prácticas productivas y del manejo del suelo tradicional, así como los beneficios en las propiedades edáficas los sistemas donde se han implementado prácticas agroforestales sostenibles (Ruíz, 2016).

Acciones de conservación en Xaltepuxtla (elaboración propia)	
Objetivo	Actividad
Implementar sistemas de producción alternativa	Establecimiento de un Sistema Silvopastoril para producción ovina (Caamal, 2016).
Implementar un modelo Integral de Intervención Agroforestal.	Intervenciones de restauración y mejora de los sistemas productivos (López, 2013).
Conocer el Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región.	El Ordenamiento Ecológico Territorial de las cuencas hidrológicas de los ríos Necaxa y Laxaxalpan (UACH-INECOL, 2002) a nivel macro, ha sido la línea base para el Desarrollo Regional Sustentable.
Modelo Integral de Intervención Agroforestal.	Modelo de intervención agroforestal, intervenciones de restauración, mejora de los sistemas productivos y restablecimiento de vínculos entre los actores (López, 2013).
Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos en Xaltepuxtla.	<p>Caracterizar los modelos productivos con oportunidades de mejora para reducir el impacto hacia los recursos naturales a nivel de parcela.</p> <p>Diseñar y ejecutar acciones de intervención enfocadas a la restauración del paisaje y mejoramiento de los sistemas productivos en la zona (CONANP-GÍZ, 2013).</p>

Acciones de conservación en Xaltepuxtla (elaboración propia)	
Objetivo	Actividad
Restablecimiento de vínculos entre los actores (propietarios, medieros, equipo técnico y usuarios de los recursos naturales)	Acciones de restauración e implementación de tecnologías agroforestales sostenibles en relictos de BMM (Álvarez <i>et al.</i> , 2018; López, 2018; López, 2013).

2.3 Potencialidades de aprovechamiento del territorio

Las potencialidades del territorio son las diferentes alternativas de usos y actividades en el marco de la sostenibilidad, previendo conflictos ambientales que se puedan generar en el futuro (Sánchez y Palacio, 2004).

2.3.1 Análisis de los sistemas bioproductivos, que favorezcan la biodiversidad del territorio

Cuando se toma la decisión desde el Ordenamiento Territorial de priorizar en un lugar los temas de biodiversidad y conservación de áreas naturales, se debe asumir como consecuencia una modificación en la relación de los pobladores y la naturaleza existente en el territorio (Baptiste y Rincón, 2009).

Un enfoque integral de la conservación en la Ordenación Territorial debe considerar los sistemas socioambientales; de esta manera se estaría en mejores condiciones para considerar las interrelaciones entre sociedad y naturaleza y proponer alternativas de intervención que simultáneamente logren los objetivos de conservación y respeten los derechos de las poblaciones rurales (Pérez, Zárate y Turbay, 2011).

2.3.2 Aptitud territorial

El análisis de aptitud permite evaluar las características del terreno que favorecen los distintos intereses sectoriales y diseñar un patrón de ocupación del territorio que segregue las actividades incompatibles para resolver o prevenir los conflictos ambientales entre los grupos involucrados. El éxito del análisis de aptitud

depende de cómo son incluidas las interacciones entre las actividades de los sectores y de cómo las reglas de decisión sean construidas, de manera que se consideren simultáneamente todos los criterios de decisión y que se satisfagan en la medida de lo posible, los intereses involucrados de una manera equilibrada. Los métodos multicriterio ligados a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) responden a esta cuestión, ya que es posible construir con ellos reglas de decisión claras, adaptadas a procesos de participación pública, que permiten manejar, en la dimensión espacial, un conjunto de variables, tanto cualitativas como cuantitativas, para construir un patrón de ocupación del territorio que maximice la aptitud del territorio y minimice el conflicto entre los sectores (SEMARNAT, 2006).

La fase de proposición determinará la estrategia general del Ordenamiento Territorial, a través del modelo de uso de la tierra, identificando áreas con características comunes denominadas Unidades de Gestión de Uso de la tierra (UGUt) y la política ambiental aplicable a cada una de ellas. De acuerdo con Ramírez *et al.*, (2011) las zonas se pueden clasificar:

2.3.2.1 Aprovechamiento

Se aplica en zonas donde existen usos productivos actuales o potenciales, así como áreas con características adecuadas para el desarrollo urbano. En general se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su vocación natural. El criterio fundamental de esta política es promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del municipio.

2.3.2.2 Protección

Se propone para las zonas donde actualmente se cuenta con decreto de área de protección de flora y fauna natural a nivel federal. El criterio fundamental de esta política es la de preservar los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

2.3.2.3 Conservación

Aplica para áreas donde el uso del suelo actual está representado por paisajes relativamente poco modificados y están siendo utilizados racionalmente en algún grado. Como criterio fundamental se considera no cambiar el uso actual del suelo, lo que permitirá mantener el hábitat de muchas especies de animales y plantas.

2.3.2.4 Restauración

Dirigida a las áreas con procesos acelerados de deterioro ambiental, enfocada a revertir los problemas ambientales identificados o bien su mitigación, la recuperación de tierras no productivas y el mejoramiento, con fines de aprovechamiento, protección y conservación.

2.3 Literatura citada

- Álvarez-Olguín, G., Sustaita-Rivera, F., Bautista-Sánchez, G., & Pedro-Santos, E. C. (2016). Ordenamiento ecológico territorial de Guadalupe Cuauhtepac, San Juan Bautista Suchitepec, Oaxaca, desde una perspectiva técnica y comunitaria. *Madera y Bosques*, 22(1), 155–167.
- Álvarez, Sánchez María Edna López, A. R. L., & Torres, C. G. (2018). Participación en un Socioecosistema complejo de la Sierra Norte de Puebla, México, con resoluciones sistémicas comunitarias. *Tla-Melaua. Revista de Ciencias Sociales*, 12(44), 136–155.
- Arévalo, M. R. M. (2018). Diversidad cultural de especies leñosas con fines de conservación en Bosque Mesófilo de Montaña. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Arreola, M. A. V. (2006). Principios del Ordenamiento Territorial Comunitario. En J. Anta Fonseca, Salvador Arreola Muñoz, Arturo V. González Ortiz, Marco A. y Acosta González (Ed.), *Ordenamiento Territorial Comunitario* (1a ed., Vol. 1, pp. 71–89). Ciudad de México: Delmo Comunicaciones S.A. de C.V.
- Baptiste, L., & Rincón, S. (2009). Planificación de la biodiversidad en los procesos de configuración local del territorio. En P. U. Javeriana (Ed.), *Las configuraciones de los territorios rurales en el siglo XXI* (pp. 445–471). Bogotá: F. Lozano y J.G. Fero.
- Bocco, G., Mendoza, M., Priego, Á., & Burgos, A. (2009). *La Cartografía De Los Sistemas Naturales Como Base Geográfica Para La Planeación Territorial* (1a ed.; INE, Ed.). México, D.F.: Talleres de Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V. (IEPSA).

- Caamal, C. H. J. (2016). Establecimiento y productividad de un sistema de producción tradicional modificado a silvopastoril para la producción ovina en Xaltepuxtla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo.
- CENAPRED. (2019). Atlas Nacional de Riesgos. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#>
- CONAFOR. (2007). Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC) Manual básico (1a ed.; CONAFOR-SEMARNAT, Ed.). Jalisco, México: IMPRE-JAL.
- CONANP. (2013). Estudio Previo Justificativo para la modificación de la Declaratoria del Área de Protección de Recursos Naturales “ Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa ” ubicada en los estados de Hidalgo y Puebla. CONANP, 121.
- CONANP & GIZ. (2013). Diagnóstico de sistemas productivos para mejorar y proteger los recursos naturales vitales a escala predio y su extrapolación a municipio. México, D.F.
- CONAPO. (2010). Índice de marginación por localidad. Recuperado el 20 de junio de 2018, de http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010
- DOF. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. , (2018).
- FAO. (2017). Agroforestería para la restauración del paisaje. Roma, Italia.
- Figueroa, R. O. (2010). Diagnóstico regional con enfoque territorial (1a ed.). México, D.F.: COLPOS- Financiera Rural.
- Gobierno-Municipal. (2015). Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Tlaola, Puebla 2014-2018. Tlaola, Puebla.
- Hernández, N. M., Martelo, Z. E., Alberti, M. P., & Vázquez, G. V. (2004). Microempresas de plantas en Tenango de las Flores, Puebla, propuestas de análisis con perspectiva de género. Comunicaciones en Socioeconomía, Estadística e Informática, 8(1), 57–82.
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda. Recuperado el 9 de agosto de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- LGEEPA. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Recuperado el 2 de junio de 2018, de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- López, A. R. L. (2013). Implementación de un modelo integral de intervención agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo.
- López, A. R. L. (2018). Monitoreo participativo de un modelo agroforestal en un socioecosistema complejo de la Sierra Norte de Puebla, México. Universidad Autónoma Chapingo.

- Madrid, S. A., & Ortiz, L. L. M. (2005). Análisis y síntesis en cartografía : Algunos procedimientos (1a ed.; U. N. de Colombia, Ed.). Colombia: Siglo del Hombre Editores.
- Mateo, G. N. (2018). Tesis de maestría. Contribución a la conservación de "Totolcozcatl" (*Entoloma abortivum* (Berk & Curtis) Donk, Fungi, Basidiomycotina) en remanentes de bosque de niebla. Universidad Autónoma Chapingo.
- Mazzoni, E. (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. ESTUDIOS SOCIOTERRITORIALES, 2(16), 51–81.
- Monge, M. (2008). Taller de Ordenamiento Territorial Comunitario Cuaderno de Capacitación (Núm. 78). Turrialba, Costa Rica.
- Negrete, G., & Bocco, G. (2003). El ordenamiento ecológico comunitario: una alternativa de planeación participativa en el contexto de la política ambiental de México. Gaceta Ecológica, (68), 9–22.
- Otero, W., García, J., Solano, G., & Castillo, M. (1998). Guía simplificada para el ordenamiento territorial municipal. En Duplolo (Ed.), Convenio IGAC - Proyecto CHECUA - CAR - GTZ - KFW. Santa Fe de Bogotá.
- Parisi, S. G., Cola, G., Gilioli, G., & Mariani, L. (2018). Modeling and improving Ethiopian pasture systems. International Journal of Biometeorology, 62, 883–895. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1492-0>
- Pérez, G. H., Zárate, Y. C. A., & Turbay, C. S. M. (2011). Conflictos ambientales: la biodiversidad como estrategia ordenadora del territorio. Opinión Jurídica, (Edición especial), 89–104.
- Priego, A. G., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2008). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos (Serie Planeación Territorial) (1a ed.; SEMARNAT; INE; Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental; UNAM, Ed.). México D. F.: Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V. (IEPSA).
- Ramírez, G. G. A., Cervantes, R. M. C., Sánchez, G. P., Monterroso, R. A. I., & Gómez, D. J. D. (2011). El ordenamiento ecológico territorial participativo , instrumento para el desarrollo rural sustentable: el caso del municipio de Álamos , Sonora , México. En R. M. Aguilar, L. E. Delgado, S. V. Vázquez, & P. O. Reyes (Eds.), Ordenamiento territorial y participación social: problemas y posibilidades (1a ed., pp. 65–86). UASLP; Coordinación de Ciencias Social y Humanidades UNAM; GIGA; SEMARNAT e INE.
- Ruiz, M. S. (2016). Calidad del suelo en sistemas de producción tradicionales y con tecnologías agroforestales en Xaltepuxtla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo.
- Sánchez, M. T., & Palacio, J. L. (2004). La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de Ordenamiento Territorial. Diagnóstico, problemática y perspectivas desde el punto de vista de la

- participación del Instituto de Geografía de la UNAM. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 53, 75–97.
- SEMARNAT. (2006). Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. En Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico (1a ed.). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- SEMARNAT. (2009). Guía de ordenamiento ecológico del territorio para autoridades municipales (1a ed.; CECDS, Ed.). México, D.F.: Color Vivo Impresos, S.A. de C.V.
- Tinoco, R. J. A. (2010). Ordenamiento agroforestal y evaluación de servicios ambientales: estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático en el sureste mexicano. Universidad Autónoma Chapingo.
- UACH-INECOL. (2002). Ordenamiento Ecológico Territorial de las cuencas hidrológicas de los ríos Necaxa y Laxaxalpan. En Instituto Nacional de Ecología. Chapingo, Estado de México.
- UNAM. (2018). SEMARNAT. Recuperado el 10 de junio de 2018, de Ordenamiento Ecológico Territorial website: http://kinet.cuaed.unam.mx/educacion_continua/ordenamiento_ecologico/Nivel01/index.html

3. ARTÍCULO. PARTICIPATORY CHARACTERIZATION AND DIAGNOSIS FOR COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING WITH AN AGROFORESTRY APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO

CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMUNITARIO CON ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO

Valencia-Trejo G. M.* , Álvarez-Sánchez M. E.* , Gómez-Díaz J. D.* , Cetina-Alcalá V. M**.

*Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo.

** Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Postgrado en Ciencias Forestales.

Autor de correspondencia: edna_alvarez30@yahoo.com.mx

3.1 ABSTRACT

Objective: to identify the main socio-environmental, strategic planning of projects that trigger change in a participatory techniques with the owners of the properties under study.

Design/methodology/approach: it was carried out based on field trips, semi-structured interviews and participatory workshops that considered the history of the community, maps of the land, natural resources available; problematic and possible solutions, as well as an analysis of Strengths, Opportunities, Weaknesses and Threats (SWOT).

Results: the main socio-environmental problems were identified, the vision of the producers (owners and medieros), as well as the possible agroforestry projects that triggered change as an alternative to traditional ornamental production systems that have ceased to be profitable. The restoration with endemic species of the Mountain Mesophilic Forest was also considered in the proposals.

Limitations/implications: participatory characterization and diagnosis is the first phase for the Community Territorial Planning of farms in the community of Xaltepuxtla, Puebla. A participatory methodology for the conversion of production systems at farm level is described step by step.

Findings/conclusions: participatory mapping and SWOT analysis as diagnostic tools were decisive for the identification, registration and analysis of information at the farm level. these, in addition, considered the biophysical and management variations to propose relevant detonation projects of change and accepted by the owners and medieros.

Keywords: *territory, planning, productive-reconversion and project-detonators.*

3.2 RESUMEN

Objetivo: análisis de la problemática socioambiental y planeación estratégica de proyectos detonadores de cambio empleando la técnica de desarrollo participativo con los propietarios de los predios en estudio.

Diseño/metodología/aproximación: se realizó a partir de recorridos de campo, entrevistas semiestructuradas y talleres participativos que consideraron la historia de la comunidad, mapas de los predios, recursos naturales disponibles; problemáticas y posibles soluciones, así como un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).

Resultados: se identificaron las principales problemáticas socioambientales, y la planeación estratégica de los productores (propietarios y medieros), así como los posibles proyectos agroforestales detonadores de cambio como alternativa a los sistemas tradicionales de producción de ornamentales que han dejado de ser rentables. La restauración con especies endémicas del Bosque Mesófilo de Montaña, también se consideró en las propuestas.

Limitaciones/implicaciones: la caracterización y diagnóstico participativo es la primera fase para el Ordenamiento Territorial Comunitario de fincas de la comunidad de Xaltepuxtla, Puebla. Se describe paso a paso una metodología participativa para la reconversión de sistemas de producción a nivel de finca.

Hallazgos/conclusiones: el mapeo participativo y el análisis FODA como herramientas de diagnóstico fueron determinantes para la identificación, registro y análisis de la información a nivel de finca, éstas, además, consideraron las

variaciones biofísicas, de manejo para proponer proyectos detonadores de cambios pertinentes y aceptados por los propietarios y medieros.

Palabras clave: *territorio, ordenación, reconversión-productiva y proyectos-detonadores.*

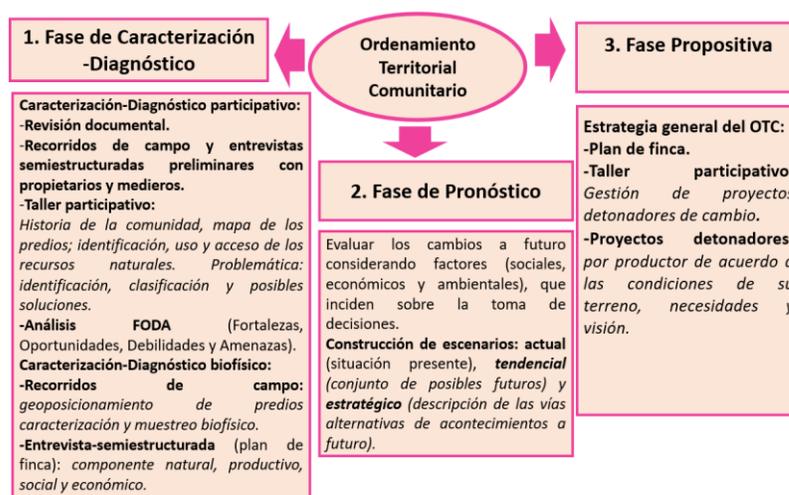
3.3 INTRODUCCIÓN

Xaltepuxtla es una comunidad de la sierra Norte de Puebla, parte de su territorio pertenece al Área de Protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal Vedada de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa”. Su vegetación original precisa en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), sin embargo presenta fuertes problemas ambientales principalmente deforestación y cambio de uso del suelo (CONANP, 2013). La principal actividad económica de la población es el cultivo de ornamentales caracterizado por la extracción de plantas con cepellón; con repercusiones negativas como son pérdida de suelo y deterioro de sus propiedades físicas y químicas; actividad que ha dejado de ser rentable (Ruiz, 2016). Desde el año 2012 investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo y la CONANP, iniciaron intervenciones de atención psicosocial para reestablecer vínculos entre los actores del socioecosistema conformada por propietarios, medieros, usuarios del bosque, instituciones y los recursos naturales (Álvarez, López y Torres, 2018). Esta actividad terapéutica contribuyó a la resolución de conflictos, lo cual permitió realizar acciones de reforestación y restauración de especies nativas (López, 2013); además del establecimiento de un sistema silvopastoril para producción ovina (López 2013; Caamal, 2016) y un sistema modificado para la producción de guayabo. Entre otras acciones, Mateo (2018) sentó las bases para la restauración y aprovechamiento del hongo comestible Totolcózcatl (*Entoloma abortivum*) en relictos de BMM, especie sobreexplotada en el socioecosistema. Atendiendo la necesidad manifestada por los productores de generar proyectos de diversificación productiva y sistemas alternativos que sean de su interés y conlleven a un manejo sostenible de los sistemas de producción y recursos naturales (Negrete y Bocco, 2003), el presente estudio

tuvo como finalidad caracterizar, diagnosticar y proponer formas de utilización del territorio y de sus recursos naturales, bajo el enfoque de uso racional, diversificado y participativo.

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la comunidad de Xaltepuxtla, municipio de Tlaola, en Puebla. Entre las coordenadas 97° 57' 47.5" longitud oeste, 20° 11'38.79" latitud norte y 97° 57'47.14" longitud oeste, 20° 10' 56.12" latitud norte. Cuenta con 89 hectáreas y se encuentra un rango altitudinal de 1,200-1,350 m.s.n.m. El esquema metodológico utilizado es el propuesto en el manual básico de Ordenamiento Territorial Comunitario (CONAFOR, 2007) el cual está conformado por las siguientes fases de trabajo: 1. Caracterización-diagnóstico, 2. Pronóstico y 3. Propositiva (Figura 3). Su aplicación precisa en primera instancia, de talleres participativos, entrevistas semiestructuradas, recorridos de campo y muestreo biofísico. A partir de esta información se identificaron las unidades bioproductivas a nivel predio a intervenir y se elaboró el mapa correspondiente. Con base en la evaluación multicriterio de los componentes natural, productivo, social y económico, se construyeron los escenarios actual, tendencial y estratégico. En la fase propositiva se desarrolló el plan de finca que incluyó la preparación y gestión de proyectos ante la institución financiadora.



Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAFOR, 2007)

Figura 3. Esquema metodológico del Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC), de Xaltepuxtla Puebla.

Previo a los talleres, se realizaron recorridos de campo, entrevistas preliminares con propietarios y medieros³ interesados en la reconversión productiva y proyectos detonadores de cambio (Figura 4).



Figura 4. Recorrido de campo y entrevistas semiestructuradas.

Fase 1. Caracterización-diagnóstico participativo del OTC, en esta etapa se identificó el estado de los componentes natural, social y económico (aptitud y conflictos del territorio), los intereses productivos de los propietarios y medieros, las áreas de reconversión productiva. Para ello, se hizo un análisis exhaustivo de la información documental existente en la zona y los productos derivados de seis años de trabajo en el área de estudio⁴. A partir de esta información se planeó el primer taller participativo, para lo cual se diseñó la guía de trabajo correspondiente (Cuadro 1) conforme al manual de planeación participativa (SEMARNAT-CONANP, 2017).

³ Persona que se rige bajo un sistema de aparcería de uso de la tierra definido como a “medias” que en realidad son al tercio. El pequeño propietario recibe un tercio de lo que el mediero vende de plantas ornamentales; los otros dos tercios son para este último (Álvarez *et al.*, 2018).

⁴ Proyecto 157302013. Estrategias agroforestales sostenibles para la restauración del Bosque Mesófilo de Montaña, responsable Dra. María Edna Álvarez Sánchez, registrado en la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo.

Cuadro 1. Guía de trabajo del primer taller participativo

Necesidades de personal: un coordinador, un asesor de Ordenamiento Territorial, un relator, dos colaboradores en apoyo logístico.
<ol style="list-style-type: none">1. Identificación de participantes y lista de asistencia (5 min.)2. Presentación e integración (15 min.)3. Historia de la comunidad (35 min.)4. Mapa de tu predio (30 min.)5. Identificación de recursos naturales (40 min.)6. Identificación y clasificación de la problemática (20 min.)7. Ejercicio de elaboración de proyectos (30 min.)8. Evaluación del taller (5 min.) <p>Duración: 3 horas.</p>

Se convocó a trece productores propietarios líderes de la comunidad de Xaltepuxtla, de los cuales asistieron seis, de los predios: Ocotitla, Xoxocotla, Cucpanco, La hortencia-Calistemo y algunos medieros. Se realizó la presentación del taller (Cuadro 2) y se recapituló la historia de la comunidad, enfatizando en los sistemas de producción y sus debilidades, también se expuso el trabajo de investigación realizado durante seis años en la comunidad, así como la necesidad planteada por los productores de diversificar la producción a través del emprendimiento de nuevos proyectos productivos y la pertinencia del OTC como herramienta para proponer, formas de utilización del territorio y de sus recursos naturales para un aprovechamiento racional y ecológico, cuyos proyectos puedan ser financiados (Cuadro 3).

Cuadro 2. Presentación e integración del Taller

Carta descriptiva del primer Taller de Ordenamiento Territorial Comunitario			
Objetivo: identificar las principales problemáticas socioambientales, visión de los productores, así como los posibles proyectos detonadores de cambio de forma participativa, con los propietarios y medieros de los predios en estudio.			
Actividad	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Lista de asistencia.	Formato, etiquetas, marcadores para hacer los identificadores.	Un colaborador se encargará del resguardo de la lista de asistencia durante todo el taller y tomará fotografías de evidencia. El equipo técnico apoyará en colocar los identificadores a cada participante.	5
Presentación e integración.	Cada uno se presenta y expone su interés de estar en el taller.	Relator: anotará en el rotafolio la información. Expositores: coordinador y asesor del taller.	15





Cuadro 3. Historia de la comunidad

Historia de la comunidad de Xaltepuxtla			
Objetivo: recuperar la memoria histórica de la comunidad para entender cómo se han modificado los sistemas de producción en el territorio y sus causas.			
Actividad	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Recapitular la historia de la comunidad.	Laptop, proyector, presentaciones en Power Point y señalador.	El propietario con más antigüedad de participación: presentará la historia de la problemática de producción.	10
		Coordinador del proyecto: recapitulará la historia sobre el trabajo realizado en seis años y la problemática en la zona.	10
		Participación de propietarios ¿De la última visita a la fecha que han hecho los propietarios en sus predios?	10
		Asesor del proyecto Presentación de la conferencia: el Ordenamiento Territorial, concepto y utilidad.	5

Con el objeto de analizar la situación actual de los predios, el mapa dibujado por los propietarios y medieros permitió identificar los componentes en la finca, su distribución y la(s) área(s) que podrían ser destinada(s) a la reconversión productiva y proyectos detonadores de cambio (Cuadros 4, 5 y 6).

Cuadro 4. Mapa del predio.

Mapa de tu predio			
Objetivo: elaborar el mapa del predio de cada productor para identificar las parcelas más adecuadas a intervenir con tecnologías agroforestales y los problemas que podrían interferir en el logro del proyecto.			
Actividad 1	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Dibuja el mapa de tu predio.	¿Cómo es tu predio?, ¿Cómo lo tienes dividido?, ¿Qué produces en cada parcela?, ¿Qué problemas tiene?, ¿Qué áreas te interesa modificar?	Cada propietario tendrá un papel bond, identificado con su nombre. Dispondrá de marcadores y crayolas, hará el mapa de sus parcelas e indicará puntos de referencia (cruces de caminos, iglesia, centro de salud, vecinos, etc.).	30

Cuadro 5. Identificación de los recursos naturales en el predio.

Mapa de tu predio			
Actividad 2	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Identificación de recursos naturales en tu predio. ¡El valor de mi tierra!	<p>Suelo: ¿Se ha perdido el suelo en tu parcela? ¿Qué pendiente tiene (plano, lomerío, escarpado)? ¿Tus cultivos producen bien en cada sitio? ¿Dónde ya no produces? ¿Hay deslaves? ¿Dónde hay inundaciones?</p> <p>Vegetación: ¿Qué vegetación nativa tienes en tu predio? ¿Qué utilidad le das?</p> <p>Fauna: ¿Qué especies has visto en tu terreno? ¿Qué había antes? ¿Cuáles se han convertido en plaga?</p>	En base al mapa elaborado por el participante, numerar sus parcelas e identificar los recursos naturales presentes en su predio (flora, fauna, suelo y agua) que dispone en sus parcelas. Cada participante contará con dos pliegos de papel bond rotulados para esta actividad.	40
			

Cuadro 6. Identificación y clasificación de la problemática en los predios

Mapa de tu predio			
Actividad 3	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Identificación y clasificación de la problemática	<p>Condición agrícola: ¿Mi producción es rentable? ¿Qué especies tengo? ¿Dónde obtengo buena producción? ¿En qué parcela la producción no es buena?</p> <p>Condición pecuaria: ¿Tengo animales en mi terreno (bovinos, borregos, cabras, cerdos, pollos, burros, equinos)? ¿Cómo es el manejo de los animales a lo largo del año?</p> <p>Condición forestal: ¿Tengo árboles maderables en mi terreno? ¿Me interesa sembrar y cosechar otras especies forestales? ¿Estas interesado (a) en la producción de productos no maderables (vida silvestre UMA, bromelias, orquídeas, etc.)?</p> <p>¿Qué tanto estoy dispuesto a hacer para mejorar mi Finca?</p>	Con base en el mapa elaborado, identificar en cada parcela la problemática de flora, fauna, suelo, agua y ambiente.	40
			

La última fase del taller consistió en identificar de forma participativa y con ayuda del grupo técnico qué proyectos detonadores de cambio se pudieran implementar en los predios, considerando los intereses productivos de los participantes y la viabilidad de éstos, se presentaron veintiún opciones de proyectos (Cuadro 7)

Cuadro 7. Taller identificación de proyectos detonadores

Identificación de proyectos detonadores de cambio		
Objetivo: en lluvia de ideas, identificar las actividades productivas que más le interesan a los propietarios y medieros y la viabilidad de dichos proyectos.		
Actividad	Propuestas generadas	Tiempo (min.)
Taller de identificación de proyectos detonadores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vivero de plantas ornamentales o forestales (corto plazo). 2. Plantación forestal de uso múltiple con especies nativas (largo plazo). 3. Apicultura (abejas con aguijón) (corto plazo). 4. Meliponicultura (abejas sin aguijón) (corto). 5. Producción de café orgánico bajo sombra, amigable con las aves (largo plazo). 6. Producción de vainilla (mediano plazo). 7. Producción de hongos comestibles (corto plazo). 8. Producción de frutales: pagua, pera, manzano, arándano, zarzamora, membrillero (mediano plazo). 9. Producción de bambú (mediano plazo). 10. Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (SAH) (Áreas conservadas, cascada) (mediano plazo). 11. Ecotecnologías y energías alternativas: baños secos, estufas ahorradoras de leña, hornos solares, deshidratadores solares (mediano plazo). 12. Agroturismo sustentable (mediano plazo). Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS). 13. Producción de orquídeas, bromelias y magnolias (mediano plazo). 14. Temazate rojo (<i>Mazama americana</i>), Jabalí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) (largo plazo). 15. Ecoturismo, senderos interpretativos (mediano plazo). 16. Barreras vivas, cultivos de cobertera: herbáceas y arbustivas de rápido crecimiento (corto plazo). 17. Cercos vivos, (plantas útiles para leña, fruta y otros) (mediano plazo). 	30

	<p>18. Producción de plantas medicinales (corto plazo).</p> <p>19. Producción de artesanías con bambú, blusas tradicionales, etc. (corto plazo).</p> <p>20. Áreas destinadas a la producción de semillas forestales certificadas por CONAFOR (largo plazo).</p> <p>21. Producción de la flor de dalia (<i>Dahlia sp.</i>) para producir camotes (mediano plazo).</p> <p>Nota: corto (menos de un año a un año), mediano (1-2 años), largo (más de 5 años).</p>	
--	---	--

Finalmente, los participantes evaluaron el taller de OTC, a cada uno se le entregaron tres caritas (feliz, enojado, confundido) y se les pidió que entregaran la carita con el estado de ánimo con el que se retira el participante (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación del taller de OTC

Evaluación del taller de OTC			
Actividad	Desarrollo-Material	Logística	Tiempo (min.)
Evaluación	Caritas para la evaluación. 	Al cierre del taller se pide a cada participante que comparta con el grupo el estado de ánimo con el que se va, y al menos un aprendizaje que haya adquirido en este taller (apuntarlos en el rotafolio).	5

Con la información del taller participativo, recorrido de campo y entrevistas semiestructuradas, se elaboró la Matriz FODA de la comunidad a partir de la metodología propuesta. (Thompson y Strickland, 1998; Talancón, 2007) modificada.

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al taller asistieron seis propietarios de los predios: Ocotitla, Xoxocotla, Cucpanco, La hortencia-Calistemo y algunos medieros. **Historia de la comunidad:** Xaltepuxtla, es una comunidad de origen nahua y totonaco, cuya tierra se dedicó al cultivo de café, milpa y silvopastoreo. La caída en los precios del café y posteriormente la desaparición del Instituto Mexicano del Café fueron detonadores del cambio de uso del suelo. De acuerdo con Hernández *et al.* (2004) la introducción del cultivo de plantas de ornato en Tenango data aproximadamente de 1931, convirtiéndose desde 1945 en la fuente de empleo de la mayoría de los habitantes de la localidad, que domina actualmente en los predios y en la zona en general (GÍZ-CONANP, 2012), a costa de árboles y arbustos endémicos del Bosque Mesófilo de Montaña. **Debilidades del socioecosistema:** un BMM fragmentado, degradado, con menor riqueza biológica, fuerte saqueo de leña, hongos y plantas, llevándolo a su extinción, contaminación de los cuerpos de agua, afectación por tuzas y muérdago; existen malas prácticas de manejo (quemadas, sistemas extractivos, venta de plantas con cepellón). **Problemática de la comunidad:** actualmente el sistema de producción de ornamentales tradicional se encuentra en una fuerte crisis, las ventas se han desplomado, aunado a la competencia y saturación del mercado, el área se ha visto afectada por problemas de inseguridad principalmente asaltos a los compradores que llegan a las fincas. Esta situación adversa fue el detonante para que los propietarios decidieran iniciar la reordenación de las actividades productivas de sus fincas con base en la vocación potencial del socioecosistema, es decir, optaran por la implementación de nuevos sistemas de producción sostenibles y la ordenación de su finca. El problema de tuzas ha disminuido en las áreas que se restauraron, pero, siguen siendo un problema en las áreas tradicionales de cultivo. La comunidad se ha hecho responsable del combate de muérdago a partir del programa de apoyo de la CONANP-PROCOCODES.

El deterioro de la cuenca hidrológica sigue presente, existe contaminación puntual en los ríos (otros usuarios lavan su ropa en los cauces, usan jabón convencional y cloro). Afectación del arbolado, usuarios ajenos entran y lastiman

el fuste de los árboles de interés dendroenergético, hay una fuerte extracción de leña. Hay deslaves en las vías de comunicación e inundaciones en zonas bajas. Si bien, los propietarios han realizado labores de cercado para mayor control de los usuarios del bosque, es de vital importancia implementar estrategias de seguridad y vigilancia dentro de los predios las 24 horas del día. La evaluación del taller mostro que el 75% de los participantes mantuvo un estado de ánimo positivo y los identificados como confundidos, en ese momento, no tenían un objetivo claro de otras opciones de producción. Con los resultados de los talleres comunitarios y recorridos de campo se construyó el Análisis FODA (Figura 5). Finalmente, en el (Cuadro 9) se presenta la información de las fincas a intervenir en la reordenación de las actividades productivas.



Figura 5. Análisis FODA de la comunidad.

Los resultados del FODA indicaron, que el cultivo de plantas de ornato tradicional ya no es rentable, la mayoría de los propietarios son adultos mayores, existe abandono de parcelas y recursos insuficientes en el eslabón productivo.

Cuadro 9. Fincas para intervenir en la reordenación de las actividades productivas

Finca	Propietario	Edad (años)	Uso actual	Visión/Proyectos detonadores
Xoxocotla	Eleuteria Salas Vázquez	73	Producción de ornamentales con cepellón: arrayán, azálea, chima y cedrela (árboles de navidad).	Reconversión de 2 hectáreas de chima y azalea para la producción de helecho arborescente (<i>Cyathea salvinii</i>) a través de una UMA y restaurar su finca con especies maderables del BMM.
Xoxocotla	Enrique Salas Eslava	63	Producción de ornamentales con cepellón: azáleas y chimas.	Enriquecimiento de acahuales en 2 hectáreas. Para su conservación y mejora.
Nanácatl	José Luis Gutiérrez Castelán	64	Producción de ornamentales con cepellón: azáleas y chimas. Producción de hongo seta.	Producir hongo Totolcózcatl (<i>Entoloma abortivum</i>) en las áreas restauradas.
	Mediero: Luis Ángel Castillo Luna	20		Mejorar y ampliar módulo de hongo seta (<i>Pleurotus ostreatus</i>).
Cucpanco	José Luis Gutiérrez Castelán	64	Producción de ornamentales con cepellón: azáleas y chimas. Producción de miel de melipona.	Proyecto establecimiento de UMA: orquídeas y bromelias.
	Mediero: Juan Castillo Gutiérrez	46		Ampliar colmenares de meliponas (<i>Scaptotrigona mexicana</i>).
Cucpanco	Froilán Salas Vázquez	56	Produce topiarios de arrayán.	Le interesa desarrollar un proyecto piscícola en su Finca con

				tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>). Establecimiento de vivero de especies nativas con potencial de captura de carbono.
La Hortencia-Calistemo	Constantino Salas Vázquez	75	Producción de ornamentales con cepellón: gardenias.	Enriquecimiento de acahuales (2 hectáreas). Reforestar con especies nativas del BMM.

3.6 CONCLUSIONES

La etapa de caracterización y diagnóstico para el OTC permitió identificar el estado de los componentes natural, social y económico, los intereses productivos de los propietarios y medieros y las áreas de reconversión productiva. Esta etapa es de vital importancia para seguir con las fases de pronóstico y propositiva del OTC. El mapeo participativo y el análisis FODA como herramientas de diagnóstico fueron determinantes para la identificación, registro y análisis de la información a nivel de finca. Éstas, además, consideraron las variaciones biofísicas y de manejo para proponer proyectos detonadores de cambios pertinentes y aceptados por los propietarios y medieros. El primer taller participativo es clave para la integración del equipo de trabajo entre productores, medieros e investigadores. Además de ser atractivo y novedoso para los productores, genera lazos de amistad, cordialidad y apoyo, con el objeto de mejorar sus sistemas de producción.

3.7 LITERATURA CITADA

- Álvarez, Sánchez María Edna López, A. R. L., & Torres, C. G. (2018). Participación en un Socioecosistema complejo de la Sierra Norte de Puebla, México, con resoluciones sistémicas comunitarias. Tla-Melaua. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(44), 136–155.
- CONAFOR. (2007). *Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC) Manual básico* (1a ed.; CONAFOR-SEMARNAT, Ed.). Jalisco, México: IMPRE-JAL.
- CONANP. (2013). *Estudio Previo Justificativo para la modificación de la Declaratoria del Área de Protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa” ubicada en los estados de Hidalgo y Puebla*. CONANP, 121.
- GIZ-CONANP. (2012). *Análisis de los resultados de la aplicación de herramientas de metodología participativa para el análisis de vulnerabilidad de estrategias de vida (AVEV) al cambio climático Comunidad de Xaltepec, Huauchinango, Puebla*. México, D.F.
- Hernández, N. M., Martelo, Z. E., Alberti, M. P., & Vázquez, G. V. (2004). *Microempresas de plantas en Tenango de las Flores, Puebla, propuestas de análisis con perspectiva de género*. *Comunicaciones en Socioeconomía, Estadística e Informática*, 8(1), 57–82.
- López, A. R. L. (2013). *Implementación de un modelo integral de intervención agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Mateo, G. N. (2018). *Tesis de maestría. Contribución a la conservación de “Totolcozcatl” (Entoloma abortivum (Berk & Curtis) Donk, Fungi, Basidiomycotina) en remanentes de bosque de niebla*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Negrete, G., & Bocco, G. (2003). *El ordenamiento ecológico comunitario: una alternativa de planeación participativa en el contexto de la política ambiental de México*. *Gaceta Ecológica*, (68), 9–22.

- Ruiz, M. S. (2016). Calidad del suelo en sistemas de producción tradicionales y con tecnologías agroforestales en Xaltepuztla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo.
- SEMARNAT-CONANP. (2017). Manual de Planeación Participativa con enfoque de equidad en Comunidades de Áreas Naturales Protegidas (Dirección; R. E. L. Torres, J. López, & L. Benítez, Eds.). México.
- Talancón, H. P. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12(1), 113–130.
- Thompson, A. A., & Strickland, A. J. (1998). Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas (McGraw-Hil; McGraw-Hill., Ed.). McGraw-Hill.

4. ARTÍCULO. BIOPHYSICAL CHARACTERIZATION FOR COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING WITH AN AGROFORESTAL APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MEXICO

CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMUNITARIO CON ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA, MÉXICO

Valencia-Trejo G. M.* , Álvarez-Sánchez M. E.* , Gómez-Díaz J. D.* , Cetina-Alcalá V. M**.

*Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo.

** Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Postgrado en Ciencias Forestales.

Autor de correspondencia: dgomez1059@yahoo.com.mx

4.1 ABSTRACT

Objective: determine the bioproductive systems in Xaltepuxtla and identify limitations and potential to influence detonating change projects that favor biodiversity, productive capacity and family economy.

Design/methodology/approach: based on the construction of a Geographic Information System (GIS), the biophysical information and the participatory workshop were analyzed, corroborating with field trips in the different bioproductive units. This methodology corresponds to the first phase for the proposal of the Community Territorial Planning.

Results: 49% of the surface under study is dedicated to the production of ornamentals, 22% of the surface for the restoration of BMM and 8% has potential for agroforestry technology: enrichment of acahuales. 35 bioproductive systems were identified. The system with the largest area is the one for reforestation with 8 hectares, followed by the secondary Mesophilic Mountain Forest located in a volcanic apparatus with 7.5 hectares and the Mixed Ornamental System on steep slopes with 5.5 hectares.

Limitations / implications: the delimitation of bioproductive units based on the mapping of geoforms, land use and vegetation and climate are key to the

regionalization of the territory and the generation of proposals for productive reconversion at the farm level.

Findings / conclusions: it is vitally important to locate bioproductive systems within a territory to achieve the process of land use planning in relation to natural resources, their population and productive activity in order to achieve productive balance and conservation in the medium and long term.

Keywords: *bioproductive units, Mountain Mesophilic Forest, acahual, ornamental systems.*

4.2 RESUMEN

Objetivo: determinar los sistemas bioproductivos en Xaltepuxtla e identificar limitantes y potencialidades para incidir en proyectos detonadores de cambio que favorezcan la biodiversidad, capacidad productiva y economía familiar.

Diseño / metodología / aproximación: a partir de la construcción de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se analizó la información biofísica y del taller participativo, corroborándose con recorridos de campo en las diferentes unidades bioproductivas. Esta metodología corresponde a la primera fase para la propuesta del Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC).

Resultados: el 49% de la superficie en estudio se dedica a la producción de ornamentales, el 22% de la superficie a la restauración del BMM y el 8% tiene potencial para la tecnología agroforestal: enriquecimiento de acahuales. Se identificaron 35 sistemas bioproductivos. El sistema con mayor superficie es el destinado a la reforestación con 8 hectáreas, seguido del Bosque Mesófilo de Montaña secundario ubicado en aparato volcánico con 7.5 hectáreas y del Sistema Mixto de Ornamentales en laderas escarpadas con 5.5 hectáreas.

Limitaciones / implicaciones: la delimitación de las unidades bioproductivas a partir del mapeo de geoformas, uso de suelo y vegetación y clima son clave para

la regionalización del territorio y la generación de propuestas de reconversión productiva a nivel finca.

Hallazgos/conclusiones: es de vital importancia ubicar los sistemas bioproductivos dentro de un territorio para lograr el proceso de planificación de los usos de suelo en relación con los recursos naturales, su población y actividad productiva a fin de lograr el equilibrio productivo y la conservación en el mediano y largo plazo.

Palabras clave: *unidades-bioproductivas, Bosque Mesófilo de Montaña, acahual, sistemas de ornamentales.*

4.3 INTRODUCCIÓN

La caracterización implica desarrollar una descripción detallada y actualizada de la comunidad que estará sujeta al proceso de Ordenamiento Territorial Comunitario, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos (CONAFOR, 2007). El Sistema Biofísico lo conforman los recursos naturales y el ambiente. Estudia integralmente la naturaleza y los elementos que en síntesis dan origen al paisaje o unidad de análisis, resultado de la interacción de factores y procesos como: clima, agua, rocas, relieve, tipo de suelo, vegetación, fauna, cultivos, temperatura, infraestructura, población y las amenazas naturales (Otero *et al.*, 1998). La regionalización en unidades de paisaje constituye el sustento físico natural del Ordenamiento Territorial y dentro de éste de las Unidades de Gestión (Bocco, Mendoza, Priego y Burgos, 2009). Las Unidades de Gestión de uso de la tierra o sistemas bioproductivos se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales y problemática socioambiental. Se obtienen a partir de la sobreposición de los mapas de regionalización ecológica, principales comunidades vegetales presentes, diagnóstico ambiental: (condición actual de la vegetación y conflictos de uso del suelo) y potencialidades de uso (Ramírez *et al.*, 2011). El presente estudio tiene por objeto determinar los sistemas bioproductivos en Xaltepuxtla e identificar limitantes y potencialidades para incidir en proyectos detonadores de cambio que favorezcan la biodiversidad, capacidad productiva y economía familiar.

4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se basa en la metodología de OTC (CONAFOR, 2007) cuyas primeras fases (recorridos de campo y talleres participativos) se detallan en (Valencia-Trejo, Álvarez-Sánchez, Gómez-Díaz y Cetina-Alcalá, 2019 a). La caracterización de las unidades bioproductivas se realizó con base en la metodología propuesta por (Gómez-Díaz, 2008) con modificaciones para el presente estudio, a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG) generado en el software libre QGIS 2.14, retomando la poligonal estudiada por Ruiz (2016) ampliándose en octubre de 2018 se determinaron los límites, con recorridos de campo y georreferencia con un Geoposicionador Global (GPS) modelo Garmin. Se generaron mapas de fisiografía, clima, uso de suelo y vegetación. Los mapas fisiográficos, altitud y pendientes se elaboraron a partir del Modelo Digital de Elevación (INEGI, 2019), los rangos de pendientes se generaron de acuerdo al criterio establecido en el estudio realizado en la Cuenca del río Platanar (CONAGUA-UACH, 2009); el mapa de rocas se generó a partir del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos (INEGI, 2004). La integración de los tres mapas anteriores derivó en el mapa de geoformas. El Mapa uso de suelo y vegetación, se redefinió y detallaron los linderos con la cobertura de uso de suelo y vegetación de la Serie VI (INEGI, 2017) y con imágenes de Google Earth Pro®, además, se retomó el mapa de los sistemas productivos de ornamentales en Xaltepuxtla elaborado por (Ruiz, 2016). Se construyó el mapa de clima con los datos reportado por Ruiz (2016). Finalmente, la unión de los mapas de topofomas uso de suelo y vegetación y clima produjo el mapa de unidades bioproductivas que se corroboraron en campo. El área de estudio se encuentra en la parte noroeste de Puebla (Figura 6) en la Región denominada: “Sierra Norte”, Región Hidrológica No. 27: “Tuxpan-Nautla”, Cuenca del río Tecolutla (RH27B) y Subcuenca del río Necaxa (RH27Bb) (UACH-INECOL, 2002), además pertenece al Área de Protección de Recursos Naturales: “Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa” (CONANP, 2013).



Figura 6. Localización geográfica del área de estudio.

4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Geología: las rocas más abundantes son las ígneas extrusivas, del cenozoico (Figura 7). Las sedimentarias del mesozoico se encuentran en menor proporción (Cuadro 10). Siendo la ígnea extrusiva intermedia la más importante representa el 39% del territorio localizada en la parte oeste. Seguida de la ígnea extrusiva ácida 32% del total de la zona, ubicada en la parte sureste.

Cuadro 10. Principales rocas del área de estudio.

Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Caliza-Lutita	25.49	28.61
Ígnea extrusiva intermedia	34.79	39.05
Ígnea extrusiva ácida	28.80	32.33

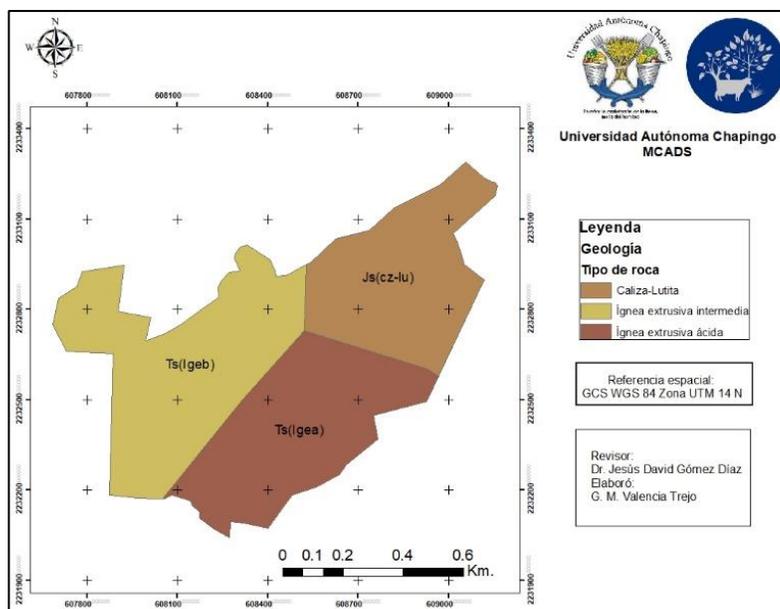


Figura 7. Mapa de Geología del área de estudio.

Altitud y pendiente: rango altitudinal 1,200 a 1,350 m.s.n.m. (Figura 8 y 9). Se obtuvieron cinco rangos de pendientes (Figura 9), el terreno moderadamente escarpado predomina con 37.6 %, seguido del escarpado 22.6 % de la superficie total. Debido a la presencia de Sierra alta escarpada y Sierra volcánica de laderas tendidas (Gobierno-Municipal, 2015). Cabe destacar que el 21% son áreas casi planas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Rangos de pendientes en el área de estudio.

Rangos de pendiente (%)	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
0-2	Plano	18.6	20.9
2-8	Moderadamente inclinado	3.5	3.9
8-15	Inclinado	13.4	15.0
15-40	Moderadamente escarpado	33.5	37.6
>40	Escarpado	20.1	22.6

Fuente: elaboración propia.

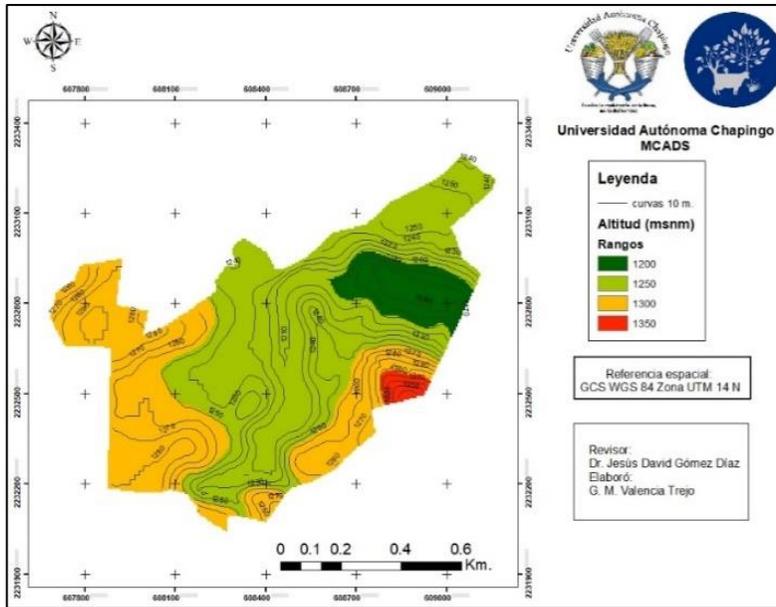


Figura 8. Modelo Digital de elevación con el rango altitudinal.

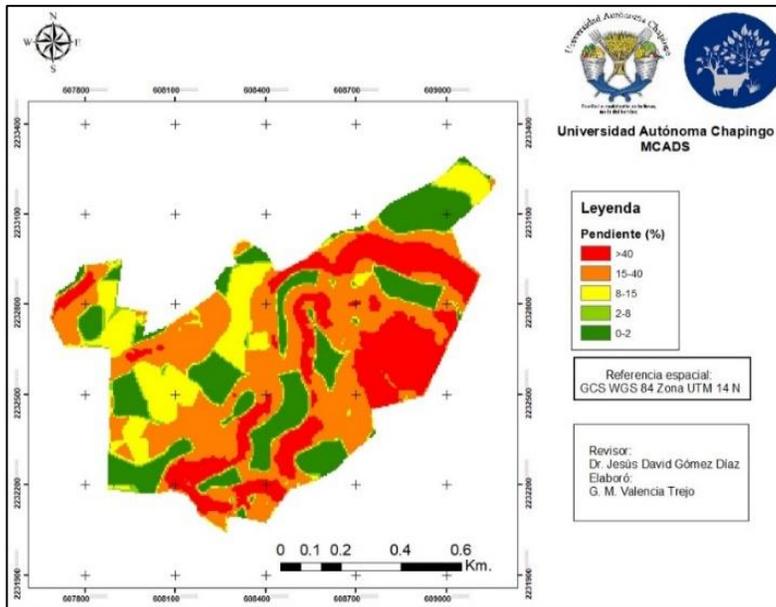


Figura 9. Mapa de pendientes en porcentaje.

Geoformas: se obtuvieron siete formas del terreno (Figura 10), de las cuales las más representativas son laderas moderadamente escarpadas (pendientes de 15-40%) (24%), laderas escarpadas (pendientes >40%) (21%), valle con zona inundable (19%), seguido de meseta (16%) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Principales geofomas en el área de estudio.

Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Valle con zona inundable	17	19
Laderas moderadamente escarpadas (pendientes de 15-40%)	21	24
Cauce de arroyo	4	5
Laderas escarpadas >40%	19	21
Aparato volcánico	12	14
Meseta	14	16
Cañada	1	1

Fuente: elaboración propia.

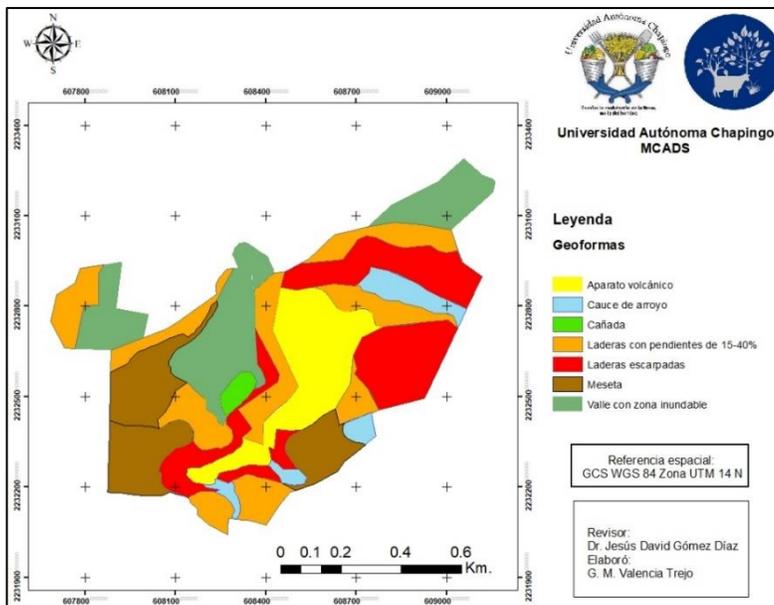


Figura 10. Mapa de geofomas.

Climatología: el clima corresponde a un (A)Cb(fm)(i)gw” (Figura 11), el cual se define como semi cálido del grupo de los templados húmedos con verano fresco largo; corresponde al más húmedo de los húmedos con régimen de lluvias intermedio y un porcentaje de precipitación invernal menor de 18 mm; con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales; marcha anual de la temperatura tipo Ganges y presencia de canícula. La temperatura media anual de 18.45°C y la precipitación media anual de 1,524.66 mm (Ruiz, 2016).

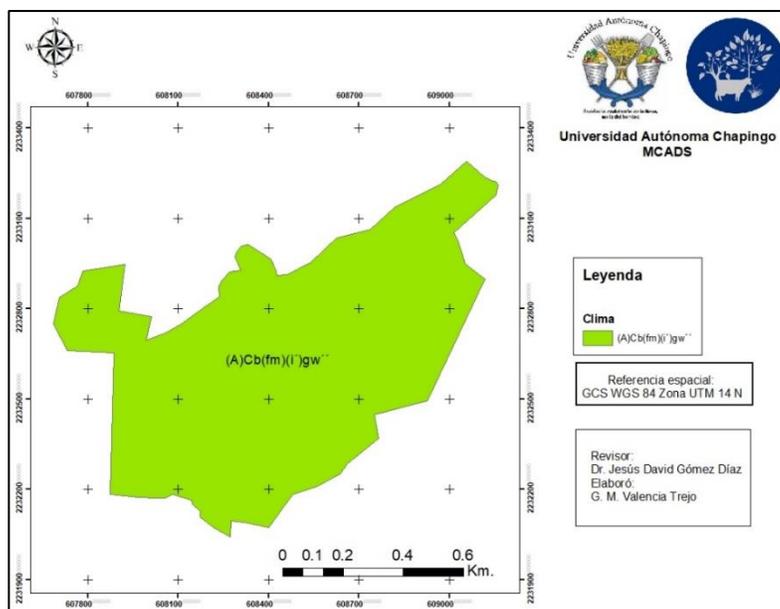


Figura 11. Mapa de clima.

Uso de suelo y vegetación: se identificaron 19 tipos (Figura 12). El 21% del área es acahual de BMM, es decir son áreas de vegetación de carácter secundario que se desarrolla en terrenos sometidos a un manejo de roza-tumba-quema, para la producción de maíz, este se ha dejado de cultivar desde hace 20 años. El 17% es BMM secundario: con perturbación, pero con cierto nivel de recuperación (CONABIO, 2010). El sistema de ornamentales dominante es el cultivo de arrayán con 15% de la superficie total (Cuadro 13).

Cuadro 13. Uso de suelo y vegetación en el área de estudio.

No.	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1	Acahual BMM	18.98	21.30
2	BMM secundario	15.97	17.92
3	Sistema arrayán	13.53	15.18
4	Sistema Chima-azálea R.	8.57	9.62
5	Sistema Mixto de ornamentales	7.81	8.76
6	Parcelas en descanso	5.11	5.73
7	Azálea R.	3.8	4.26
8	Sistema Chima-azálea	3.16	3.55
9	Mixto A.	2.93	3.29
10	Relicto de BMM	2.27	2.55
11	SAF guayabo	1.99	2.23

12	Chima A.	1.66	1.86
13	Azálea-chima J. L.	1.12	1.26
14	Chima J.L.	0.81	0.91
15	Sistema Silvopastoril	0.43	0.48
16	Semilleros de ornamentales	0.35	0.39
17	Viveros de arrayán	0.34	0.38
18	Viveros de ornamentales	0.24	0.27
19	Vivienda	0.04	0.04

J.L.= propiedad de José Luis; R.= propiedad de Rodolfo; A= propiedad de Alicia; Mixto= sistema con cedrela, chima, azálea y arrayán, BMM= Bosque Mesófilo de Montaña.

Fuente: Elaboración propia.

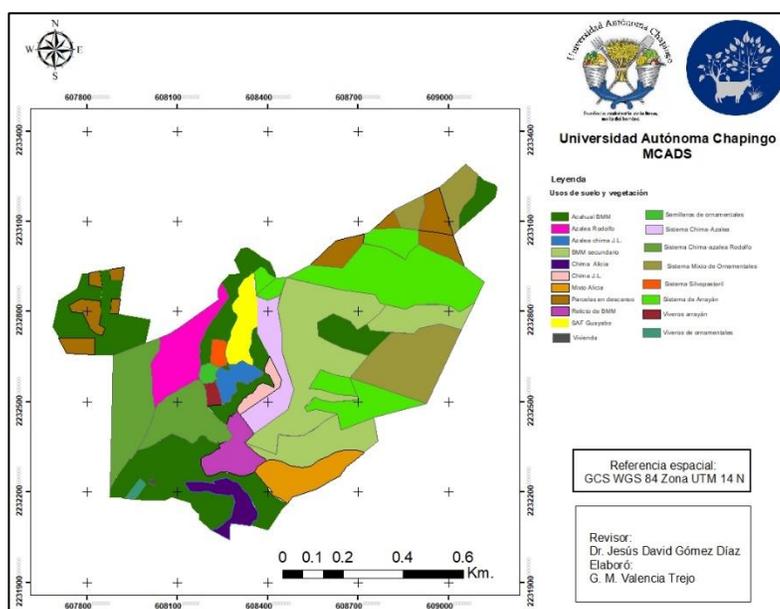


Figura 12. Mapa de usos de suelo y vegetación.

Unidades bioproductivas: el área de estudio cuenta con 35 sistemas bioproductivos (Figura 13), todos se encuentran en un clima (A)Cb(fm)(i)'gw". El sistema con mayor superficie es el destinado a la reforestación con 8 hectáreas, en dicha área la vegetación está compuesta de acahuales de BMM, presenta 3 ha de meseta, 3 ha de ladera moderadamente escarpada y 2 ha de laderas escarpadas. Seguido del BMM secundario ubicado en aparato volcánico con 7.5 ha y del Sistema Mixto de Ornamentales en laderas escarpadas con 5.5 ha (Cuadro 14).

Cuadro 14. Descripción de las unidades bioproductivas en el área de estudio.

Unidad bioproductivas	Descripción de la unidad bioproductiva	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Área destinada a la reforestación	Son acahuales de BMM, presenta 3 hectáreas de meseta, 3 ha de ladera moderadamente escarpada y 2 ha de laderas escarpadas.	7.97	12.0
BMMSEC_AV_(A)Cb	Bosque Mesófilo de Montaña secundario en aparato volcánico.	7.50	11.3
SMO_LADESC_(A)Cb	Sistema Mixto de Ornamentales en laderas escarpadas > 40%.	5.54	8.4
Chima-cedrela Rodolfo	Sistema Chima-cedrela propiedad de Rodolfo, presentan extracción de planta con cepellón, se exporta el suelo como sustrato, se hace combate de malezas con azadón*.	4.96	7.5
Azálea Rodolfo	Sistema azálea propiedad de Rodolfo*.	3.80	5.7
Chima-azalea Rodolfo	Sistema Chima-azálea propiedad de Rodolfo*.	3.61	5.5
Reforestación y Pago por Servicios Hidrológicos	Área destinada a la reforestación y pago por servicios hidrológicos.	3.50	5.3
SCHI-AZA_LADPEND_(A)Cb	Sistema Chima-azálea en laderas con pendientes de 15-40%.	3.07	4.6
Mixto A.	Sistema Mixto de Ornamentales propiedad de Alicia incluye cedrela, chima, azálea y camelia. Suelos erosionados, se usa azadón para mover la tierra.	2.93	4.4
Relicto de BMM	Relicto de Bosque Mesófilo de Montaña, invadido por cultivos de chima, se busca restaurarlo con especies nativas del BMM.	2.27	3.4
SAF Guayabo	Sistema Agroforestal Guayabo: sistema mixto de azálea, chima y guayabo (<i>Psidium guajava</i>).	1.99	3.0
ACA_VZI_(A)Cb	Acahual en valle con zona inundable.	1.94	2.9
SARR_CA_(A)Cb	Sistema Arrayán en cauce de arroyo	1.72	2.6
Chima A.	Sistema Chima pendientes >40%, suelos erosionados, se usa azadón para mover la tierra. No se extrae chima en la actualidad.	1.66	2.5
ACA_LADPEND_(A)Cb	Acahual en laderas con pendientes de 15-40%.	1.56	2.4
SMO_VZI_(A)Cb	Sistema Mixto de Ornamentales en valle con zona inundable.	1.54	2.3
ACA_AV_(A)Cb	Acahual en aparato volcánico.	1.54	2.3
Producción de bambú, aguacate y granada	Área destinada a la producción de bambú, aguacate y granada.	1.50	2.3
Azálea-chima J.L.	Sistema azálea-chima con pendiente de 8-15% propiedad de José Luis.	1.12	1.7
Chima J.L.	Sistema chima con pendientes de 15%, suelos erosionados y pedregosos. No se extrae chima en la actualidad, propiedad de José Luis.	0.81	1.2

BMMSEC_CA_(A)Cb	Bosque Mesófilo de Montaña secundario en cauce de arroyo.	0.73	1.1
BMMSEC_LADESC_(A)Cb	Bosque Mesófilo de Montaña secundario en laderas escarpadas > 40%.	0.57	0.9
	Bosque Mesófilo de Montaña secundario en laderas con pendientes de 15-40%.	0.55	0.8
Sistema Silvopastoril	Cultivo de chima para follaje, herbáceas forrajeras: frijol palo (<i>Cajanus cajan</i>), árnica (<i>Tithonia diversifolia</i>), cacahuatillo (<i>Arachis pintoi</i>) y trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>) para ganado ovino, no hay extracción de suelo.	0.43	0.7
SARR_AV_(A)Cb	Sistema de arrayán en aparato volcánico	0.43	0.6
ACA_LADESC_(A)Cb	Achual en laderas escarpadas.	0.42	0.6
SARR_LADPEND_(A)Cb	Sistema de arrayán en laderas con pendientes de 15-40%.	0.39	0.6
SARR_VZI_(A)Cb	Sistema de arrayán en valle con zona inundable.	0.37	0.6
Semilleros de ornamentales	Semilleros de ornamentales.	0.35	0.5
Viveros arrayán	Se produce plántula de arrayán a raíz desnuda para su posterior trasplante.	0.34	0.5
PARDES_VZI_(A)Cb	Parcelas en descanso en valle zona inundable.	0.29	0.4
PARDES_LADPEND_(A)Cb	Parcelas en descanso en laderas con pendientes de 15-40%.	0.28	0.4
Viveros de ornamentales	Área donde se mantienen los ornamentales extraídos hasta la venta.	0.24	0.4
SARR_LADESC_(A)Cb	Sistema arrayán en laderas escarpadas.	0.16	0.2
UMA orquídeas y bromelias	Área destinada a una UMA de orquídeas y bromelias.	0.04	0.1
Vivienda	Zona urbana.	0.04	0.1

Fuente: elaboración propia.

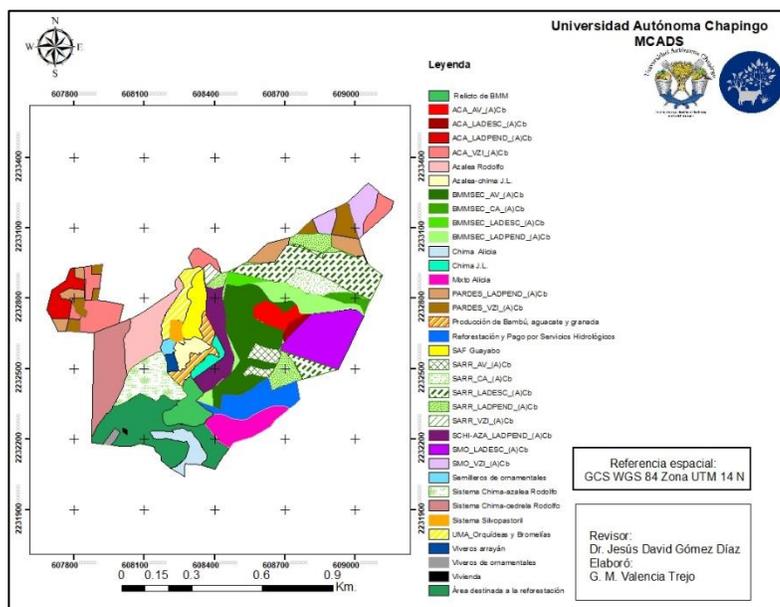


Figura 13. Mapa de unidades bioproductivas.

De acuerdo con las potencialidades y limitantes de las unidades bioproductivas, se hizo una zonificación de los usos de suelo y los sistemas de producción en Xaltepuxtla Figura 14. El 49% de la superficie se dedica a la producción de ornamentales tradicionales, el 22% son áreas destinadas a la restauración del BMM y el 8% del área de estudio presenta vegetación de BMM secundario el cual tiene potencialidad para el enriquecimiento de acahuales (Cuadro 15).

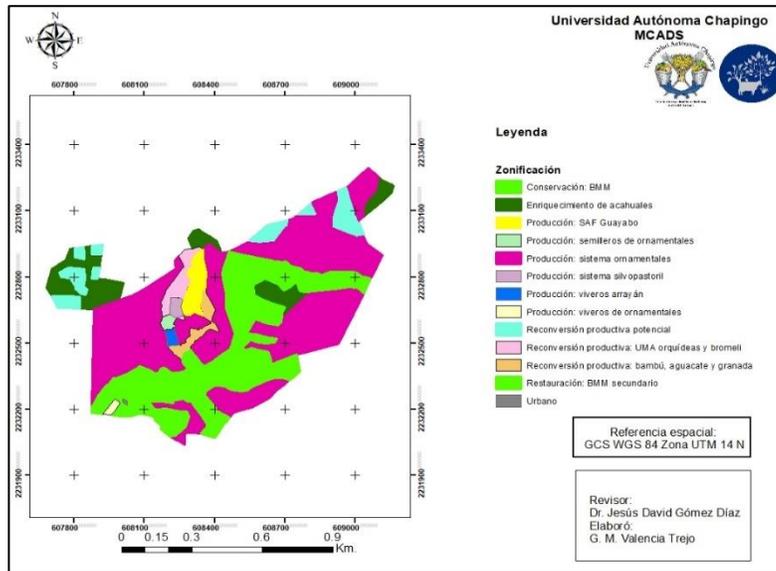


Figura 14. Zonificación de acuerdo con potencialidades y limitantes.

Cuadro 15. Zonificación del territorio del área de estudio.

No.	Zona	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
3	Producción: sistemas ornamentales.	43.54	49.0
4	Restauración: BMM secundario.	20.01	22.5
1	Acahuales.	7.98	9.0
11	Conservación: BMM.	5.77	6.5
2	Reconversión productiva potencial.	4.98	5.6
10	Producción: SAF-Guayabo.	1.99	2.2
5	Reconversión productiva: UMA orquídeas y bromelias.	1.73	1.9
6	Reconversión productiva: bambú, aguacate y granada.	1.50	1.7
13	Producción: Sistema Silvopastoril.	0.43	0.5
12	Producción: semilleros de ornamentales.	0.35	0.4
9	Producción: viveros arrayán.	0.34	0.4
7	Producción: viveros de ornamentales.	0.24	0.3
8	Urbana.	0.04	0.0

Fuente: elaboración propia.

4.5 CONCLUSIONES

La caracterización detallada del medio biofísico permitió identificar limitantes y potencialidades de cada una de las Unidades de Gestión de Uso de la tierra (sistemas bioproductivos), base para el diseño de estrategias de intervención con tecnologías agroforestales, en particular el incremento de los almacenes de carbono, restaurar los sistemas degradados y generar beneficios económicos a los productores a través de proyectos detonadores de cambio. Toda la superficie bajo estudio debe ser desarrollada con Sistemas Agroforestales con especies nativas de alto valor de importancia. Las tecnologías agroforestales recomendadas para Xaltepuxtla son, para la zona forestal el enriquecimiento de acahuales, arboles dispersos y cercos vivos; la zona dedicada a los sistemas de ornamentales tradicionales (barreras vivas, árboles en linderos, cortinas rompevientos y cercos vivos), las áreas dedicadas a la agricultura y ganadería (cultivos en callejones, pasturas en callejones, árboles en linderos y cercos vivos), finalmente la zona urbana (huertos familiares, cercos vivos y árboles en linderos). Los propietarios de las fincas son conscientes de la importancia de cuidar el BMM por ello, han dedicado superficies considerables a su restauración y conservación.

4.6 LITERATURA CITADA

CONABIO. (2010). El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su conservación y manejo sostenible I. En CONABIO. México, D.F.: CONABIO.

CONAFOR. (2007). Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC) Manual básico (1a ed.; CONAFOR-SEMARNAT, Ed.). Jalisco, México: IMPRE-JAL.

CONAGUA-UACH. (2009). Proyecto de Restauración Hidrológica-Ambiental De La Parte Media Y Alta De La Cuenca Del Río Platanar, Comprendida Entre Los Estados De Tabasco Y Chiapas. Comisión Nacional del Agua.

CONANP. (2013). Estudio Previo Justificativo para la modificación de la Declaratoria del Área de Protección de Recursos Naturales "Zona

Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa ” ubicada en los estados de Hidalgo y Puebla. CONANP, 121.

Gobierno-Municipal. (2015). Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Tlaola, Puebla 2014-2018. Tlaola, Puebla.

Gómez-Díaz, J. D. (2008). Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la Biosfera “Sierra De Huautla”, Morelos, México. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

INEGI. (2004). Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Recuperado el 10 de agosto de 2019, de INEGI website: <file:///C:/INEGI/rocas/geologia1m.html>

INEGI. (2017). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional). Recuperado el 10 de agosto de 2019, de INEGI website: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Descargas>

INEGI. (2019). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Recuperado el 10 de agosto de 2019, de INEGI website: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

Otero, W., García, J., Solano, G., & Castillo, M. (1998). Guía simplificada para el ordenamiento territorial municipal. En Duplólito (Ed.), Convenio IGAC - Proyecto CHECUA - CAR - GTZ - KFW. Santa Fe de Bogotá.

Ramírez, G. G. A., Cervantes, R. M. C., Sánchez, G. P., Monterroso, R. A. I., & Gómez, D. J. D. (2011). El ordenamiento ecológico territorial participativo, instrumento para el desarrollo rural sustentable: el caso del municipio de Álamos, Sonora, México. En R. M. Aguilar, L. E. Delgado, S. V. Vázquez, & P. O. Reyes (Eds.), Ordenamiento territorial y participación social: problemas y posibilidades (1a ed., pp. 65–86). UASLP; Coordinación de Ciencias Social y Humanidades UNAM; GIGA; SEMARNAT e INE.

Ruiz, M. S. (2016). Calidad del suelo en sistemas de producción tradicionales y con tecnologías agroforestales en Xaltepuxtla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo.

UACH-INECOL. (2002). Ordenamiento Ecológico Territorial de las cuencas hidrológicas de los ríos Necaxa y Laxaxalpan. En Instituto Nacional de Ecología. Chapingo, Estado de México.

Valencia-Trejo, G. M., Álvarez-Sánchez, M. E., Gómez-Díaz, J. D., & Cetina-Alcalá, V. M. (2019). a) Caracterización y diagnóstico participativo para el Ordenamiento Territorial Comunitario con enfoque agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla, México. Manuscrito enviado para su publicación.

5. ARTÍCULO. PROPUESTAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMUNITARIO CON ENFOQUE AGROFORESTAL EN XALTEPUXTLA, PUEBLA

COMMUNITY TERRITORIAL PLANNING PROPOSALS WITH AGROFORESTAL APPROACH IN XALTEPUXTLA, PUEBLA

Valencia-Trejo Guadalupe Montserrat¹, Álvarez-Sánchez María Edna^{1*},
Gómez-Díaz Jesús David¹

¹Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.
Universidad Autónoma Chapingo. México.

***Autor para correspondencia:** edna_alvarez30@yahoo.com.mx

5.1 Resumen:

En la presente investigación se generaron propuestas de reconversión productiva de los sistemas tradicionales de producción de ornamentales a sistemas sostenibles en Xaltepuxtla, Puebla, cuya tierra se dedica al cultivo de plantas de ornato a costa de árboles y arbustos endémicos del Bosque Mesófilo de Montaña. Las propuestas de acciones de manejo y de proyectos detonadores de cambio están basadas en el interés de los productores y el potencial de las unidades de tierras, alineándolas a las necesidades de atención indicadas por el gobierno de Puebla y dependencias federales. Las propuestas consideran enriquecimiento de acahuales, producción de especies nativas como helechos y reforestación con especies de interés comercial, así como producción y aprovechamiento de orquídeas y bromelias, producción de bambú, toronja, granada china y aguacate, para los cuales se determinaron las formas del terreno, inventarios de carbono orgánico en el suelo, el piso forestal y de la biomasa aérea incluyendo herbáceas, arbustos y árboles. En la unidad que se propone el establecimiento de un módulo de producción de tilapia se definieron las áreas propicias para la construcción de estanques y la disponibilidad de agua corriente, a la

cual se le determinaron los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua, encontrándose apta para este propósito. Para el establecimiento del módulo de producción de miel con meliponas se ubicó el lugar con protección y sombra. En el proyecto de mejoramiento de la unidad de producción de hongo seta se delimitó el área para la construcción del cobertizo.

Palabras claves: *cartografía participativa, diagnóstico biofísico, reconversión productiva, zonificación agroecológica.*

5.2 Abstract:

In the present work, proposals for productive reconversion of traditional ornamental production systems to sustainable systems were generated in Xaltepuxtla, Puebla, whose land is dedicated to the cultivation of ornamental plants at the expense of endemic trees and shrubs of the Mountain Mesophilic Forest. The proposals for management actions and detonating change projects are based on the interest of the producers and the potential of the land units, aligning them with the lineaments indicated by the Puebla government and federal agencies. The proposals consider enrichment of acahuales, production of native species such as ferns and reforestation with species of commercial interest, as well as production and use of orchids and bromeliads, production of bamboo, grapefruit, Chinese pomegranate and avocado, for which the forms of land, inventories of organic carbon on soil, forest floor and aerial biomass including herbaceous, shrubs and trees. In the unit that proposes the establishment of a tilapia production module, the favorable areas for the construction of ponds and the availability of running water were defined, to which the physicochemical parameters of water quality were determined, being suitable for this purpose. The place with protection and shade was located for the establishment of the honey production module with meliponas. In the project to improve

the mushroom production unit, the area for the construction of the shed was delimited.

Keywords: *participatory mapping, biophysical diagnosis, productive reconversion, agroecological zoning.*

5.3 Introducción

El diagnóstico biofísico dentro del Ordenamiento Territorial Comunitario (Cordón *et al.* , 2008) permite conocer los elementos bióticos, abióticos y fisiográficos que se interrelacionan en un medio natural. Es un requisito indispensable para planificar el ordenamiento y sostenibilidad de los recursos naturales, además, permite identificar las potencialidades y limitaciones de sus recursos en beneficio de los pobladores que habitan el área. Previo al diagnóstico biofísico, de acuerdo con la metodología de Ordenamiento Territorial Comunitario (CONAFOR, 2007) modificada para aplicarse a nivel predio (Valencia-Trejo, Álvarez-Sánchez, Gómez-Díaz y Cetina-Alcalá, 2020) deben desarrollarse dos etapas: el taller participativo (Valencia-Trejo *et al.*, 2019a) y la identificación de sistemas bioproductivos a intervenir (Valencia-Trejo, Álvarez-Sánchez, Gómez-Díaz y Cetina-Alcalá, 2019b). Xaltepuxtla es una comunidad de origen nahua y totonaco, cuya tierra se dedica al cultivo de plantas de ornato a costa de árboles y arbustos endémicos del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). Éste se encuentra fragmentado, degradado y con menor riqueza, existe saqueo de leña, hongos y plantas, contaminación de cuerpos de agua, afectación por tuzas, muérdago y malas prácticas de manejo como quemas de rastrojo, así como la extracción de plantas con banco de tierra.

Los resultados del taller participativo indicaron que el cultivo de plantas de ornato tradicional ya no es rentable, la mayoría de los propietarios son adultos mayores, hay abandono de parcelas y recursos

insuficientes en el eslabón productivo (Valencia-Trejo *et al.*, 2019 a). La caracterización biofísica de la zona de estudio (Valencia-Trejo *et al.*, 2019 b) indicó que el 49% de la superficie se dedica a la producción de ornamentales, 22% se destinará a la restauración con especies del BMM y 8% tiene potencial para tecnologías agroforestales. Se identificaron 35 sistemas bioproductivos, de los cuales el sistema con mayor superficie es el destinado a la restauración con 8 hectáreas, seguido del BMM secundario ubicado en aparato volcánico con 7.5 hectáreas y del Sistema Mixto de Ornamentales en laderas escarpadas con 5.5 hectáreas. A partir de estos estudios, la presente investigación tuvo como objetivo generar propuestas de reconversión productiva de los sistemas tradicionales de producción de ornamentales a sistemas sostenibles mediante la aplicación de tecnologías agroforestales en Xaltepuxtla, Puebla.

5.4 Materiales y Métodos

De acuerdo con la zonificación de las áreas asignadas por los productores para iniciar la reconversión productiva dentro de sus predios (Valencia-Trejo *et al.*, 2019 a y b). Se realizaron recorridos de campo de las áreas a intervenir para obtener información del recurso agua para evaluar su potencial para la producción de tilapia; identificación de las especies vegetales presentes para la producción de especies nativas e inventario de carbono. En el Cuadro 16, se describe el tipo de muestreo aplicado a cada predio, actividades realizadas y su ubicación (Figura 15). Para la Finca Cuctenco, el muestreo de agua se realizó en tres sitios. S1 (estanque piso de tierra), S2 (estanque piso de cemento), S3 (río, punto de abastecimiento de los estanques), con tres repeticiones por sitio.

Cuadro 16. Muestreo biofísico de los predios

Finca	Propietario	Muestreo/actividad	Unidad de Muestreo (UM)
Xoxocotla	Eleuteria Salas Vázquez	Inventario de carbono	S1-1
			S1-2
Xoxocotla	Enrique Salas Eslava	Inventario de carbono	S2-1
			S2-2
Ocotitla	José Luis Gutiérrez Castelán	Muestreo de orquídeas y bromelias	
Cucpanco	José Luis Gutiérrez Castelán	Geoposicionamiento de las áreas (cultivo de hongo seta y meliponas)	
Cuctenco	Froilán Salas Vázquez	Agua	S1
			S2
			S3
La Hortencia-Calistemo	Constantino Salas Vázquez	Inventario de carbono	S3

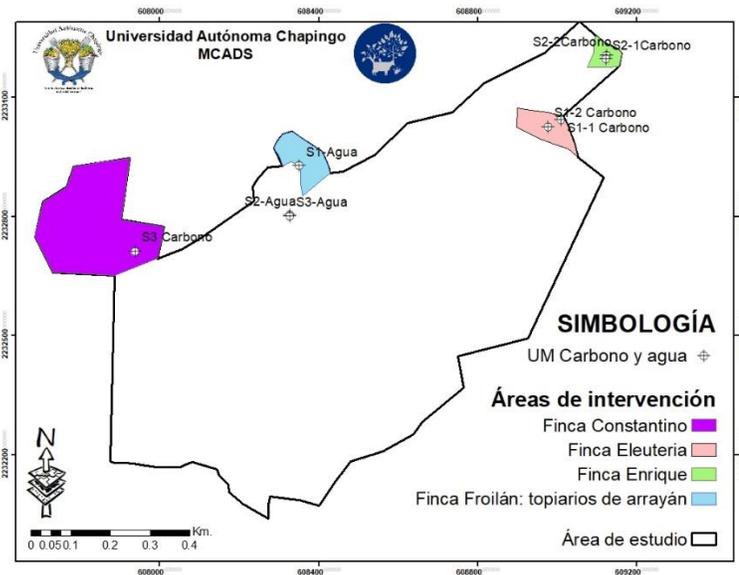


Figura 15. Unidades del muestreo biofísico.

Estas muestras fueron conservadas en frío para el análisis de las propiedades químicas: pH, CE, sólidos totales, P (determinado por el método de Molibdato-Vanadato de amonio), K (flamometría), Ca, Mg (absorción atómica), S (turbidimetría), Fe, Mn, Cu, Zn (absorción atómica), B (método de la Azometina-H) de acuerdo con las

metodologías indicadas por Álvarez-Sánchez y Martín-Campos (2015); turbiedad (nefelométrico) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) mediante el método yodométrico (Normas Mexicanas NMX-AA-028-SCFI-2001 y NMX-AA-038-SCFI-2001). En los predios Xoxocotla y Hortencia-Calistemo se realizó el inventario de los reservorios de carbono de acuerdo con la metodología propuesta por el (IPCC, 2006; IPCC, 2017) en tres componentes: a) biomasa viva de árboles, arbustos y herbáceas; b) materia orgánica muerta constituida por ramas caídas y hojarasca; y c) Materia orgánica del suelo contenida a profundidades de 0-6, 6-12, 12-18, 18-24 cm.

Con la finalidad de reafirmar y obtener más información de las áreas a intervenir en cada predio, se realizó una entrevista semiestructurada con cada productor participante, denominada plan de finca (Palma y Cruz, 2010), en la cual se consideró la información general de la finca, edad del productor, visión, situación actual, mano de obra disponible, actividades productivas, limitaciones, oportunidades, acciones/proyectos a seguir y financiamiento.

5.5 Resultados y discusión

Características de los recursos de las áreas de reconversión

Con base en los resultados del mapeo participativo (Valencia-Trejo *et al.*, 2019 a), recorridos de campo y geoposicionamiento de las fincas (Valencia-Trejo *et al.*, 2019 b), se generó el mapa de áreas de reconversión productiva y proyectos detonadores de cambio (Figura 16).

Calidad del agua para la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*). El crecimiento y reproducción de peces depende de la calidad del agua, para una buena producción es necesario mantener las condiciones físico-químicas dentro de los límites de tolerancia para la especie (Bautista y Ruiz, 2011). La calidad está determinada por temperatura, oxígeno, pH y transparencia (Saavedra, 2003). Los parámetros fisicoquímicos recomendados se muestran en el (Cuadro 17).

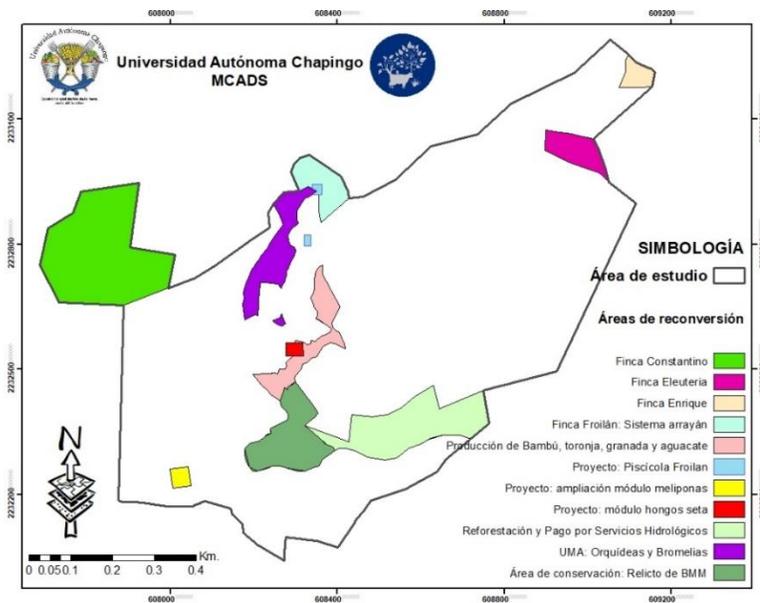


Figura 16. Mapa de áreas de reconversión y proyectos detonadores de cambio.

Cuadro 17. Parámetros fisicoquímicos recomendados para el cultivo de tilapia.

Parámetros	Óptimo	Límites
Temperatura	24 °C-29 °C	< 22 °C < 32 °C
Oxígeno disuelto	< 5 mg L ⁻¹	> 3 mg L ⁻¹
pH	7.5	< 6.5 - ≤ 8.5
CO ₂	< 30 mg L ⁻¹	< 50 mg L ⁻¹
Amonio	0.1 mg L ⁻¹	< 0.1 mgL ⁻¹
Nitritos	4.6 mg L ⁻¹	< 5 mgL ⁻¹
Salinidad	< 20 mg L ⁻¹	< 20 mg L ⁻¹
Turbidez	25 UNT	< 30 UNT
		Rango
Alcalinidad Total		50 - 150 mgL ⁻¹
Dureza Total		80 - 110 mgL ⁻¹
Calcio		60 - 120 mgL ⁻¹

Nitratos	1.5 - 2.0 mgL ⁻¹
Hierro	0.05 - 0.2 mgL ⁻¹
Fosfatos	0.15 - 0.2 mgL ⁻¹
Sulfuro de Hidrógeno	0.01 mg L ⁻¹

(Fuente: SAGARPA, 2012; Saavedra, 2003). UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad).

El análisis de agua en la finca mostró un pH con rango óptimo, sin problema de sales, la conductividad eléctrica es baja, los Solidos Solubles Totales (SST) para el sitio 1 y 3 son de calidad de agua excelente, clase de excepción; el sitio 2 presenta buena calidad, aguas superficiales con bajo contenido de solidos suspendidos, generalmente condiciones naturales, favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), es un parámetro indispensable para determinar el estado o la calidad de agua en ríos, lagos, lagunas o efluentes. Este indica agua no contaminada de excelente calidad en los sitios 1 y 2. En el caso del sitio 3 la calidad de agua es buena, aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable. La turbidez está en el rango óptimo en todos los sitios, menor de 25 UNT.

De acuerdo con la clasificación de dureza de la OMS, los tres sitios se encuentran en el intervalo de 0-60 mg L⁻¹ de carbonato de calcio, clasificadas como aguas blandas; bajo contenido de calcio y magnesio (OMS, 2006) con rango óptimo de dureza para el cultivo de peces (20 a 350 mg L⁻¹ de CaCO₃, (Meyer, 2004) en el sitio 2. Para el sitio 1, se recomienda el encalado del estanque (Arboleda, 2006). No hay contaminación por metales pesados zinc, manganeso y cobre en ninguno de los sitios, sin embargo, el hierro en el sitio 1 presenta valores mayores a lo recomendado (

Cuadro **18**). Para solventar esta limitante será necesario el filtrado del agua a través de zeolita para reducir el nivel de hierro (Petkova, 2013).

Cuadro 18. Valores promedio de las variables del análisis físico-químico de aguas

Sitio	pH	CE	SST	NaCl	DBO5	Turbidez	P-	K	Ca	Mg	CaCO ₃	S-	Fe	Mn	Zn	Cu
		μS/cm	ppm	%	mg O ₂ L ⁻¹	UNT	PO4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
S1	6.53	13.28	5.96	0.00	2.63	11.00	2.94	0.30	0.96	0.34	3.80	0.00	0.37	0.01	Tr	0
s	0.03	0.31	0.15	0.00	0.44	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	Tr	0
S2	7.02	58.97	29.37	0.10	2.23	2.00	2.94	0.60	7.20	0.74	21.88	0.00	0.04	0.00	Tr	0
s	0.06	0.81	0.72	0.00	0.25	0.00	0.00	0.01	0.52	0.00	0.48	0.00	0.01	0.00	Tr	0
S3	6.80	13.74	7.09	0.00	3.12	11.00	1.47	0.33	0.97	0.30	3.70	2.83	0.09	0.00	Tr	0
s	0.06	0.07	0.15	0.00	0.18	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.07	0.58	0.01	0.00	Tr	0

Sólidos Suspendidos Totales (SST) ≤ 25 Calidad de agua excelente, clase de excepción (SEMARNAT, 2010)
 SST 25 < SST ≤ 75 Buena calidad, aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto (SEMARNAT, 2010).

DBO₅ ≤ 3 Calidad de agua excelente, no contaminada (SEMARNAT, 2010).

3 < DBO₅ ≤ 6 Buena calidad de agua, aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable (SEMARNAT, 2010).

UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

s: Desviación estándar.

Tr: trazas.

Almacenes de carbono

En el Cuadro 19 se muestra el carbono presente en mantillo, leñosas, hojarasca y herbáceas de los predios destinados al enriquecimiento de acahuals y reproducción de especies nativas como proyectos de reconversión productiva. El sitio (S3) Acahual Finca la Hortencia-Calistemo presenta 0.88 Mg ha⁻¹ C en hojarasca y 9.25 Mg ha⁻¹ C en mantillo. El sitio (S2-1) Acahual 1 Finca Xoxocotla con 1.82 Mg ha C en hojarasca y 1.65 Mg ha⁻¹ en mantillo.

El estudio de almacenes de carbono realizado por Ruiz (2016) en los sistemas de cultivo de ornamentales tradicionales y un relicto de BMM en Xaltepuxtla, en el sistema BMM estimó contenidos de carbono en hojarasca 0.63 Mg ha⁻¹ y 1.09 Mg ha⁻¹ en mantillo. Estos resultados indican que fueron necesarios 20 años de descanso de los terrenos para permitir la resiliencia de los sitios en cuanto a carbono. Cabe destacar S3 de la Finca la Hortencia-Calistemo tiene una acumulación alta de

mantillo (9.25 Mg ha^{-1}), se debe a que las especies arbóreas dominantes son pinos y encinos los cuales aportan una gran cantidad hojarasca (ocochal) por su gran capacidad de captura de carbono. Este valor alto de mantillo es congruente con los valores reportados por Rodríguez- Laguna (2009) 9.88 Mg ha^{-1} en bosques de pino-encino. El mantillo constituye uno de los principales sitios de almacenamiento de carbono y elementos minerales en el suelo de algunos ecosistemas (Vogt *et al.*, 1986) es un indicador clave del flujo de energía y circulación de nutrientes dentro del ecosistema.

Cuadro 19. Carbono en piso forestal: mantillo, leñosas secas, hojarasca y biomasa aérea de herbáceas.

UM	Componente	Peso (g)	Biomasa (Mg ha^{-1})	C (%)	Referencia	Carbono (Mg ha^{-1})
S2-1	Mantillo	588.13	5.88	28	(Gómez <i>et al.</i> , 2012)	1.65
S2-1	Leñosas	121.84	1.22	50	(Gómez, 2008)	0.61
S2-1	Hojarasca	454.42	4.54	40	(Gómez, 2008)	1.82
S2-1	Herbáceas	29.22	0.29	40	(De la Cruz-Osorio, 2015)	0.12
S3	Mantillo	3302.69	33.03	28	(Gómez <i>et al.</i> , 2012)	9.25
S3	Hojarasca	219.75	2.20	40	(Gómez, 2008)	0.88
S3	Leñosas	192.03	1.92	50	(Gómez, 2008)	0.96

S2-1= acahual 1 Finca Xoxocotla-Enrique, S3= acahual Finca la Hortencia-Calistemo.

Los reservorios de carbono en arbóreas en el Sitio S2-1= acahual Finca Xoxocotla-Enrique presentan 6.64 Mg ha^{-1} de carbono (Cuadro 20) en tanto que en el Sitio 3 (S3= acahual Finca la Hortencia-Calistemo) el carbono fue de $143.95 \text{ Mg ha}^{-1}$ de carbono (Cuadro 21) .

La diferencia se explica por las características del acahual, mientras que en el sitio S2-1 las especies son jóvenes con un D (Diámetro normal con corteza) menor a 20 cm, predominando incluso los D menores a 10

cm, a diferencia con el sitio S3 donde se tienen especies como el ocote (*Pinus sp.*) con *D* de 30 cm. Los acahuales tienen un potencial de captura y reservorio de carbono importante, en relación a la vegetación primaria en menor lapso de tiempo; por lo que, si se siguen manteniendo hacia etapas avanzadas de sucesión pueden ser una alternativa de vegetación estable que genere servicios ambientales de captura de carbono y biodiversidad (García-Domínguez *et al.*, 2018).

Cuadro 20. Carbono de la biomasa viva (árboles) Sitio S2-1= acahual Finca Xoxocotla-Enrique.

Nombre científico	Altura (m)	<i>D</i> (cm)	Biomasa Ec. <i>Y</i> (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	13	11.46	57.19	1.43	0.71
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	16	18.46	191.75	4.79	2.40
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	12	13.05	79.62	1.99	1.00
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	8	8.59	27.44	0.69	0.34
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	7	8.28	24.92	0.62	0.31
<i>Ricinus communis</i> L.	5	1.11	0.13	0.00	0.00
<i>Rhamnus sp.</i>	3	1.27	0.19	0.00	0.00
<i>Ricinus communis</i> L.	4	3.82	3.40	0.08	0.04
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	7	6.68	14.41	0.36	0.18
<i>Ricinus communis</i> L.	3	4.14	4.18	0.10	0.05
<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	10	7.96	22.53	0.56	0.28
<i>Ricinus communis</i> L.	8	1.27	0.19	0.00	0.00
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	15	12.73	74.78	1.87	0.93
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	9	8.91	30.12	0.75	0.38
			Total	13.27	6.64

$$Y = EXP\{-2.289 + [2.649][LN(DN)] - [0.021][LN(DN)]^2\} \text{ (Brown, 1997).}$$

D: diámetro normal con corteza.

Cuadro 21. Carbono de la biomasa viva (árboles) Sitio 3. S3= acahual Finca la Hortencia-Calistemo

Nombre científico	Altura (m)	<i>D</i>	Biomasa (kg Ec. Y)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	12	22.76	325.05	8.13	4.06
<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti.	10	24.51	391.68	9.79	4.90
<i>Psidium guajava</i> L.	6	18.94	204.53	5.11	2.56
<i>Pinus</i> sp.	30	92.31	10594.69	264.87	132.43
			Total	287.90	143.95

$$Y = \text{EXP}\{-2.289 + [2.649][\text{LN}(\text{DN})] - [0.021][\text{LN}(\text{DN})]^2\} \text{ (Brown, 1997).}$$

D: diámetro normal con corteza.

Carbono Orgánico en Suelos (COS)

En el (Cuadro 22) se presenta el COS de la Finca Xoxocotla en los sitios S1-1 (sistemas de cedrela en reconversión productiva 1) y S1-2 (sistemas de cedrela en reconversión productiva 2); así como en los acahuales (S2-1 y S2-2). El sitio S1-1 presentó el mayor valor de COS en la profundidad de 0-26 cm (230.33 Mg ha⁻¹) en este sitio se ha generado mucho COS debido a las podas frecuentes para el cultivo de cedrela, estos resultados son consistentes con el estudio de carbono de Ruiz (2016) en los sistemas bioproductivos de Xaltepuxtla para el sistema mixto de ornamentales que incluye cedrela (243.24 Mg ha⁻¹) en los primeros 30 cm. de suelo. El COS en el S2-1 en la profundidad de 0-26 cm fue de 198.08 Mg ha⁻¹ y el acahual S2-2 el valor más bajo (144.21 Mg ha⁻¹). Si bien estos terrenos han permanecido en descanso durante veinte años, las variaciones en el COS con la profundidad en los primeros 26 cm son bajas (menores a 3%), manteniéndose en rangos 8.37 a 12.06% de materia orgánica del suelo (Figura 17 a, b y Figura 18 c y d). De acuerdo con Ruiz (2016) las topofomas con

pendiente igual o mayor al 15% y el uso de azadón son determinantes en el deterioro del suelo y en consecuencia en la pérdida de carbono.

Cuadro 22. Carbono Orgánico en Suelo (COS) en la Finca Xoxocotla.

UM	Profundidad	MO (%)	<i>Da</i> ($g\ cm^{-3}$)	COS ($Mg\ ha^{-1}$)	COS ($Mg\ ha^{-1}$)
S1-1	0-6.5	9.38	0.66	40.27	
S1-1	6.5-13	11.22	0.86	62.70	
S1-1	13-19.5	9.21	0.99	59.24	
S1-1	19.5-26	10.72	0.98	68.12	230.33
S1-2	0-6	11.055	0.62	41.12	
S1-2	6-12	11.725	0.73	51.26	
S1-2	12-18	12.06	0.79	56.95	
S1-2	18-24	8.375	0.74	37.23	186.57
S2-1	0-6	11.055	0.59	39.39	
S2-1	6-12	11.89	0.67	47.92	
S2-1	12-18	10.854	0.84	54.89	
S2-1	18-24	11.055	0.84	55.88	198.08
S2-2	0-6	9.715	0.40	23.56	
S2-2	6-12	8.54	0.80	41.13	
S2-2	12-18	9.38	0.71	40.14	
S2-2	18-24	8.71	0.75	39.39	144.21

S1-1= sistema 1 cedrela en reconversión productiva Finca Xoxocotla-Eleuteria; S1-2=sistema 2 cedrela en reconversión productiva Finca Xoxocotla-Eleuteria, S2-1= acahual 1 Finca Xoxocotla-Enrique, S2-2= acahual 2 Finca Xoxocotla-Enrique.

Da: densidad aparente.

Los andosoles, son suelos con la mayor capacidad de almacenar carbono debido al contenido de alofano que forma complejos con la materia orgánica protegiéndola de la oxidación (Galicia *et al.*, 2016), por tanto, los valores reportados en las Figuras 17 y 18 son los esperados para este tipo de suelo.

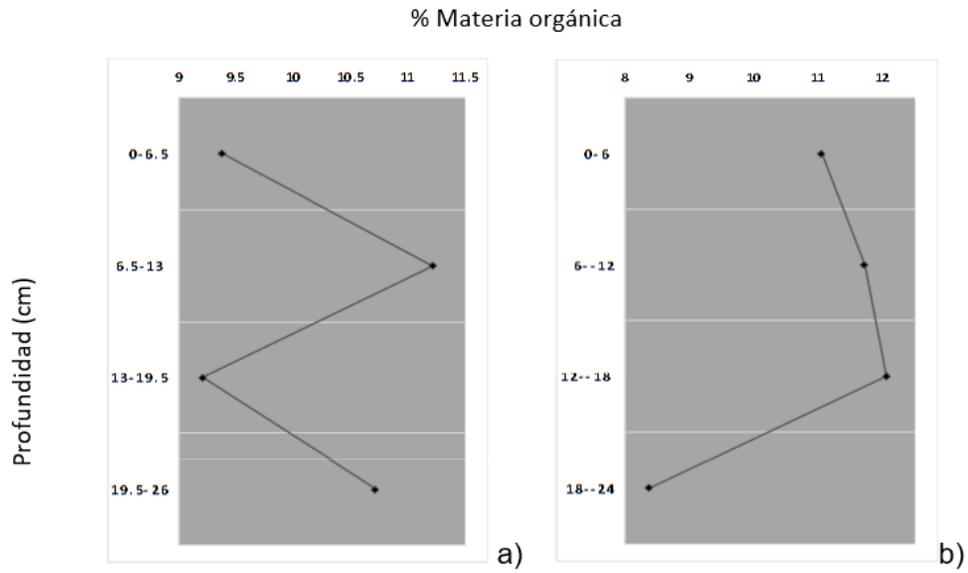


Figura 17. Distribución del porcentaje de materia orgánica de la Finca (Xoxocotla-Eleuteria) a) S1-1 y b) S1-2.

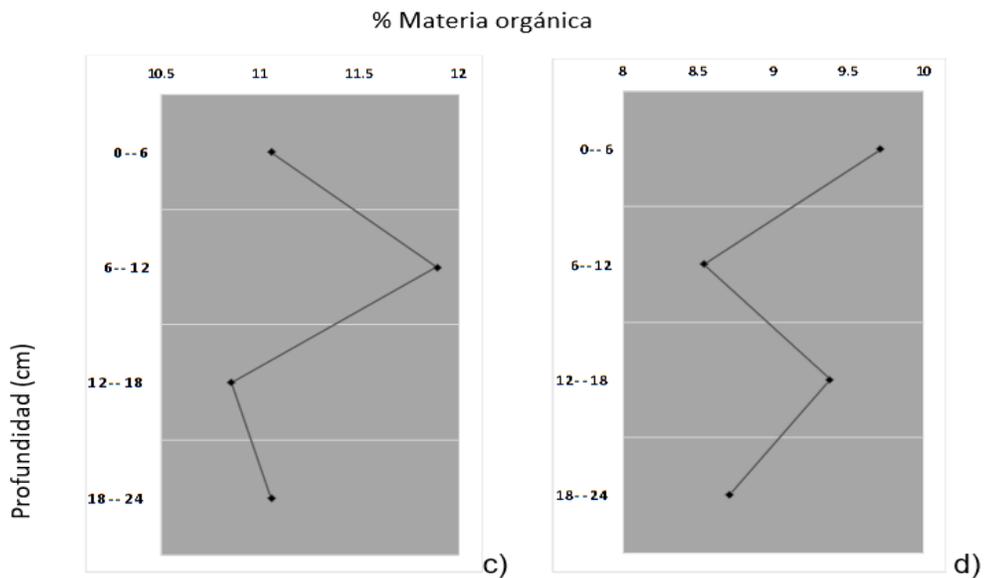


Figura 18. Distribución del porcentaje de materia orgánica en la Finca (Xoxocotla-Enrique) c) S2-1 y d) S2-2.

Acciones de manejo

La propuesta de acciones de manejo y de proyectos detonadores de cambio, si bien se derivan del interés de los productores y el potencial de la finca para un sistema productivo determinado, es relevante contar

con el financiamiento para el logro de la intervención tecnológica. Esto sólo es posible a partir del financiamiento al que tenga acceso el productor. Las reconversiones productivas deben estar alineadas con las necesidades de atención indicadas por el sector agrícola y pecuario del estado, en este caso del gobierno de Puebla y dependencias federales como la CONANP. A continuación, se discuten las propuestas de manejo por finca.

Fincas Xoxocotla y la Hortencia-Calistemo

La escasez de mercado y baja rentabilidad de los sistemas de producción de ornamentales, han obligado a los productores a dejar en descanso terrenos de cultivo, convirtiéndose en acahuales. La CONANP dentro de sus programas de apoyo a la comunidad, subvenciona proyectos de enriquecimiento de acahuales a partir de la restauración con especies maderables nativas del BMM, mismas que deben tener tanto el propósito de restauración del ecosistema como de usos múltiples de interés para los productores. Para esta zona quedaron incluidas: *Alnus acuminata*, *Platanus mexicana*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Fraxinus uhdei* y *Casimiroa edulis* de tal manera que resulte atractivo como objetivo de manejo en el corto, mediano y largo plazo (Arévalo, 2018). Otras especies que pueden incluirse son *Pinus pseudostrobus*., *Quercus sp.* y *Liquidambar styraciflua L.*

Dentro del enriquecimiento de acahuales, se incluyen tecnologías como cercos vivos, barreras vivas y el manejo de especies no maderables, de interés económico como la producción del hongo nativo *Entoloma avortibum* conocido como Totolcózcatl (Mateo, 2018); reproducción de orquídeas, bromelias y del helecho arborescente (*Cyathea salvinii*), especies de gran valor económico y ecológico. En el mediano plazo,

esta restauración puede aspirar al pago por servicios ambientales auspiciados por CONAFOR.

Producción de especies nativas: a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) de helecho arborescente (*Cyathea salvinii*), bromelias y orquídeas. Los productores de los predios Xoxocotla y Ocotitla consideraron estos proyectos. Los ejemplares identificados en el herbario Jes, fueron 5 bromelias (2 *Tillandsia abreviata* H. E. Luther, 1 *Tillandsia juncea* (Ruiz & Pav.) Poir. y 2 bromelias solo se identificaron hasta nivel de género, *Tillandsia sp.*).

Ampliación del módulo de meliponas: las abejas sin aguijón (*Scaptotrigona mexicana*) en la sierra Norte de Puebla han sido explotadas en forma doméstica ancestral y continúa siéndolo en la actualidad para obtener su miel y cera (Ayala, 1999). Son de valor incalculable los beneficios que proporcionan las abejas sin aguijón como un elemento estabilizador del entorno ecológico a través de la polinización de las comunidades vegetales.

Mejoramiento y ampliación del módulo de producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*): el grupo de productores compuesto principalmente de medieros ya ha iniciado con este proyecto, sin embargo, la adecuación y ampliación del módulo de producción, la producción de inóculo y la búsqueda de sustratos económicos y apropiados requiere de inversión para insumos, equipo y mantenimiento.

Producción de tilapia: si bien la disponibilidad y calidad del recurso agua posibilita esta actividad piscícola, el financiamiento es indispensable. En el 2019 estas propuestas no contaron con apoyo por la CONANP ni por el gobierno del estado, por tanto, proyectos

alternativos deben tenerse presente. El propietario retomó la idea de establecer en sus Finca un vivero forestal para producir especies nativas y forestales que inciden en la captura de carbono (*Pinus sp.*, *Quercus sp* y *Liquidambar styraciflua L.*).

Delimitación del área de producción alternativa: se recomiendan las siguientes especies con potencial económico para la zona, bambú (*Phyllostachys aurea*), toronja (*Citrus paradisi*), granada (*Passiflora ligularis*) y aguacate criollo (*Persea sp.*). Las propuestas de proyectos de reconversión generadas a principio de 2019 fueron gestionadas por la UACH ante la CONANP-PROCOCODES desafortunadamente no hubo recursos para el financiamiento de dichos proyectos debido a recortes presupuestales. Sin embargo, para septiembre de 2019 se aprobó el proyecto: establecimiento de apiario, con el objetivo: generar una alternativa productiva, a través de la formación de apiarios de una especie de abeja nativa (*Straptotrigona mexicana*) y contribuir a la conservación del BMM, mediante el aprovechamiento de los Recursos Naturales. Meta: 43 colmenas. Monto de apoyo: \$75,000 (80% CONANP:20% propietario). Periodo de ejecución: 30/09/2019-29/11/2019.

Se recomienda estar atentos a las convocatorias de SADER, SEMARNAT, CONANP, INPI para acceder a recursos. Será necesaria la gestión de financiamiento para el resto de los proyectos detonadores de cambio, a través de una asociación civil donataria autorizada ante Fundación Ford, Fomento Social Banamex, Root Capital y Peace Corps.

5.6 Conclusiones

Las propuestas de reconversión productiva de los sistemas tradicionales de producción de ornamentales a sistemas sostenibles para beneficio de los pobladores y de sus recursos naturales deben fundamentarse en las condiciones biofísicas, visión de los productores

e intervención de los investigadores. Si bien, el financiamiento estatal y/o federal resulta indispensable para la implementación de dichos proyectos, la capacidad de manejo de los productores limita las áreas de reconversión a superficies relativamente pequeñas dentro de la finca.

5.7 Referencias

Álvarez-Sánchez, M.E. y Marín-Campos, A. (2015). Manual de procedimientos analíticos de suelo y planta. Laboratorio de Química. Departamento de Suelos. Chapingo, Estado de México.

Arboleda Obregón, D. A. (2006). Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, VII(11): 1–24.

Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México. Folia Entomológica. 106: 1–123.

Bautista Covarrubias, J. C., y Ruiz Velazco Arce, J. M. de J. (2011). Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. Revista Fuente. 3(8): 10–14.

Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests Forestry Paper 134 (FAO). Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/w4095e/w4095e00.htm#Contents>

CONAFOR (2007). Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC). Manual básico. Comisión Nacional Forestal México. Gerencia de Silvicultura Comunitaria, 63 p.

Cordón Suárez, U., Johnson W. y Cordón Suárez, E. (2008). Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwi Tingni, Puerto Cabezas, RAAN. Ciencia e Interculturalidad. 2: 28–43.

De la Cruz-Osorio, J. C. (2015). Almacenes de carbono asociados a diferentes unidades del paisaje en el Centro Regional Universitario Oriente. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. 156 p.

Galicia, L., Gamboa Cáceres, M. A., Cram, S., Chávez Vergara, B., Peña Ramírez, V., Saynes, V. y Siebe, C. (2016). Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1): 1–29.

García-Domínguez, A., Cámara Cabrales, L. D. C., Van der Wal, J. C. y Martínez Zurimendi, P. (2018). Biomasa en acahuals de tres unidades ecogeográficas del estado de Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48): 69–91.

Gómez-Díaz, Jesús D., Monterroso-Rivas, A. I., Tinoco-Rueda, J. A., y Etchevers-Barra, J. D. (2012). Almacenes de carbono en el piso forestal de dos tipos de bosque. *Terra Latinoamericana*, 30(3): 177–187.

Gómez, D. J. D. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biosfera "sierra de Huautla", Morelos, México. Colegio de Postgraduados. Tesis Doctorado en Ciencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 194 p.

IPCC (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra. In: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miwa K.; Ngara, T. y Tanabe K. (eds). IGES, Japón. 6-56 pp.

IPCC (2007). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Qin, S. S. D.; Manning M.; Chen Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.;

Tignor M. and Miller H.L. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-spm-1.pdf>

Meyer, D. (2004). Introducción Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 159 p.

OMS (2006). Hojas de información sobre sustancias químicas. Guías para Calidad del Agua Potable: Organización Mundial de la Salud, 243–362 pp.

Palma, E., y Cruz, J. (2010). ¿Cómo elaborar un plan de finca de manera sencilla? Turrialba, Costa Rica-CATIE. Serie técnica. Manual técnico No. 96. 52 p.

Petkova, V. (2013). Uso de zeolitas naturales en la remoción de manganeso. Ingeniería Hidráulica en México, XII(3): 41–49.

Ruiz Moreno, S. (2016). Calidad del suelo en sistemas de producción tradicionales y con tecnologías agroforestales en Xaltepuxtlá, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 124 p.

Saavedra, M. A. (2003). Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 47 p.

SEMARNAT (2012). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013. 257-292 pp.

Valencia-Trejo, G. M., Álvarez-Sánchez, M. E., Gómez-Díaz, J. D., & Cetina-Alcalá, V. M. (2019a). a) Caracterización y diagnóstico

participativo para el Ordenamiento Territorial Comunitario con enfoque agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla, México. Manuscrito enviado para su publicación.

Valencia-Trejo, G. M., Álvarez-Sánchez, M. E., Gómez-Díaz, J. D., & Cetina-Alcalá, V. M. (2019b). b) Caracterización biofísica para el Ordenamiento Territorial Comunitario con enfoque agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla, México. Manuscrito enviado para publicación.

Vogt, K.A., Grier, C.C. and Vogt, D. J. (1986). Production, turnover and nutrient dynamics of above-ground detritus of world forest. *Advances in Ecological Research*, 15: 303–307.