

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

MONOGRAFÍA

Adaptación al Cambio Climático basada
en Ecosistemas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA Y
MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

JACQUELINE CHIRINO BARRADAS



Tonalá, Chiapas

Noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

MONOGRAFÍA

Adaptación al Cambio Climático
basada en Ecosistemas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA
MARINA Y MANEJO INTEGRAL
DE CUENCAS

PRESENTA

JACQUELINE CHIRINO BARRADAS

Director

DRA. LAURA ELENA RUÍZ MEZA
Instituto de Ciencias Biológicas



Tonalá, Chiapas

Noviembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

- A mi directora de tesis la Dra. Laura Elena Ruíz Meza por su enseñanza, orientación y experiencia que me brindo para la realización de esta investigación y ayudarme a ampliar mis conocimientos.
- A mis revisores la M. en C. Alexis Fanuel Velasco Ortíz y la M. en C. María Cielo Ortíz Suriano que me ayudaron con sus conocimientos sobre el cambio climático, para la terminación de mi Monografía.
- A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, por la apertura de este curso especial para titulación, que hizo posible mi titulación y a los conocimientos, enseñanzas y herramientas que me proporcionaron a lo largo de mi preparación, para con ello poder realizarme profesionalmente y desempeñarme en el ámbito laboral.

DEDICATORIA

*“No tienes que ser Grande para empezar...
...pero si tienes que empezar para ser Grande”*

-Zig Ziglar

- A Dios primeramente por permitirme llegar hasta aquí, por llevarme de su mano y ayudarme a lograr una más de mis metas, por todo lo bueno y lo malo que me exhorto a seguir adelante.
- A mi padre Isidro Chirino Trujillo y a mi madre Silvia Barradas Cuevas, porque sin sus consejos y apoyo no hubiera logrado ser lo que ahora soy, por su amor incondicional y su eterna paciencia. ¡Los amo!
- A mis hermanos, porque he querido ser un ejemplo a seguir, y demostrarles que no importa las circunstancias en las que te encuentres, ¡si tú quieres, si puedes!
- A mis abuelos que son como mis segundos padres, José Cruz Chirino Rincón y María Magdalena Trujillo de la Rosa, que con su gran experiencia me orientaron a no darme por vencida y a luchar por lo que deseo.
- Y, por último, pero no menos importante, a mi esposo y a mis hijos, que con su amor y apoyo lo he logrado.

INDICE

<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>II. OBJETIVOS</u>	7
<u>2.1 Objetivo General</u>	7
<u>2.2 Objetivos Específicos</u>	7
<u>III. METODOLOGÍA</u>	8
<u>IV. QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y CUÁLES SON SUS IMPACTOS</u>	9
<u>V. QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</u>	10
<u>VI. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</u>	20
<u>VII. ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS</u>	28
<u>VIII. PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS</u>	31
<u>8.1 Medidas de adaptación para preservar el agua</u>	32
<u>8.2 Prácticas de adaptación para recuperar los suelos</u>	39
<u>8.2.1 Abonos Orgánicos</u>	41
<u>8.2.2 Presas Filtrantes De Costales</u>	44
<u>8.2.3 Presas de Gaviones</u>	45
<u>8.2.4 Presas Filtrantes de Piedra Acomodada</u>	47
<u>8.2.5 Presas Filtrantes Vegetativas</u>	48
<u>8.3 Medidas de Adaptación para Restaurar los Ecosistemas y la Biodiversidad</u>	50
<u>8.4 Prácticas de Adaptación para Proteger las Semillas Criollas y Garantizar la Seguridad Alimentaria</u>	53
<u>8.5 Practica de uso de Energías Renovables</u>	63
<u>8.5.1 Energía Solar</u>	63

<u>8.5.2 Energía Eólica</u>	65
<u>8.5.3 Energía Hidráulica</u>	67
<u>8.5.4 La Biomasa</u>	69
<u>8.6 Desazolve de Ríos con Maquinaria</u>	71
<u>IX. CONCLUSIONES</u>	73
<u>X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES</u>	75
<u>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Emisión mundial de CO2 por consumo de combustibles fósiles entre 1971 y 2005.....	1
Figura 2 Concentraciones de GEI.....	10
Figura 3 Clasificación de los Servicios Ecosistémicos.....	16
Figura 4 Medidas de adaptación al cambio climático.....	22
Figura 5 Cisterna Capuchina.....	33
Figura 6 Captación la mica en tiempo de estiaje y Captación el manguito en tiempo de lluvias.....	35
Figura 7 Ollas de captación pluvial.....	36
Figura 8 Capas del suelo.....	38
Figura 9 Composta y Lombricomposta.....	42
Figura 10 Presas filtrantes de costales.....	45
Figura 11 Hectáreas de obras de captación en la reserva protegida el Triunfo.....	45
Figura 12 Presas de Gaviones.....	46
Figura 13 Presas filtrantes de piedra acomodada.....	47
Figura 14 Presas filtrantes vegetativas.....	49
Figura 15 Semillas criollas.....	55
Figura 16 Huertas Biointensivos.....	58
Figura 17 Paneles Solares.....	64
Figura 18 La Ventosa, Juchitán, Oaxaca.....	66

Figura 19 Desazolve de Ríos con Maquinaria.....	72
---	----

RESUMEN

El presente trabajo aborda el tema de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas que contribuye a facilitar la adaptación al cambio climático de las comunidades, y más allá a la sociedad en general, ya que está siendo objeto de atención creciente, debido al elevado potencial que este posee para reducir la vulnerabilidad a un espectro amplio de impactos del cambio climático. La importancia del tema radica en la conservación, el manejo sustentable, y la restauración de los ecosistemas naturales haciendo adecuadas prácticas de los servicios ecosistémicos (de aprovisionamiento, de apoyo, de regulación y cultural). Existen métodos de adaptación basada en ecosistemas para tener un buen funcionamiento, equilibrio, aprovechamiento y restauración de los servicios que ofrece el planeta.

El texto está organizado en cinco capítulos. El primero aborda el cambio climático y sus impactos, ya que altera el equilibrio en el planeta, tales como la biodiversidad, el agua, el aire, captura de carbono, regulación del clima, etc. El segundo que son los servicios ecosistémicos, siendo estos bienes y servicios que benefician a los seres humanos. El tercero trata de la adaptación al cambio climático, que son iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales. El cuarto capítulo es adaptación basada en ecosistemas ya que es una herramienta utilizada como estrategia ante los impactos adversos a la biodiversidad y a las personas a pesar de los drásticos cambios del clima. El quinto se enfoca en prácticas de adaptación, para que las personas no sufran por estrés al no contar con alguno de los servicios ecosistémicos y adaptarse a las nuevas condiciones del planeta, más bien utilizar de manera sostenible los recursos que posee la naturaleza.

Palabras Claves: Adaptación al cambio climático, Adaptación basada en ecosistemas, Buenas prácticas, Servicios ecosistémicos.

INTRODUCCIÓN

En los últimos decenios, los cambios en el clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. La evidencia de los impactos del cambio climático, es más sólida y completa para los sistemas naturales. Hay impactos en los sistemas humanos que también se han atribuido al cambio climático, con una contribución grande o pequeña a este fenómeno distinguible de otras influencias. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014).

En el mundo, la emisión de dióxido de carbono (CO₂) se ha incrementado a la par del consumo de combustibles fósiles. Este incremento no ha sido pequeño: entre 1971 y el año 2005, la emisión mundial derivada del consumo de combustibles fósiles aumentó alrededor de 90%; en este último año se emitieron en el mundo 27 mil millones de toneladas de CO₂ (Fig. 1). Esto significa, que la emisión mundial de CO₂ en 2005 equivale a unas 4 mil 500 veces el peso de la Pirámide de Keops, la más grande de las pirámides de Egipto. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2009).

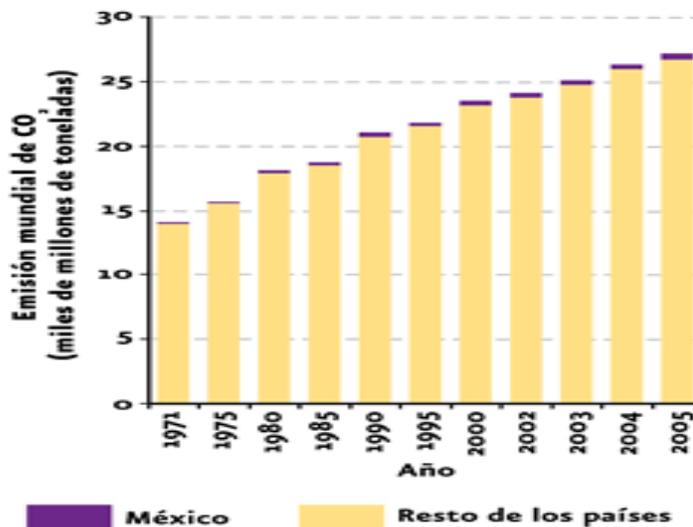


Figura 1 Emisión mundial de CO₂ por consumo de combustibles fósiles entre 1971 y 2005
Fuente: SEMARNAT, 2009

El cambio climático es el estado cambiante del clima, mediante mediciones estadístico en un periodo de tiempo de diez años o más, el clima ha venido variando a través del tiempo por procesos naturales o por fuerzas externas como las erupciones volcánicas, el cambio del ciclo solar o modificaciones en la atmosfera y en el uso del suelo. El cambio del clima se le asigna a la intervención humana de forma directa o indirecta que interviene en la estructura de la atmosfera global y que a su vez se le añade la variabilidad natural del clima en un periodo de tiempo a comparar según La Convención de Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014).

Entonces el cambio climático se muestra como producto del calentamiento mundial al incrementar los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmosfera. Esto empieza desde la época de la revolución industrial por el excesivo uso y quema de combustibles, para hacer más rápida una producción sin tomar en cuenta que se libera gases con mayor cantidad en la atmosfera provocando el efecto invernadero. Esto conlleva que el aumento de estos gases provoque que no haya salida de las radiaciones solares, provocando que este aumente por lo menos a 2 grados Celsius a mediados de este siglo en relación a la temperatura de la época pre- industrial (Adapt-Chile y EUROCLIMA, 2017).

Los gases más comunes de efecto invernadero son: 1) Dióxido de carbono (CO_2), sus principales fuentes son: quema de combustibles fósiles (77%) y deforestación (23%). Con una contribución de 55 % al calentamiento. 2) Clorofluoros Carbonos (CFC) y gases a fines (HFC Y HCFC), fuentes principales: para diversos usos industriales: refrigeradoras, aerosoles de espuma, solventes. Con un 24 % de contribución al calentamiento. 3) Metano (CH_4) sus fuentes principales son: agricultura intensiva, minería de carbón, fugas de gas, deforestación, fermentación. Con una contribución al calentamiento de 15%. 4) Óxido Nitroso, donde sus principales fuentes son: agricultura y forestaría intensiva, quema de biomasa, uso de fertilizantes, quema de combustibles fósiles. Con una contribución al calentamiento de 6%. (Adapt-Chile y EUROCLIMA, 2017).

Los ecosistemas van afectando la vida de las especies entre sus interacciones, alimentación, crecimiento y deslizamientos hacia otros sitios con características similares a las que tenían en su habitat natural, debe mencionarse que no todas las especies tienen la capacidad de desplazarse hacia nuevos sitios para evitar los efectos del cambio climático. Esto quiere decir que, en caso de no poder adaptarse localmente a las nuevas condiciones, podrían extinguirse en el mediano o largo plazo. (SEMARNAT, 2009).

Como uno de los resultados del cambio climático se encuentra el derretimiento de los glaciares, que son grandes masas de hielo que pueden cubrir montañas o volcanes, considerando que estos son grandes cantidades de agua dulce congelada. Por ende, los cambios del nivel del mar son más notorios ya que el derretimiento de los hielos en los polos hace que el nivel del mar se eleve. Otros eventos que se han incrementado a partir del cambio climático son los huracanes, tornados, sequías, heladas o granizadas con temperaturas excesivas, a través de los cuales se sienten más cercanos y trágicos, porque al ocurrir estos tipos de sucesos hay pérdidas tanto de recursos naturales como vidas humanas. (SEMARNAT, 2009).

Según la IPCC (2007) durante las últimas décadas en América Latina se han observado importantes cambios en la precipitación y aumentos en la temperatura. Además, los cambios en el uso del suelo han intensificado la explotación de los recursos naturales y exacerbado muchos procesos de degradación de suelos (Magrin *et al.*, 2007).

Los aumentos del nivel del mar proyectados, la variabilidad climática y los eventos extremos muy probablemente afectarán las zonas costeras. El calentamiento en América Latina para finales del siglo, de acuerdo con diferentes modelos, será de 1° a 4°C para los escenarios de emisiones B2 (escenario de crecimiento poblacional, hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Cuya población mundial crece continuamente, pero a un ritmo menor que la línea evolutiva A2) y de 2 a 6 °C para el escenario A2 (escenario de crecimiento regional, describe un mundo heterogéneo; el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas

evolutivas). Para mediados del siglo, es probable que en el este de la Amazonia los bosques tropicales sean reemplazados por sabanas. Se proyecta también que la vegetación semiárida puede ser reemplazada por vegetación de tierras áridas (Conde-Álvarez *et al*, 2007).

El aumento del nivel del mar puede causar un incremento de inundaciones en zonas bajas. El incremento de la temperatura de los océanos debido al cambio climático tendrá efectos negativos en los arrecifes coralinos y en las pesquerías regionales y provocará desplazamientos en la localización de los bancos de peces en el Pacífico sur y este (Conde – Álvarez *et al*, 2007: 24).

Los servicios proporcionados por los ecosistemas se verán directamente afectados por el cambio climático, que agravará las repercusiones actuales de los factores de estrés de origen natural o humano. Fisher *et al.*, (2009) destacan que los servicios son fenómenos estrictamente ecológicos (estructura, procesos o funciones), cuyo uso pasivo o activo, puede ser directo o indirecto y se convierten en servicios si los humanos se benefician de ellos, por lo que sin estos beneficiarios no hay servicios (Camacho – Valdez *et al*, 2011).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2009) “Dentro del ámbito de los bosques nacionales, el cambio climático ampliara los factores de angustia más críticos como incendios de bosque, especies invasivas nativas y no nativas, acontecimientos climatológicos extremos.

La gestión hídrica se hará más complicada debido a la reducción de la cubierta de nieve, el deshielo precoz y una situación hidrológica alterada que se asocia con temperaturas más altas y unas pautas de precipitación cambiantes, y repercutirá en otros servicios del ecosistema brindados por los bosques (por ejemplo, las oportunidades de esparcimiento durante el invierno). La sequía será más difícil de manejar. Aunque la productividad de los bosques estimulada por unas concentraciones atmosféricas mayores de dióxido de carbono y temperaturas más elevadas, pueda a breve término aumentar en los lugares donde el agua y el nitrógeno no constituyen factores restrictivos, el ozono y otras sustancias contaminantes de

origen industrial, en combinación con los múltiples factores climáticos estresantes, harán disminuir muy probablemente la tasa de crecimiento de los árboles y dañarán gravemente las cuencas hidrográficas”.

Se requiere la incorporación inmediata de opciones de adaptación en los procesos de ordenación y planificación, antes de que los acontecimientos climáticos lleguen a ocasionar alteraciones importantes en el ecosistema, sin embargo, resulta en muchos casos, menos costosos y más rentables, cuando se trata de conseguir los objetivos de ordenación forestal. (FAO, 2009).

La Adaptación basada en los Ecosistemas (AbE) es una metodología de planificación y gestión basada en el uso de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos para generar estrategias de acción coordinada y asistencia específica en la adaptación de personas u organizaciones frente a los efectos adversos del cambio climático. (Adapt-Chile y EUROCLIMA, 2017).

Las preguntas que dirigen esta monografía son:

1. ¿Qué es el cambio climático y cuáles son sus impactos?
2. ¿Que son los servicios de los ecosistemas?
3. ¿Qué es la adaptación al cambio climático?
4. ¿Qué papel tienen los ecosistemas en los procesos de adaptación al cambio climático?
5. ¿Qué prácticas se están llevando a cabo para adaptarse a los efectos del cambio climático a partir de los servicios ecosistémicos?

Esta monografía se realiza principalmente por ser una problemática de interés social, ya que el cambio climático, generado por las actividades antropogénicas, está contribuyendo a acrecentar los impactos dañinos ocasionados por las actividades humanas sobre los bosques, las tierras y el agua., es por eso que, se busca entender los impactos de las variaciones en el clima en los ecosistemas y los servicios que

proporcionan, el papel que juega la actividad humana y en la forma como la población puede disminuir el impacto y adaptarse a ellos, ampliando el conocimiento del clima pasado y futuro, reducir la inseguridad del estado cambiante del clima, conocer la sensibilidad y capacidad de adaptación de los sistemas humanos así como los ecosistemas naturales. (FAO, 2009).

El objetivo de esta monografía es Identificar los impactos del cambio climático en la sociedad y el papel que tienen los servicios ecosistémicos para reducir estos impactos, mediante la revisión de las acciones de respuesta y adaptación que se han estado llevando a cabo en Chiapas.

La importancia de realizar este trabajo radica en conocer algunas prácticas de adaptación y conocer el valor de los servicios ecosistémicos, para enfrentar los impactos a causa del cambio climático. Otro punto a recalcar sobre la importancia de este trabajo es el aportar conocimientos a las personas para tener una vida más práctica y así reducir la vulnerabilidad a los riesgos derivados de los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos. A continuación se presentan los temas de interés de esta monografía, que se basa en que es el cambio climático y cuáles son sus impactos, que son los servicios ecosistémicos, la adaptación al cambio climático, la adaptación basada en ecosistemas, y prácticas de adaptación basada en ecosistemas.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Identificar los impactos del cambio climático en la sociedad y el papel que tienen los servicios ecosistémicos para reducir estos impactos, mediante la revisión de las acciones de respuesta y adaptación que se han estado llevando a cabo en Chiapas.

2.2 Objetivos Específicos

- Comprender los efectos del cambio climático en la sociedad.
- Identificar la importancia de los servicios ecosistémicos en la sociedad.
- Conocer que se entiende por adaptación al cambio climático.
- Establecer el papel de los servicios de los ecosistemas en la adaptación al cambio climático.
- Analizar estrategias de adaptación que se están llevando a cabo para enfrentar los impactos del cambio climático, con base en los servicios de los ecosistemas.

METODOLOGÍA

La presente monografía se realizó entre noviembre de 2017 y noviembre de 2019, mediante la revisión de información que se obtuvo de libros, revistas, de fuentes oficiales como SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA, FAO y de distintas fuentes bibliográficas relacionadas con el tema, sobre el cambio climático, la adaptación de los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y la forma en que se ven afectados por las variaciones en el clima, así como sobre la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático y las medidas de respuesta para enfrentar los impactos dañinos al ecosistema.

Estas herramientas de investigación ayudan a contraer conocimientos sobre los métodos de adaptación, conocer el impacto que ha tenido el cambio climático en las comunidades, la importancia de los servicios ecosistémicos y saber que la colaboración de las personas al utilizar prácticas de adaptación ayuda a contrarrestar la vulnerabilidad de los ecosistemas.

Todas las fuentes consultadas con relación al tema se encuentran en el apartado de la bibliografía.

QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y CUÁLES SON SUS IMPACTOS

La aceleración del cambio climático en las últimas décadas, es un fenómeno como resultado del incremento de gases de efecto invernadero producidos por el uso de combustibles fósiles, es una realidad social que amenaza gravemente a distintos ecosistemas. El incremento de la temperatura global ocasionada por el efecto invernadero es responsable del aumento del nivel del mar, de la disminución de las capas de nieve y hielo, así como del cambio de tendencia en las precipitaciones y todo ello afectará a los sistemas naturales vinculados al hielo, a los sistemas hidrológicos y a la calidad de las aguas, a los sistemas biológicos marinos y de agua dulce como a la productividad agrícola y forestal (Useros – Fernández, 2013).

Se prevé que el cambio climático tendrá efectos directos sobre los organismos individuales, sobre las poblaciones y sobre los ecosistemas. En cuanto a los individuos, se ha encontrado que el cambio climático podría afectar su desarrollo, fisiología y sus comportamientos durante las fases de crecimiento, reproducción y migración. Por otra parte, es probable también que la modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura (Böhning-Gaese, Jetz, y Schaefer, 2008 citados en Uribe-Botero, 2015) afecten la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies.

Lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, podría afectar las interacciones entre las especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas. Esto traería como consecuencia la alteración en los flujos y calidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas (IPCC, 2007 citado en Uribe-Botero, 2015).

Las decisiones humanas tienen impactos en los ecosistemas, causando cambios en sus estructuras y funciones. Estos cambios, a la vuelta, llevan a modificaciones en la provisión de servicios ecosistémicos, lo que al final genera impactos en el bienestar humano. No se pueden plantear economías de escalas en

medios susceptibles de degradación y no recuperación, allí los grados de mayor afectación deberían repercutir en altos costos por parte de quienes explotan los recursos, ya que, por ejemplo, las comunidades receptoras de los servicios ecosistémicos pagan de primera mano los costos de la degradación, por lo tanto, sin un estudio cuidadoso y completo, no habrá un valor monetario que ilustre la magnitud de las consecuencias y la necesidad de actuar para evitarlas (Daily, 2009 citado en Tamayo, 2014).

Las emisiones antropógenas acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI) desde la era preindustrial han experimentado grandes aumentos en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) (Fig. 2) (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).



Figura 2: Concentraciones de GEI.
Fuente: Red de Intercambio de Conocimiento Agroalimentario, 2019.

Las emisiones de CO₂ procedente de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron en torno al 78% del aumento total de emisiones de GEI de 1970 a 2010, con una contribución porcentual similar para el aumento experimentado durante el período de 2000 a 2010 (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

A nivel mundial, el crecimiento económico y el crecimiento demográfico continuaron siendo los motores más importantes de los aumentos en las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles. La contribución del crecimiento demográfico entre 2000 y 2010 siguió siendo a grandes rasgos idéntica a los tres decenios anteriores, mientras que la contribución del crecimiento económico ha

aumentado notablemente. El mayor uso del carbón ha invertido la prolongada tendencia de descarbonización gradual del suministro energético mundial (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

La evidencia más sólida y completa de los impactos observados del cambio climático corresponde a los sistemas naturales. En muchas regiones, las cambiantes precipitaciones o el derretimiento de nieve y hielo están alterando los sistemas hidrológicos, lo que afecta a los recursos hídricos en términos de cantidad y calidad. Muchas especies terrestres, dulceacuícolas y marinas han modificado sus áreas de distribución geográfica, actividades estacionales, pautas migratorias, abundancias e interacciones con otras especies en respuesta al cambio climático en curso. Hay impactos en los sistemas humanos que también se han atribuido al cambio climático, con una contribución grande o pequeña del cambio climático distinguible de otras influencias (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

La evaluación de muchos estudios que abarcan un amplio espectro de regiones y cultivos muestra que los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos han sido más comunes que los impactos positivos. Algunos impactos de la acidificación oceánica en los organismos marinos han sido atribuidos a la influencia humana (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

En relación de 1850 a 1900, las proyecciones apuntan a que es probable que, para el final del siglo XXI (2081-2100), se espera que la temperatura global en superficie sea superior en 1,5 °C. Es probable que el aumento de la temperatura media global en superficie al final del siglo XXI (2081-2100) respecto de 1986-2005 sea de 0,3 °C a 1,7 °C.

La región del Ártico seguirá calentándose más rápidamente, es prácticamente seguro que se produzcan temperaturas extremas calientes más frecuentes y frías menos frecuentes en la mayoría de las zonas continentales, en escalas temporales diarias y estacionales, conforme vaya aumentando la temperatura media global en superficie. También se considera que haya olas de calor con mayor frecuencia y más

duraderas y continuarán produciéndose temperaturas frías extremas en invierno de forma ocasional (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Los cambios en la precipitación no serán uniformes. Es probable que en las latitudes altas y en el océano Pacífico ecuatorial se experimente un aumento en la precipitación media anual, también se considera que la precipitación media disminuya en muchas regiones secas de latitud media y subtropicales, mientras que es probable que en muchas regiones húmedas de latitud media la precipitación media aumente, se contemplan que sean más intensos y frecuentes los episodios de precipitación extrema en la mayoría de las masas terrestres de latitud media y en las regiones tropicales húmedas (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

El océano global seguirá calentándose durante el siglo XXI, con un calentamiento más acusado en la superficie en las regiones tropicales y en las regiones subtropicales del hemisferio norte.

El riesgo de los impactos en relación al clima se deriva de la interacción de los peligros conexos al clima (incluidos episodios y tendencias peligrosos) con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales, así como con su capacidad para adaptarse. Las tasas y magnitudes de aumento del calentamiento y otros cambios en el sistema climático, a los que se suma la acidificación oceánica, hacen que se intensifique el riesgo de impactos nocivos severos, generalizados y, en algunos casos, irreversibles. Algunos riesgos son muy específicos de determinadas regiones, mientras que otros son globales. Los riesgos generales de futuros impactos por el cambio climático se pueden reducir si se limita el ritmo y la magnitud del cambio climático, incluido de la acidificación oceánica (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Los niveles precisos de cambio climático suficientes para desencadenar un cambio abrupto e irreversible siguen siendo inciertos, pero el riesgo asociado a traspasar esos umbrales aumenta a mayor temperatura. Para la evaluación del riesgo es importante evaluar la gama más amplia posible de impactos, incluidos los resultados de baja probabilidad con grandes consecuencias (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Una gran parte de las especies afrontan un riesgo creciente de extinción debido al cambio climático durante el siglo XXI y posteriormente, especialmente porque el cambio climático interactúa con otros factores de estrés.

La mayoría de especies vegetales no pueden desplazar sus rangos de distribución geográfica de forma natural con la suficiente rapidez para acompañarlos a las tasas del cambio climático actuales y las altas tasas proyectadas en la mayoría de los paisajes; la mayoría de los pequeños mamíferos y moluscos dulceacuícolas no serán capaces de acompañar su tasa de desplazamiento a las tasas proyectadas de cambio climático y superiores en paisajes llanos o semillanos en el siglo actual (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

El riesgo futuro se señala como alto por la observación de que el cambio climático global natural a un ritmo inferior al actual cambio climático antropógeno provocó considerables desplazamientos de los ecosistemas y la extinción de especies durante los últimos millones de años (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Los organismos marinos se verán confrontados progresivamente a niveles decrecientes de oxígeno y altas tasas y magnitudes de acidificación oceánica, con los riesgos consiguientes agravados por el aumento de las temperaturas oceánicas extremas (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Los ecosistemas de arrecifes de coral y los ecosistemas polares son muy vulnerables. Los sistemas costeros y las zonas bajas están en situación de riesgo debido a la elevación del nivel del mar, la cual no cesará durante siglos incluso aunque se estabilizara la temperatura media global (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Las proyecciones indican que el cambio climático socavarán la seguridad alimentaria. En razón del cambio climático proyectado para mediados del siglo XXI y posteriormente, la redistribución global de las especies marinas y la reducción de la biodiversidad marina en las regiones sensibles dificultará el mantenimiento sostenido de la productividad pesquera y otros servicios ecosistémicos (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

Muchos aspectos del cambio climático y los impactos asociados continuarán durante siglos, incluso si se detienen las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero. Los riesgos de cambios abruptos o irreversibles aumentan a medida que aumenta la magnitud del calentamiento. (K. Pachauri y A. Meyer, 2014).

QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

El ecosistema es la unidad funcional básica de la naturaleza donde interactúan componentes bióticos (plantas, animales, microorganismos) y abióticos (energía, agua, suelos, nutrientes, atmosfera) mediante procesos (relaciones interespecificas) como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Y se entiende a las sociedades humanas como sistemas complejos que interactúan de forma dinámica con esos ecosistemas, siendo el ser humano una de las especies que habita en ello. (Millennium Ecosystem Assessment, 2005 citado en Balvanera y Cotler, 2011).

Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema que entregan una serie de servicios que son vitales para la sociedad y para el equilibrio en el planeta, tales como alimentos, fibras, biodiversidad, purificación del agua y del aire, captura de carbono, recreación, regulación del clima, entre muchos otros (Adapt – Chile y EUROCLIMA, 2017).

La capacidad de los ecosistemas de entregar estos servicios depende del estado o salud de los mismos, variables que están sujetas al resultado de procesos productivos de los sistemas humanos, tales como el cambio en el uso de la tierra, la expansión urbana, la extracción de materias primas, la producción de alimentos, y las alteraciones atmosféricas que provocan el cambio climático (Adapt – Chile y EUROCLIMA, 2017).

En la historia moderna, el concepto de servicios proporcionados por los ecosistemas tiene sus orígenes en el movimiento ambientalista que empieza a gestarse en las décadas de 1960 y 1970, a raíz de la denuncia de los efectos negativos de la contaminación, la deforestación de bosques tropicales particularmente, la reducción de la capa de ozono, el colapso de algunas de las más importantes pesquerías de especies pelágicas y el cambio en el clima (Carson, 1962; Saville y Bayley, 1980; Farman *et al.*, 1985 citado en Camacho Valdez *et al*, 2011).

Los Servicios Ecosistémicos son los que determinan el bienestar humano y, por lo tanto, las condiciones de las sociedades humanas; la falta, escases o distribución desigual de estos servicios puede ocasionar conflictos sociales o políticos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005 citado en Balvanera *et al*, 2011).

Los Servicios Ecosistémicos se clasifican en cuatro categorías: 1) Servicios de soporte: necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos; 2) Aprovechamiento: productos obtenidos del ecosistema; 3) Regulación: beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema; 4) Culturales: beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas (fig.3) (Camacho Valdez *et al*, 2011).

Servicios de Aprovechamiento	Servicios de Regulación	Servicios de Culturales
<p><i>Productos obtenidos de los ecosistemas</i></p> <p>Alimentos Agua dulce Leñas Fibras Bioquímicos Recursos Genéticos</p>	<p><i>Beneficios obtenidos de la regulación de procesos de los ecosistemas</i></p> <p>Regulación del clima Regulación de enfermedades Regulación y saneamiento del agua Polinización</p>	<p><i>Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas</i></p> <p>Espiritual y religioso Recreativo y turístico Estético Inspirativo Educativo Identidad de sitio Herencia cultural</p>
<p>Servicios de Soporte</p> <p><i>Servicios necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas</i></p> <p>Formación de suelos, Reciclaje de nutrientes, Producción primaria</p>		

Figura 3 Clasificación de los Servicios Ecosistémicos
 Fuente: Elaboración propia con base en Camacho Valdez *et al*, 2011.

Por ello es importante comprender la importancia de los servicios ecosistémicos ya que son en tanto, beneficios de aprovechamiento, de cultura y de regulación que

ofrecen los ecosistemas a la humanidad, no son la solución para enfrentar los desafíos ante los que nos coloca la pérdida de ecosistemas; son parte de los medios de vida de los productores y se entregan para construir formas más duraderas en el uso de los recursos con el fin de alcanzar un mayor bienestar social, sumándose de esta manera, a los esfuerzos para garantizar la conservación (Vargas-Guillen *et al*, 2009).

Es necesario valorar y distinguir claramente entre el uso potencial y el real de los servicios de valor de uso directo (son aquellos bienes ecológicos que entran directamente en la economía humana, se refieren tanto a beneficios actuales como futuros. Los valores de uso directo pueden ser: Valores de uso consumible y Valores de uso no consumible), principalmente los de provisión y los de uso indirecto (son aquellos bienes ecológicos que entran indirectamente en la economía humana. Se clasifican en: Valores de servicio ecológico y Valores de uso incierto), como los de regulación y hábitat. Dado que un ecosistema ofrece múltiples servicios y estos están ligados, la carencia de uno puede repercutir en la disminución de otros, por eso se deben considerar los “valores de existencias”, por ejemplo, el valor del ecosistema como un todo (Maler *et al*, 2008 citado en Tamayo, 2014).

A pesar de que el concepto mismo de servicios ecosistémicos se generó para entender las ligas entre los ecosistemas y el bienestar humano, se sabe realmente muy poco acerca de cómo y en qué medida los ecosistemas inciden en el bienestar humano (MA 2005; Bennet y Balvanera 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007).

Los trabajos en torno a la valoración de los servicios ecosistémicos (Costanza *et al*. 1997; Daily 1997; De Groot *et al*. 2002; Avila-Foucat 2007; Meynard *et al*. 2007; Sanjurjo Rivera y Islas Cortés 2007; Wunder *et al*. 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007) tienen justamente el objetivo de mostrar a la sociedad los beneficios que obtienen de los ecosistemas a través de un sistema de medición monetario.

Los enfoques de la valoración y las herramientas disponibles para hacerlo son múltiples (Avila-Foucat 2007; Sanjurjo Rivera y Islas Cortés 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007) e implican una elevada complejidad, incluyendo el entendimiento de los múltiples componentes y procesos involucrados en el ecosistema, y la valoración

de algunos o todos esos componentes; estos beneficios a las sociedades no se limitan a aspectos monetarios.

Estos beneficios podrían evaluarse en términos sociales, es decir, número de personas beneficiadas por el servicio o afectadas por la falta de éstos, en términos de salud y calidad de vida, de seguridad o vulnerabilidad ante eventos extremos, e incluso de buenas relaciones sociales o la prevalencia de conflictos (MA 2005 citado en Balvanera y Cotler, 2007), las cuales se desconocen casi por completo.

Un tema central en la identificación de beneficios para la sociedad se refiere a que los servicios benefician diferencialmente a distintos sectores de la sociedad, que aprecian o perciben de manera diferente estos beneficios, y que además promueven de forma diversa la provisión de servicios variados (Maass et al. 2005; Byers 2007; Qué-tier et al. 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007).

Así, mientras que algunos servicios representan ganancias monetarias para algunos sectores de la sociedad, como es la extracción de recursos forestales de los bosques templados ((Meynard et al. 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007), otros servicios pueden ser cruciales para la sobrevivencia de la población, como el caso de los servicios derivados de las pesquerías tropicales (fig.) (Castello et al. 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007); asimismo, mientras que los beneficios derivados de la actividad agrícola benefician fundamentalmente a los dueños de las parcelas, los servicios derivados de la regulación del clima son fundamentales para todos los habitantes del planeta (Maass et al. 2005; Byers 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007).

El entendimiento de este abanico de posibilidades, pero sobre todo los contrastes en perspectivas y necesidades de los distintos sectores de la población dentro de un mismo ecosistema, es fundamental para el desarrollo de alternativas de manejo que aseguren el mantenimiento de la provisión de los distintos servicios ecosistémicos.

Por todo lo anterior, el estudio de los servicios ecosistémicos es inherentemente complejo y representa un reto enorme. Su comprensión requiere del entendimiento

tanto de la complejidad inherente de los sistemas ecológicos, la de los sistemas sociales, así como la de su interacción (Liu et al. 2007 citados en Balvanera y Cotler, 2007).

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La adaptación es cualquier característica que permita al organismo a sobrevivir y reproducirse mejor, dadas las condiciones ambientales existentes. La selección natural tiende a preservar las adaptaciones beneficiosas en las poblaciones y a eliminar las perjudiciales (Gómez, 2009).

El clima era un producto derivado principalmente de la latitud, la altitud y la cercanía al mar, a estos tres factores se han venido sumando, por efecto de la acción humana por lo menos: la extensión de las áreas forestales y las emisiones de gases de efecto invernadero. en todo caso, esto no ha sustituido la definición de clima “como la serie de los estados del tiempo sobre un lugar en una sucesión habitual” (Maderey, 1982 citado en Consejo consultivo de cambio climático en Chiapas, 2019).

Esta, más que una definición convencional es, a la luz de las preocupaciones actuales, un marco de referencia sobre los alcances propios de la noción de Cambio Climático, ya que muchas de ellas generalmente señalan los cambios en el tiempo atmosférico, es decir, en el estado de las condiciones meteorológicas en un momento dado, el cual “es un lapso que puede durar horas, días e inclusive semanas” (Maderey, 1982 citado en Consejo consultivo de cambio climático en Chiapas, 2019).

La adaptación al cambio climático ya empezó, aunque de manera reactiva, ya que muchas sociedades todavía no están preparadas para adaptarse a los cambios y enfrentar eventos climáticos extremos. Dado que el uso de la tierra y el cambio climático contribuyen a los principales cambios ambientales que ya estamos viviendo (Costa y Foley 2000; Pielke, 2005 citado por FAO, s.d.), la mejor forma de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes y de mitigar sus efectos es por medio de un enfoque preventivo que integre los efectos ambientales del clima cambiante a la planificación del uso de la tierra. Tales enfoques son particularmente útiles para enfrentar los eventos que afectan a los ecosistemas en gran escala, como los incendios forestales y las especies invasoras. La planificación adecuada del uso de los recursos debe ser parte de este proceso (FAO, s.d.).

Según la FAO (s.d.) el cambio climático ya empezó y, a medida que las temperaturas globales sigan aumentando, será necesario desarrollar estrategias para conservar especies y hábitats incapaces de adaptarse al cambio climático. Las respuestas de la vida silvestre a los desafíos del cambio climático pueden ser de cuatro categorías principales (fig.4):

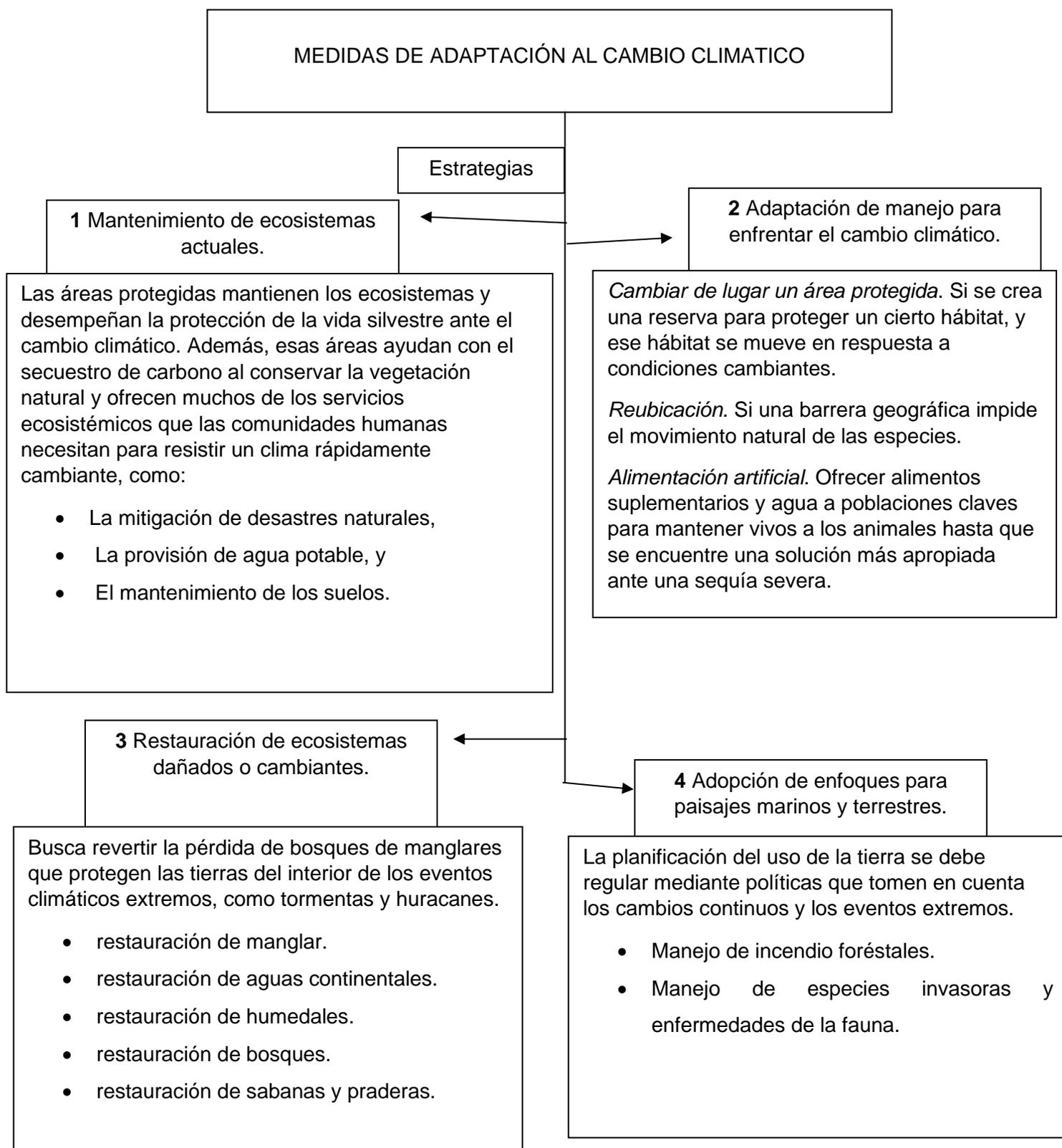


Figura 4 Medidas de Adaptación al Cambio Climático
Fuente: Elaboración propia en base a la FAO (s.d.).

Las políticas y legislación públicas juegan un papel importante en la facilitación de adaptación al cambio climático. La planificación del uso de la tierra se debe regular mediante políticas que tomen en cuenta los cambios continuos y los eventos extremos (FAO, 2011).

Se hace posible este tipo de medidas de adaptación al cambio climático ya que existe una ley general de cambio climático donde el artículo 1° expresa: La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico (Diario Oficial de la Federación, 2018).

Que tiene por objeto I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; entre otras.

La población empobrecida es la más vulnerable a los impactos del cambio climático, pues la carencia de recursos limita su capacidad de respuesta y adaptación (CARE, 2009). Dado que la insuficiencia de ingreso ya no es el único criterio para definir la pobreza, pues importa igualmente la disponibilidad de recursos o activos de distinto tipo: natural, físico, financiero, humano y social, la habilidad de los hogares para ensayar diferentes estrategias de vida depende de los activos que posean para alcanzar su bienestar (Ellis, 2000 citado en Ruiz-Meza, 2012); cuando éstos son afectados y reducidos por los desastres naturales, la vulnerabilidad de los hogares se incrementa (Ruiz-Meza, 2012).

La vulnerabilidad es un concepto fundamental en el análisis de las capacidades sociales de respuesta ante el cambio climático. Ésta se concibe como el estado de susceptibilidad a los daños causados por la exposición a tensiones asociadas a cambios ambientales y sociales, así como a la ausencia de capacidad para recuperarse de tales impactos (Adger, 2006 citado en Ruiz-Meza, 2012).

Mientras que la capacidad de ajuste (Lavell, et al. 2012 citado en Ruiz-Meza, 2012) se refiere a los procesos de respuesta y reacción a los impactos de las amenaza vinculados a la necesidad de sobrevivir, la capacidad de adaptación implica ajustes a las cambiantes condiciones del entorno, así como procesos de transformación y reorganización para mantener el nivel de vida, por lo tanto, requiere de acción planificada, con una perspectiva de mediano y largo plazo (Birkmann, 2009 citado en Ruiz-Meza, 2012).

Ante el incremento de la vulnerabilidad social conviene preguntarse si la creciente migración que se experimenta en la frontera sur de México podría considerarse como una medida de ajuste para afrontar el impacto de las amenazas naturales, o empieza a constituirse en un proceso adaptativo de largo aliento (Ruiz-Meza, 2012).

El estudio realizado por Saldaña y Sandberg (2009 citado en Ruiz-Meza, 2012) en 2,443 municipios de México, revela que las regiones del país más afectadas por los desastres naturales durante la década de 1990 han experimentado los más altos índices de migración como medida de adaptación, las cuales además presentan altos niveles de pobreza y disminución de los ingresos por la caída en los precios de los cultivos (Ruiz-Meza, 2012).

Los municipios que han experimentado una mayor reducción de los salarios son más proclives a la emigración, y demuestran que la frecuencia de catástrofes climáticas estimula a las personas a emigrar a las grandes ciudades, debido a que en los municipios pequeños con actividades económicas poco dinámicas los trabajadores suelen no encontrar empleo (Ruiz-Meza, 2012).

La limitada capacidad de la economía rural para proporcionar empleo ha aumentado significativamente el flujo de la migración a las grandes ciudades y al extranjero. Los autores concluyen que aquellos municipios más propensos a la emigración en México presentan un conjunto de características comunes: situación de marginación, disminución sustancial de los ingresos, subsistencia basada en la agricultura de granos básicos, afectaciones por los frecuentes desastres naturales y lejanía de los grandes centros urbanos, entre las más importantes (Ruiz-Meza, 2012).

La frontera sur de México es escenario de un conjunto de fenómenos asociados a la migración internacional que ha adquirido relevancia social, económica y política por ser a la vez destino, tránsito y origen de migrantes (Ángeles, 2009 citado en Ruiz-Meza, 2012). La migración transnacional ha experimentado un rápido crecimiento en la última década y avanza a pasos más rápidos que en otras regiones de México con mayor tradición migratoria. Entidades como Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, antes ajenos al fenómeno migratorio, ahora son entidades en las que el proceso se consolida como la principal estrategia de vida de amplios sectores de la población (Serrano & Tuñón, 2009 citado en Ruiz-Meza, 2012).

La capacidad de adaptación es la combinación de las fortalezas, atributos y recursos disponibles de un individuo, comunidad, sociedad u organización que se

utilizan para ajustarse a las condiciones cambiantes del entorno, reducir los impactos adversos y aprovechar las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2012 citado en Ruiz y Arellano, 2014).

Las estrategias de respuesta no necesariamente podrían implicar cambios en los sistemas sociales, con el fin de aumentar su resiliencia (Adger 2006 citado en Ruiz y Arellano, 2014),

La variabilidad del clima es una de las muchas tensiones que enfrentan los hogares y las comunidades. Sin embargo, la mayor parte de los proyectos de intervención social no se han impulsado considerando explícitamente los riesgos climáticos y sus efectos en los medios de vida; incluso, menos frecuentes son los proyectos que toman en consideración las implicaciones del cambio climático a largo plazo y cómo las actividades de un proyecto podrían influir en la capacidad de respuesta y adaptación social, es por eso que se debe considerar los métodos adaptativos como CRiSTAL (Ruiz y Arellano, 2014).

CRiSTAL (Community-based Risk Screening Tool-Adaptation & Livelihoods) es una herramienta diseñada para facilitar la identificación comunitaria de riesgos climáticos y sus impactos en los medios de vida y las acciones de adaptación. Es un instrumento útil para revisar los efectos de un proyecto de intervención sobre los recursos que determinan la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación de las poblaciones. Asimismo, facilita la incorporación del enfoque de reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático en los proyectos de conservación y desarrollo (IISD, UICN, SEI e Intercooperation, 2009; IISD, 2012 citado en Ruiz y Arellano, 2014).

Las cuencas costeras de Chiapas son muy vulnerables a los impactos del cambio climático debido a las cantidades de lluvia de hasta 5500 mm en las regiones más altas de las cuencas, los terrenos montañosos y el alto grado de erosión hídrica; estos son factores adicionales a los procesos sociales de construcción de riesgos, impulsado por modelos de acumulación de capital que a menudo se traducen en políticas de urbanización rápida y no planificada, desigualdad en la ocupación de la tierra, y al alto

grado de vulnerabilidad en la población debido a aumentos significativos en pobreza y exclusión social (Ruiz-Meza, 2015).

Las lluvias torrenciales, tropicales y los ciclones de 1998, 2005, 2007 y 2010 causaron graves daños a las comunidades más pobres, viviendas dañadas, servicios públicos, actividades económicas e infraestructura de comunicaciones. Se perdieron vidas humanas y pérdidas monetarias, fueron importantes debido a la destrucción de cientos mil hectáreas de tierras de cultivo (Secretaría de Desarrollo Social, 2005; Valladares et al., 1999 citados en Ruiz-Meza, 2015).

ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS

La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) es definida como la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (Lhumeau y Cordero, 2012).

La adaptación basada en los ecosistemas (AbE) utiliza intencionadamente la “infraestructura verde” (utilización de vegetación, suelos y procesos naturales para funciones tales como la gestión del agua de lluvia en la creación de ambientes más saludables) y los servicios ecosistémicos para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas al cambio climático. La AbE es, de hecho, un enfoque antropocéntrico, interesado en la forma en que los ecosistemas pueden ayudar a las personas a adaptarse tanto a la variabilidad actual del clima como al cambio climático futuro (Lhumeau y Cordero, 2012).

La Infraestructura verde direcciona la conectividad, protección y provisión de los servicios ecosistémicos a diferente escala, aportando a las metas globales de la mitigación y a las metas nacionales/regionales/locales de la adaptación ante el cambio climático; adicional a esto disminuye los riesgos asociados a los desastres por ejemplo a través de la protección costera con los pantanos y restauración de áreas de inundación como acciones prioritarias en comparación con los diques de construcción. En síntesis, la infraestructura verde apuesta a mantener la salud y la resiliencia del ecosistema para contribuir a la conservación de la biodiversidad y asegurar la provisión de los bienes y servicios del ecosistema necesarios para la sociedad (CE 2011; Naumann et al. 2011; Imbach *et al*, 2014 citado en Lhumeau y Cordero, 2012). El objetivo es en todos los casos reducir la vulnerabilidad de las personas frente a los efectos del cambio climático.

La AbE comprende medidas para conservar, restaurar y gestionar de manera sostenible los ecosistemas y los recursos naturales, y complementa o incluso

reemplaza otras medidas de adaptación, como las medidas de infraestructura de construcción o “gris”. (Oliver *et al*, 2012).

La Infraestructura Gris son las medidas físicas construidas por el hombre en los espacios rurales o urbanos para asegurar la entrega de bienes y servicios que promuevan la prosperidad, el crecimiento y que contribuyan a la calidad de vida y al bienestar social (salud, seguridad de los ciudadanos y calidad de su medio ambiente); es decir la infraestructura gris no es un fin en sí mismo sino el medio (Imbach *et al*, 2014 citado en Lhumeau y Cordero, 2012).

Además, las soluciones naturales basadas en los ecosistemas tienden a generar valiosos beneficios adicionales, como la fijación de carbono, la conservación de la biodiversidad o la producción de alimentos, y con frecuencia son más eficientes desde el punto de visto de los costos (Oliver *et al*, 2012).

La definición de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2009) es: “utilizar la biodiversidad y los servicios ecosistémico para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.”

La AbE “incluye el manejo sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas, como parte de una estrategia general de adaptación, que considera los beneficios sociales, económicos y culturales para las comunidades.” Algunos ejemplos son: la restauración de ecosistemas costeros para proteger a las comunidades desmejoradas, el uso de árboles de sombra en cafetales para estabilizar la producción en climas más secos y variables, y la restauración de bosques en nacientes y zonas raparías para regular las reservas de agua y proteger a las comunidades de inundaciones (Oliver *et al*, 2012).

La AbE puede brindar beneficios adicionales a la adaptación, como incrementar las reservas de carbono, la polinización y la diversificación de medios de vida. Así mismo complementa los enfoques relacionados con el manejo de los recursos naturales y la biodiversidad; pero este enfoque es diferente porque se centra en las necesidades y beneficios adaptativos y los integra en las estrategias de adaptación.

Por lo tanto, la AbE se centra en las personas al utilizar enfoques participativos basados en las comunidades (Sheddon, 2016 citado en Oliver *et al*, 2012).

PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS

Los ecosistemas amortiguan los impactos naturales tales como sequías, tormentas y desprendimientos, a la vez que regulan el clima e influyen en el ciclo hídrico. Específicamente la implementación de prácticas para estabilizar los ecosistemas incluyendo la diversificación de cultivo, conservación y manejo orgánico de suelos, cosecha de agua de lluvia, riego y restauración de tierras degradadas son útiles para prepararse para los efectos adversos del cambio climático, con menor vulnerabilidad y mayor sostenibilidad a largo plazo (Rodríguez *et al*, 2017).

Las prácticas de adaptación fortalecen de diferentes maneras a las personas ya que el principal sustento es de las labores de campo. Para hacer estas labores se deben organizar, unirse y aprender, mejorando la calidad de vida porque con ellas se obtienen seguridad hídrica, alimentaria y económica y estos ayudan a asegurar el agua en la cuenca, recuperar la biodiversidad, recuperar los suelos y la soberanía alimentaria, usar energías renovables e infraestructuras (Balderas-Moreno *et al*, 2014).

En Chiapas la SAGARPA ha trabajado impulsando el programa que lleva el nombre de Componente Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), a través del cual se ofrecen apoyos para construcción de pequeña infraestructura de captación y almacenamiento de agua, obras y prácticas de conservación de suelo y agua, actividades productivo-conservacionistas y elaboración y puesta en marcha del proyecto y soporte técnico (Soares y Garcia-Garcia, 2017).

En el presente documento se mencionan algunas de las principales prácticas de adaptación como prevención ante posibles vulnerabilidades causadas por el cambio climático como son las medidas de Adaptación para Preservar el Agua, siendo este el líquido vital para todos los seres vivos; Prácticas de Adaptación para recuperar los Suelos; Las medidas de Adaptación para Restaurar los Ecosistemas y la Biodiversidad; Prácticas de adaptación para proteger las Semillas Criollas y garantizar la Seguridad Alimentaria; Prácticas de uso de Energías Renovables; y desazolve de ríos con maquinarias.

8.1 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA PRESERVAR EL AGUA

Los recursos hídricos, es uno de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento que incluyen el agua en todas las etapas del ciclo hidrológico, conjuntamente con toda la biodiversidad que esta soporta, tal como los peces, los anfibios, la flora. La interdependencia de estos elementos, así como el ciclo hidrológico que estos generan, tal como la evaporación, la transpiración, la humedad del suelo, el agua superficial y freática, el agua costera y marítima, dentro de una perspectiva integral, sustentada por las unidades hidrológicas básicas, las cuencas y los acuíferos, definen el potencial hídrico de una región (Andrade-Pérez *et al*, 2004).

El ciclo hidrológico es el proceso ecológico mediante el cual el ecosistema recibe el agua en forma de lluvia o nieve, esta humedad reabastece ríos, acuíferos y fuentes de aguas subterráneas. La dotación de agua de un sistema en particular depende del clima, la fisiografía, la vegetación y la geología de la región y de las cuencas. Los seres humanos han abusado de la tierra y destruido su capacidad para recibir, absorber y almacenar agua (Shiva, 2003).

La deforestación y la minería han destruido la capacidad de las cuencas fluviales para retenerla. Los monocultivos y la ganadería extensiva han agotado las fuentes de agua. La utilización, cada vez mayor de combustibles fósiles ha ocasionado contaminación atmosférica y el cambio climático responsable de inundaciones, ciclones y sequías recurrentes (Shiva, 2003).

Chiapas es uno de los estados con mayor diversidad biológica y cultural de México y también una de las regiones hidrológicas más importantes por su contribución a la generación de energía. sin embargo, también es uno de los estados con mayores niveles de marginación y pobreza, así como donde se presentan altas tasas de deforestación. En este sentido, un programa de compensación por los servicios ecosistémicos representan una ventana de oportunidad para revertir el proceso de

deterioro de los recursos forestales y una posible alternativa para reducir los niveles de pobreza y vulnerabilidad (Vargas – Guillen *et al*, 2009).

El manejo, restauración y conservación de ecosistemas, también puede contribuir a mejorar la calidad del agua, incrementar la recarga de agua subterránea y reducir la escorrentía superficial durante eventos extremos. Alrededor de un tercio de las mayores ciudades del mundo, obtienen el agua para consumo humano directamente de áreas boscosas (Lhumeau *et al*, 2012).

Una de las medidas de adaptación para preservar las fuentes de agua y los servicios hidrológicos son las Cisternas Capuchinas, las cuales sirven para cosechar agua de lluvia de los techos de las viviendas o de las escuelas. Una vez almacenada en cisternas o tanques, sirve para producir a pequeña escala hortaliza y uso del agua en toda la casa. Los depósitos se llenan en tiempo de lluvias para tener abasto de agua en tiempo de secas (Fig. 5). No se extrae agua de los mantos acuíferos, si no que se tiene agua de la lluvia, que está limpia que la de los acuíferos contaminados. En tiempo de secas ayuda a tener agua limpia para atender las necesidades humanas y para los huertos de hortaliza. Se puede seguir teniendo hortalizas en tiempos de secas, se ahorra agua y dinero. El agua de lluvia se adquiere para las personas, los animales y plantas, y no se gasta el agua de la llave (Tinoco-Navarro, 2017).



Figura 5 Cisterna Capuchina
Fuente: Tinoco- Navarro, 2017.

Otra medida de adaptación para preservar el agua según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012), son el uso de jagüey, ollas de o bordos de agua que son depresiones sobre el terreno, que permiten almacenar agua proveniente de los escurrimientos superficiales. Son cuerpos de agua más pequeños que una presa de tierra compactada, el cual permite almacenar y distribuir, de manera controlada y por gravedad, el agua captada de los escurrimientos superficiales.

Es una obra de captación de bajo costo, con horizontes de recuperación de inversión de uno a dos años, usada para captar y almacenar agua para diversos usos del medio rural; pero principalmente el pecuario. Su uso disminuye la mortandad y/o estrés del ganado, causado por escasez de agua durante la época de estiaje. Mejoran el entorno micro climático y la recarga de acuíferos. No se requieren conocimientos técnicos avanzados para su manejo y administración. Son compatibles con proyectos de acuicultura para autoconsumo (SAGARPA, 2012).

Chiapas aprueba este tipo de obra ya que su gobierno implementa una política integral de gestión de recursos hídricos bajo principios de manejo sustentable, enfocada al cuidado del medio ambiente y al desarrollo social y económico, lo que se traduce a mayor infraestructura y mayor participación ciudadana. Y, específicamente, en las localidades de difícil acceso, principalmente por estar ubicadas en las zonas montañosas, en el 2016 se construyeron dos mil 353 tanques de captación pluvial, con una inversión de 98 millones de pesos, con los que suman cinco mil 27 tanques del 2013 al 2016 (El sendero noticias SDP, 2016).

En las zonas marginales del estado de Chiapas, se hizo entrega de dispositivos de ion plata con capacidad para desinfectar 1,100 litros, este tipo de apoyos se proporciona a las poblaciones que cuentan con captación de agua pluvial domiciliaria y cuentan con tanques de 1,100 lts de capacidad. se entregó un equipo por hogar o familia, consta de un tinaco de 450 lts de capacidad, una llave de salida, una tapa hermética y un dispositivo de ion plata, este dispositivo tiene la capacidad de desinfectar el agua recolectada (de lluvia o manantial) con un contacto mínimo de 4 horas. El dispositivo tiene 2 años de funcionalidad. Estos equipos son actualmente

básicos para disminuir los índices de mortalidad por enfermedades de origen hídrico en la población más vulnerable como son la niñez y personas de la tercera edad, en las zonas de los municipios de mayor índice de marginación, y que no cuentan con sistema de agua potable (Instituto Estatal del Agua s.d.).

En Arriaga, Chiapas (CONAGUA s.d.) se cuenta con dos obras de captación el primero; denominado abastecimiento la Mica se localiza a 6km del tanque acueducto, está construida con una presa filtrante de concreto que atraviesa a lo ancho del rio; se construyó en el año 2003, se le hizo una presa de gavión que se destruyó en la primer creciente. el segundo es la captación El Manguito es abastecida por la cuenca La Mica; el rio mide aproximadamente de ancho 20 a 30m.cuenta con un aforo de 40lt/s siendo este su 100% y en época de estiaje llega a un 14 %. Cuenta con una presa filtrante de concreto, construida y diseñada en el 2007, que atraviesa a lo ancho el rio Lagartero (fig.6).



Figura 6 Captación la mica en temporada de estiaje y Captación el manguito en tiempo de lluvias.
Fuente: CONAGUA (s.d.).

Asimismo, se han instalado cinco plantas purificadoras y construido 18 ollas de captación pluvial, con una inversión de 16.5 millones de pesos (Fig. 7). La construcción de la olla de captación pluvial ha cambiado drásticamente la vida de los habitantes de la localidad de Buenavista, en el municipio de Oxchuc, a poco más de cien kilómetros

de Tuxtla Gutiérrez, también en los Altos de Chiapas. Y de eso, da testimonio el indígena Daniel Méndez. (El sendero noticias SDP, 2016).



Figura 7. Ollas de Captación Pluvial
Fuente: SAGARPA, 2012.

Las presas de concreto, mampostería o de tierra son otro tipo de obras para preservar el agua, ya que son presas de tipo gravedad con cortina de material rígido a base de concreto ($f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$) ($f'c$ es la resistencia del concreto de la construcción (unidad kg/cm^2)), de no más de 14 m de altura máxima, y con cortina de material rígido a base de mampostería de piedra y mortero (no lleva varilla), de no más de 14 m de altura máxima, que se construye con herramientas manuales de manera transversal al flujo del agua de un arroyo. Este tipo de estructuras se construyen con un talud aguas abajo de 0.7:1. Se usan para captar y almacenar agua de escurrimientos destinada como abrevadero de ganado, el riego de pequeñas superficies y eventualmente el uso doméstico de las comunidades rurales aledañas a la obra. (SAGARPA, 2012).

Un ejemplo claro de estos son las Presas: La Angostura, Chicoasen, Peñitas y Malpaso, que se encuentran Chiapas, pero, así como tienen beneficios también tienen un costo ambiental, social y económico muy alto. Son un gran negocio para

constructores y productores de energía, pero los impactos en la biodiversidad y los ecosistemas donde se construyen son prácticamente irreversibles, así como los efectos sociales. (Gómez, 2008).

El agua ha tenido un desarrollo fundamental en el desarrollo histórico, económico, comunitario y ambiental del hábitat biocultural. Se tiene la fortuna de contar con nueve manantiales y dos pozos profundos que distribuyen agua a gran parte de la población. Además, este territorio forma parte de la cuenca del Valle de Jovel, que es una cuenca tributaria del río Grijalva, que comprende cinco municipios de Chiapas: Chamula, San Cristóbal de las Casas, Huixtla, Tenejapa y Zinacantan; que a su vez cuenta con amplias zonas boscosas que favorecen los escurrimientos superficiales y la recarga de agua subterránea. (Agenda participativa por el agua segura, 2018-2024).

Otro ejemplo según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) la ciudad de Tapachula, Chiapas su sistema de abastecimiento de agua potable a la ciudad consta principalmente de captación superficial, proveída por el río Coatán, con 8 km de línea de conducción con diferentes diámetros y materiales, planta potabilizadora, cuatro tanques de regulación y red de distribución. Así mismo se tienen disponibles 20 pozos profundos de los cuales 8 operan de forma regular, reforzando el suministro y su zona de influencia, para tener agua con mayor calidad.

Un caso reciente es en Motozintla, Chiapas donde en este año se está dando inicio a la perforación de un pozo profundo, como medida de adaptación, con la finalidad de brindar los servicios de agua a la población, ya que los recientes años han sido afectados por la falta de este recurso. El presidente actual de este municipio como medida de respuesta ante esta situación anuncio una campaña intensa de reforestación, para evitar que en los próximos años siga este problema, además invito a la población a cuidar de este recurso vital que es el agua. (Noticias Chiapas, 2019).

Proyecto COUSSA Chiapas. Entre las causas de la nula captación se encuentra que en las ollas de agua construidas en los proyectos integrales de los municipios de Zinacantán, Larráinzar, Tonalá, Amatenango de la Frontera, Bejucal de Ocampo y La Grandeza existe un deterioro de la geomembrana que impide que puedan retener el

agua por más de un día, en el caso de Larráinzar, Amatenango de la Frontera, La Grandeza y Bejucal de Ocampo la línea de conducción no opera lo que no permite la captación de agua (COUSSA, 2013).

En el caso del proyecto integral del municipio de Aldama, el muro de la olla de agua colapsó y la pequeña presa posee filtraciones, pero alcanza a llenar el tanque de captación. Las pequeñas presas de Tapachula, Larráinzar, La Concordia y Villa Comaltitlán tienen filtraciones. La pequeña presa de Villaflores está azolvada en un 80% y la línea de conducción no opera (COUSSA, 2013).

Los tanques de captación de Villa Comaltitlán, La Concordia y Larrainzar se alcanzan a llenar a pesar de las filtraciones en las pequeñas presas que los alimentan. En Tonalá, La Concordia y Villaflores existen jagüeyes que captan el agua de lluvia reportada en el rubro de embalses (COUSSA, 2013).

Fue recurrente el comentario de los beneficiarios que desconocen como operar el proyecto integral, o bien realizar la reparación o mantenimiento a la infraestructura de captación de agua. Por otra parte, no existen signos de urgencia en la operación del proyecto o rehabilitación de las obras, porque tienen otras fuentes de abastecimiento de agua para el abasto domiciliario y la mayoría no realiza prácticas agropecuarias ligadas a uso y aprovechamiento de sistemas de riego, dado que la producción agropecuaria se logra con el temporal normal anual (COUSSA, 2013).

Asimismo, los beneficiarios no hacen alusión de identificar a personal técnico a cargo de capacitarlos o brindarles asistencia técnica para la operación y seguimiento del proyecto en las etapas subsecuentes de aprovechamiento del agua captada (COUSSA, 2013).

8.2 PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN PARA RECUPERAR LOS SUELOS

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. También en el suelo las raíces encuentran el aire necesario para vivir.

El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes de un suelo se le llama perfil. El perfil de un suelo se puede observar en un corte de caminos o en una barranca. Horizonte A: capa superior, más oscura y fértil, con más raíces. Es la capa arable del suelo. Horizonte B: capa más arcillosa, menos fértil y con menos raíces. Horizonte C: capa más profunda donde se encuentra la roca madre. Prácticamente sin raíces. Horizonte D: roca madre sin alterar (Fig. 8). (INIA, 2015).



Figura 8. Capas del suelo
Fuente: FAO, 2009.

Actualmente, en el estado de Chiapas y en general en la región tropical del país, la riqueza natural original de sus recursos naturales se encuentra amenazada por la

degradación de los mismos como resultado de las actividades productivas mal planeadas y sin prácticas de conservación (SAGARPA, 2013).

Una de las principales causas de la degradación del suelo y agua es la erosión hídrica, la cual año con año durante la temporada de lluvias, incide sobre el suelo y en las parcelas agrícolas causa pérdidas de suelo de hasta 80 t ha⁻¹ año⁻¹ en las laderas de más de 30% de pendiente en la Frailesca, Chiapas (Villar y López, 2003) y su efecto acumulado se refleja en la pérdida de su productividad y consecuentemente en una disminución anual del rendimiento de los cultivos. En un estudio realizado por López y Anaya (1994), se estimó una pérdida del 75% del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) como resultado de una erosión acumulada de 250 toneladas en un período de 6 años. La erosión hídrica también causa efectos externos con impactos negativos en la infraestructura, contaminación de cuerpos de agua e inundaciones, problemas que finalmente afectan a toda la sociedad (Arellano, 199 citada en SAGARPA, 2013).

Por lo anterior se considera que, para alcanzar un equilibrio armónico entre el desarrollo de la sociedad y el deterioro permisible de los recursos naturales en una cuenca hidrográfica o unidad de drenaje, es indispensable diseñar y desarrollar de manera permanente un Plan de Manejo adecuado (Bricquet y Claude, 1998; López y Magdaleno, 2009 citada en SAGARPA, 2013).

Un suelo vivo brinda muchos servicios a los ecosistemas: secuestro de carbono, disponibilidad de nutrientes, regulación del ciclo del agua y producción de alimentos. Se estima que alrededor del 25% de los suelos agrícolas en el mundo están degradados. Al mismo tiempo, no se está manejando correctamente los suelos disponibles en uso y, obviamente, esto constituye un problema en un mundo cambiante. Si se fuera capaz de restaurar la fertilidad y la productividad de los suelos sin ampliar la frontera agrícola podríamos producir 25% más alimentos y disponer de un sumidero importante de carbono que ayudaría a mitigar el cambio climático. (Gianella, *et al*, 2015).

En este apartado se menciona dos tipos de técnicas para la recuperación de los suelos como son los abonos orgánicos hechos de materiales orgánicos de consumo

humano diario, para tener un suelo rico en nutrientes; y las presas filtrantes utilizadas principalmente para retener el suelo y controlar la erosión de cárcavas y disminuir el azolve de cuerpos de agua.

8.2.1 Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son desechos de origen animal o vegetal de los que se pueden obtener nutrimentos, pero sobre todo el suelo se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Por lo anterior, podemos deducir que un abono en general se considera aquel material orgánico que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través de mejorar las propiedades físicas del suelo. En el contexto anterior, los materiales que provienen de residuos orgánicos, como los estiércoles de diferentes especies animales, los biosólidos, los residuos de cosechas y las compostas, pueden considerarse también como abonos orgánicos o mejoradores del suelo (SAGARPA, 2013).

Los Abonos Orgánicos son para enriquecer el suelo y las plantas, se aprovecha todo lo orgánico con la composta y luego con la lombriz, para hacer un abono de más calidad. Con los abonos orgánicos se recupera el suelo y se mejora, si como el del huerto y el de la parcela. No contamina porque se usa todos los restos orgánicos y se enriquece el suelo para las hortalizas. No contamina ni daña porque ya no se usan químicos. Si la se aplica en suelos pobres, los enriquece y producen más, mejora su estructura y reduce la erosión. Así no se es dependiente de químicos, al contrario, hasta se puede vender los abonos, también así mismos los alimentos son más sanos (Tinoco-Navarro, 2017).

Dos tipos de abonos orgánicos son 1) La composta, se debe poner un plástico o nylon en el suelo donde se va a hacer, con tierra, hierba seca y los restos orgánicos de la cocina o del huerto, estiércol. Se debe mantener húmedo y moverlo todos los días para que se vaya integrando todo. 2) La lombricomposta proporciona a los suelos

permeabilidad tanto para el aire como para el agua. Aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar nutrientes requeridos por las plantas. Presenta una alta carga microbiana que resulta de la actividad biológica del suelo, entre otras ventajas. Para hacerla se pone un plástico o un bote para que las lombrices no se salgan. Se debe mantener húmeda y en un lugar con sombra. Cuando se quiere sacar el abono, se le pone composta en un extremo, entonces las lombrices se mueven hacia donde está el alimento, después de un rato, se puede sacar el abono del otro lado. Estos abonos mejoran el suelo para los huertos y también para las parcelas (Fig. 9) (Tinoco-Navarro, 2017).



Figura 9 Composta y Lombricomposta
Fuente: Tinoco-Navarro, 2017.

García *et al* (2013) considera importante utilizar la lombricomposta en el municipio de Arriaga, Chiapas debido a que sus suelos presentan características físicas y químicas que generan un alto grado de acidez, y el desarrollo de actividades intensivas en el uso del suelo como son la ganadería y agricultura, sobre todo esta última que requiere de una gran cantidad de químicos, que a mediano plazo disminuyen la fertilidad y la sostenibilidad de los cultivos.

En Chiapas, las mujeres cafetaleras y el café orgánico es un tema hasta ahora poco explorada en la producción editorial de la cafeticultora en México utilizan esta práctica. Existe abundante literatura que hace referencia al proceso de producción, a la intervención del gobierno en la política cafetalera, a los procesos organizativos y movimiento campesino, a los mecanismos de financiamiento y comercialización, a la

producción orgánica; pero los protagonistas de estas historias son los hombres del cafetal y se ha concedido poca importancia al papel que la mujer desempeña en el proceso de producción orgánico y en la economía campesina (Vargas, 2007).

El café producido mediante prácticas autorizadas para la producción orgánica puede ser idéntico al sistema de producción convencional, la diferencia está en los métodos empleados y en el proceso de certificación que requiere este producto. El 20% de las exportaciones mundiales corresponden a este tipo de producción, que es cultivado por indígenas (hombres y mujeres), no utilizan métodos mecanizados y el sistema de producción es rudimentario y artesanal, es decir, fundamentalmente, se realiza a través de la fuerza de trabajo familiar, en donde el trabajo de la mujer tiene una importancia considerable; no emplean insecticidas, ni químicos, sino abonos orgánicos (Vargas, 2007).

La mayoría de las acciones de conservación de suelos, de mitigación de incendios forestales y de reforestación y/o regeneración natural se realizan en la parte alta (caficultores) y media (silvicultores).

Se identificó a los caficultores con una mayor capacidad adaptativa, han logrado realizar diferentes actividades de conservación de suelos como la implementación de barreras vivas, producción de café bajo sombra de árboles nativos y utilizan solamente abonos orgánicos. En prácticas de mitigación de incendios forestales forman parte de brigadas comunitarias, realizan líneas corta fuego y realizan campañas contra incendios (Zamora y Ureña, 2014).

Algunos de los caficultores han destinado áreas de regeneración natural debido a la pérdida de cultivos por deslaves. Otra práctica favorecedora es la planificación de las actividades agrícolas, los productores de café tienden a organizarse con mayor eficiencia durante el año y se estima a que se debe a la dependencia de una cosecha al año y por ser un cultivo permanente (Zamora y Ureña, 2014).

Los silvicultores aplican ciertas prácticas debido a las regulaciones y permisos de aprovechamiento por ejemplo reforestan, implementan barreras muertas y líneas corta fuego. De los productores de granos básicos, de la parte media y baja, no se

identificaron acciones que les ha permitido disminuir los efectos de las variables climáticas. Por parte de los ganaderos se mencionó la construcción de jagüeyes artificiales, como acción de conservación de agua, por lo que permiten almacenar agua proveniente de escurrimientos superficiales y sea aprovechado por el ganado durante la época seca del año (Zamora y Ureña, 2014).

8.2.2 Presas Filtrantes De Costales

Presas filtrantes de costales rellenos de tierra, es un muro de bolsas o sacos de rafia, rellenos de tierra, colocados perpendicularmente al flujo de la corriente de agua, para controlar la erosión en cárcavas, reteniendo suelo, rocas u otros fragmentos (Fig. 10).

Objetivo: Colocar barreras en las riveras y taludes de las cárcavas con el fin de controlar el arrastre de suelo en la base y taludes de éstas. Disminuir la velocidad del flujo del agua. Contener los sólidos en suspensión producto del escurrimiento del agua. Disminuir la pendiente de la cárcava. Disminuir el azolve de cuerpos de agua (lagunas, lagos) y almacenamientos (presas, jagüeyes). Promover el establecimiento de vegetación natural (SAGARPA, 2010).

Beneficios: Estabilizar el cauce de las cárcavas, Disminuir la pérdida de nutrientes del suelo, Recuperar la productividad del suelo, Recobrar el área útil agrícola. Desventajas: Su vida útil es muy corta (tres años como máximo). No se debe usar en cárcavas mayores a 1.20 m de profundidad, No se recomienda establecerlas en pendientes superiores a 35 %., No resiste cargas hidráulicas fuertes (SAGARPA, 2010).



Figura 10 Presas filtrantes de costales
Fuente: SAGARPA, 2010.

En la Reserva Protegida el Triunfo, las obras de conservación se clasifican en tres categorías, presas construidas con material vegetativo; presas con costales y geocostales; finalmente presas con piedra acomodada. Se priorizó el uso de materiales disponibles en las comunidades (Fig.11) (CONABIO, 2015).

Comunidad	Presas Vegetativas (ha)	Presas de Costales (ha)	Presas de Piedra (ha)
Rincón del Bosque	315	210	105
Unión Pijijapan	1 365	910	455
Nueva Flor	585	390	195
Paraíso	645	30	215
Salto de Agua	270	180	90
Total	3 180	2 120	1 060

Figura 11. Hectareas de obras de conservación
Fuente: Elaboración propia en base a CONABIO, 2015.

8.2.3 Presas de Gaviones

Presas de gaviones, son estructuras permanentes, flexibles y permeables construidas a base de prismas rectangulares de alambre galvanizado denominados gaviones, los cuales se rellenan de piedra con el objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye

la presa de control. Las mallas de alambre que forman el gavión presentan la forma de un hexágono entrelazado con triple torsión y de peso por metro cúbico de gavión constante. (Fig. 12).

Objetivo: Disminuir la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo. Reducir la erosión hídrica. Retener azolves. Estabilizar el fondo de la cárcava ya que evita su crecimiento en profundidad y anchura. Evitar el azolvamiento de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas ubicadas aguas abajo de la presa. Favorecer la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

Beneficios: Presentan una amplia adaptabilidad a diversas condiciones, ya que son fáciles de construir aun en zonas inundadas. Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de azolves.

Son presas flexibles y pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia., Los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento. Controla eficientemente la erosión en cárcavas de diferentes tamaños. Tienen costos relativamente bajos, en comparación con las presas de mampostería. Tienen una alta eficiencia y durabilidad (mayor a 5 años) (SAGARAPA, 2010).



Figura 12 Presas de Gaviones
Fuente: SAGARPA, 2010.

8.2.4 Presas Filtrantes de Piedra Acomodada

Las presas filtrantes de piedra acomodada, son estructuras construidas con piedras colocadas transversalmente a la dirección del flujo de la corriente. Se utiliza tanto para controlar la erosión en cárcavas como para establecer áreas de almacenamiento e infiltración, en las que además de almacenar el escurrimiento, retienen azolves y se mejora la calidad del agua que llega a los almacenamientos establecidos aguas abajo.

Objetivo: detener el crecimiento longitudinal y lateral de las cárcavas, Reducir la velocidad de los escurrimientos en el cauce o en la cárcava, reduce la velocidad del flujo concentrado, Mejorar la calidad del agua que llega a los vasos de almacenamiento localizados aguas abajo u obras de abastecimiento de agua.

Beneficios: minimiza el crecimiento de las cárcavas, Mejora la calidad del agua al reducir la carga de sedimentos que llega a estructuras aguas abajo y/o favorecen la infiltración del agua y la percolación profunda para la recarga de acuíferos (Fig. 13) (SAGARPA, 2016).



Figura 13 Presas filtrantes de piedra acomodada
Fuente: Rodríguez - Rodríguez, 2014.

El Periódico llamado Sin Embargo (2012) comunica que habitantes de la comunidad El Porvenir, del municipio de La Trinitaria, Chiapas se construyeron presas filtrantes de

piedra para evitar que el suelo sea arrastrado por las corrientes a las Lagunas de Montebello.

El delegado de la Secretaría del medio Ambiente y recursos Naturales (Semarnat), Ricardo Alfonso Frías López, dijo que se trata de disminuir el impacto del arrastre de suelos a los cuerpos de agua que se ven afectados, sobre todo por el cambio de uso del suelo para dedicarlos a la ganadería y agricultura.

A través del Programa Empleo Temporal (PET), los campesinos realizaron bordos y presas filtrantes con materiales de la región para recuperar suelo y evitar de esta manera el aporte de materiales que azolvan las lagunas de Montebello.

8.2.5 Presas Filtrantes Vegetativas

Presas Filtrantes Vegetativas: práctica eficiente para la rehabilitación de suelos de laderas, estas pequeñas presas contribuyen a mantener la fertilidad de la tierra y amplía las áreas de cultivo, toda vez que al acumularse el suelo en las cárcavas los productores lo aprovechan para la siembra de hortalizas; el acumulamiento de biomasa es utilizado para forraje, leña y materia orgánica (Olivera de los Santos *et al*, 2013).

Las presas filtrantes vegetativas se elaboran con ramas o tallos que al sembrarse tienen prendimiento, permiten que al anclar las ramas retengan parte del sedimento y material grueso de biomasa u hojas como ramas y tallos (Figura 9), ayuda a quitar velocidad del agua y retener parte del suelo de la cárcava. Son de eficiencia regular en cuanto a la retención de sedimentos, de fácil adopción por los productores y muy económicas. (Olivera *et al*, 2013).

El empleo de ramas o tallos que al sembrarse retoñan y permiten retener parte del sedimento y material de biomasa, al quitar velocidad del agua, lo cual controla la erosión del suelo y evita daños a las obras de infraestructura rural y a los cultivos aledaños (Fig.14) (Gómez-Martínez, 2002).



Figura 14. Presas filtrantes vegetativas
Fuente: Gómez – Martínez, 2002.

Aída Olivera de los Santos y Manuel Grajales Solís (2013), especialistas del Campo Experimental Rosario Izapa, Chiapas, detallan que las presas filtrantes de geocostales se construyen con la plantación de estacas de ramas gruesas vivas o recién cortadas de arbustos de la región, entretejidas en forma de barrera que se instalan en sentido transversal de la pendiente para controlar la dirección del flujo superficial de la cárcava. Cabe señalar que, en el caso de las partes medias y altas de las cuencas del Soconusco, en Chiapas, se presentan alteraciones producto de una mala planeación del uso del agua de lluvia, que al paso del tiempo provoca degradación de suelo, deforestación y sedimentación en las partes bajas.

Durante el año 2000 se establecieron seis presas filtrantes de piedra en la microcuenca del río Mejapa, tributario del río Huehuetán. Para su construcción, los productores invirtieron gran parte de las jornadas de trabajo en el traslado a mano de la piedra proveniente del cauce del río; una vez construidas y con los primeros eventos de lluvia, las presas funcionaron adecuadamente en el control de la erosión en cárcavas al permitir el flujo de agua a través de la piedra y la retención de sedimentos.

Al siguiente año, los productores plantaron árboles y especies ornamentales en las áreas recuperadas.

Una vez que los productores de los cantones de Gibraltar y Nueva Granada se apropiaron de los principios del funcionamiento hidráulico de las presas filtrantes para el control de la erosión en cárcavas y consideraron su eficiencia pero también su alto costo, ellos mismos propusieron a los técnicos de campo del programa el uso de especies vegetales nativas conocidas localmente como izote (*Yucca filifera*) y palo de agua (*Psychotria tricotoma*) para formar el cuerpo de la presa, con el fin de establecer una barrera viva en la cárcava que permita tanto el flujo de agua como la retención de azolves. A diferencia de las presas filtrantes a base de morillos (truncos de árboles muertos), a estas presas filtrantes se les denominó presas filtrantes vegetativas (Arellano-Monterrosas y Lopez-Martinez, 2009).

8.3 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA RESTAURAR LOS ECOSISTEMAS Y LA BIODIVERSIDAD

Actualmente causa gran preocupación la rápida disminución de la agrobiodiversidad y la falta de medidas para protegerla. Las políticas agrarias promueven, por lo general, la agricultura comercial basada en el monocultivo de grandes extensiones de tierra. Por otro lado, la rápida expansión de los organismos genéticamente modificados (OGM) y la distorsión en la aplicación de los derechos de propiedad intelectual amenazan a la agrobiodiversidad e impactan el paisaje rural y las diversas especies de flora y fauna que lo pueblan, incluyendo a los parientes silvestres de los cultivos y del ganado recurso genético de mucho valor para la conservación de la vitalidad de las especies domesticadas, así como a los microorganismos y polinizadores naturales, especialmente las abejas que se encuentran ahora en grave riesgo de extinción. Todas estas prácticas y políticas son causa de la disminución y, lo más grave, están también

produciendo la desaparición de muchas especies de plantas y animales, y del conocimiento implícito de sus usos y manejo (Gianella *et al*, 2014).

Tradicionalmente la restauración ecológica se ha definido como el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido implementando estrategias para lograr su recuperación, lo cual se denomina restauración activa o asistida. Sin embargo, en los últimos años la restauración ha emergido como una alternativa para promover un nuevo paradigma de un desarrollo socioeconómico mejor integrado con la naturaleza, que aporta a la conservación de la biodiversidad y al mismo tiempo mejora el bienestar social (Gianella *et al*, 2014).

Desde esta perspectiva, abordar la restauración únicamente desde sus aspectos ecológicos resultaría incompleto. Una estrategia de restauración debe integrar información sobre aspectos ecológicos, sociales y legales, así como considerar la relación beneficio-costos que resulta de sus acciones. En América Latina, por ejemplo, aunque los aspectos técnicos de la restauración han sido bien desarrollados, es muy reciente la consideración de la dimensión social para guiar la restauración y su potencial para satisfacer las necesidades humanas (Meli *et al*, 2017).

La agricultura campesina ocupa el 35,8% de la superficie de la superficie agrícola total en América Latina. Pero lo positivo para la conservación de la biodiversidad es que las familias agricultoras campesinas o de pequeña escala son en muchos casos los “guardianes” o “custodios” de las semillas, cuyo rol no es solamente pasivo, pues entre ellos se encuentran los llamados “locos” o “curiosos” que no cesan de innovar sus variedades.

En este punto las llamadas redes de semillas que se han generado en varios países de América Latina, cumplen una función muy importante como organización de los productores campesinos para tener una presencia política y económica, a escala nacional e internacional, en defensa de los recursos genéticos de sus cultivos y también como una forma de autovaloración del patrimonio heredado y del cual son responsables. Aquí es importante recordar que la generación de nuevas variedades y el mantenimiento de la agrobiodiversidad dependen del manejo de la semilla, pues

este recurso transmite la información genética de cada variedad o especie que se concreta en una nueva planta.

Es ahí donde se hace evidente el valor del productor campesino “custodio de la semilla” por preservar los genes de cultivos de importancia para la alimentación humana (Rojas *et al*, s.d.). No hay que olvidar que los recursos genéticos son considerados como el cuarto recurso de la producción agrícola, y que su diversidad depende de que haya un gran número de productores de diversas variedades de semillas, ya que si estos disminuyen el riesgo de reducción de la biodiversidad de los cultivos será mayor. Estos productores son los campesinos y su reconocimiento obliga a otros regímenes de producción y abastecimiento de semillas (Gianella *et al*, 2014).

En los ejidos Tzajalá y Balhuitz (Yashlumiljá), del municipio de Teopisca, Chiapas, como medida de restauración ecológica, se han reforestado con árboles de pino y otras especies comerciales, dicha labor la han realizado los pobladores desde el 2014 en estos dos municipios. La recuperación del bosque ha sido de forma gradual y cada año se han reforestado entre 50 y 100 hectáreas, y actualmente suman 600 hectáreas.

Los pobladores gestionan recursos a través de la Conafor para continuar en año 2019 con la reforestación de 195 hectáreas de zonas arboladas degradadas, mantenimiento de 40 hectáreas, además de apoyo para capacitación para ambos ejidos.

Desde el año 2014 decidieron iniciar proyectos de restauración a través de los programas Tabasco y Chiapas y el Apoyo para el desarrollo forestal sustentable. Entre ambos ejidos suman 639 hectáreas de las casi dos mil que poseen. Y con especies como el ciprés han ocupado 1.1 millones de plantas para la reforestación que ha ayudado a la captación de agua para la región de San Cristóbal (Portal Ambiental, 2019).

En la sub-cuenca el Tablon del Municipio de Villaflores el aprovechamiento de madera, se desarrolla principalmente en el ejido Tierra y Libertad, quienes están organizados como grupo de trabajo legalmente constituido con 15 asociados y cuentan

con un permiso para el aprovechamiento de madera de 600 ha por 10 años. Contratan un prestador y asesor técnico certificado por la CONAFOR, quien se encarga de las gestiones de seguimiento.

Las especies que tienen destinadas para el aprovechamiento son encino, pino, liquidambar. Con esta actividad pretenden promover la regeneración natural a través de la liberación de áreas de árboles maduros y aprovechar la madera.

Han recibido capacitación sobre regeneración de áreas y selección de semillas, producción de carbón con madera de encino, sobre actividades de manejo como dirección de caída del árbol, carril de arrastre y limpia y se está preparando a un promotor en el manejo de plagas y enfermedades. Quieren hacer quemas prescritas para manejo de la regeneración.

Cuentan con herramientas y equipos como motosierra, gancho (para la tracción que es manual), cuentan con un aserradero y un vehículo para el acarreo.

Comercializan la madera en forma de tabla y la venden a intermediarios o “coyotes” que llegan al Ejido a comprar. Dentro de las proyecciones que tienen está el de hacer quemas prescritas para el manejo de la regeneración y el montaje de una carpintería para dar valor agregado a la madera y generar empleo en el ejido.

Los productores combinan la actividad de aprovechamiento de madera con la producción de hoja de palma camedor, el cultivo de café, maíz-frijol y ganadería (Zamora y Ureña, 2015b).

8.4 PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN PARA PROTEGER LAS SEMILLAS CRIOLLAS Y GARANTIZAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

El suelo destaca su importancia como recurso natural, por esta razón, los beneficios que de él se derivan para la sociedad y la naturaleza, a través de las funciones o

servicios ecosistémicos que presta y de su participación para garantizar la seguridad alimentaria, que es un servicio de aprovisionamiento del sistema ecosistémico.

Las funciones del suelo son el soporte y suministro de nutrientes para las plantas a fin de producir alimentos y biomasa en general. Caben dos observaciones. Primera, que del suelo depende en forma directa o indirecta más del 95% de la producción mundial de alimentos. Segunda, que la degradación del suelo es un problema mayor que amenaza la producción de alimentos en el planeta. (Burbano – Orjuela, 2016).

En Chiapas, dos mil productores de 50 comunidades indígenas de la Red Maíz Criollo han logrado que subsidios como los del programa Maíz Solidario sean transformados en un proceso de transición a la agricultura sustentable con base en la reproducción de las semillas nativas. Por otro lado, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), instituyó en 2009 el Programa Maíz Criollo, con muchas limitaciones de cobertura geográfica, pues se limita a las zonas protegidas. Tenemos el reto de cambiar el planteamiento original del ambientalismo por uno nuevo, que permita pasar de la conservación de la biodiversidad a la reproducción de la misma, con base en la agrobiodiversidad no sólo de la milpa, sino también del potrero y otros agroecosistemas. (Gómez, 2010).

Desde que las primeras poblaciones humanas crearon la agricultura hace más de 10 mil años como forma de producción de alimentos, las semillas se han constituido en un componente fundamental de la cultura, de los sistemas productivos, de la soberanía y la autonomía alimentaria de los pueblos, y son en un eje de conexión e interacción entre los agricultores y agricultoras con la biodiversidad y sus territorios ancestrales.

Las semillas, son un patrimonio colectivo de los pueblos, consideradas como un don o un bien sagrado, que es el resultado del trabajo colectivo y acumulado de cientos de generaciones de agricultores, que las han domesticado, conservado, mejorado, criado, intercambiado y utilizado desde épocas ancestrales; y las actuales

generaciones las hemos recibido en préstamo de nuestros antepasados, para que se las entreguemos a nuestros hijos (Fig.15). (Guillen *et al*, 2002).

La semilla criolla es más rápida y más resistente a las condiciones climáticas de la región, por lo que presenta menos riesgo de pérdida que la semilla mejorada. Y donde el agricultor siente mayor seguridad al sembrar semilla criolla, debido a que la conoce desde hace varios años y tienen poca confianza en la semilla mejorada. Tienen mayor rendimiento en la producción de grano (kg ha⁻¹) tales como: grosor de olote, tamaño del grano, peso del grano y tamaño de la mazorca (Guillen *et al*, 2002).



Figura 15 Semillas criollas
Fuente: Rivas – Platero *et al*, 2013.

La evolución ha llevado a las especies y variedades adaptadas a los diferentes entornos ecológicos, como la intervención humana al escoger aquellas semillas de su preferencia y de esa manera orientar el proceso de selección. Por eso se puede sostener que las semillas son productos bioculturales, que encarnan el resultado de muchos años de interacción entre el ser humano y la naturaleza. Con ello, las diferentes colectividades humanas generaron mecanismos y prácticas para mantener la calidad de sus semillas, por medio de intercambios con otros grupos que tenían las mismas necesidades. (Gianella, *et al*, 2007).

Todo este conjunto de interrelaciones se ve afectado cuando la producción de semillas, que era realizada por el mismo agricultor, se convirtió en una actividad llevada a cabo por institutos de investigación y empresas privadas que, en forma creciente, han venido introduciendo en la agricultura variedades comerciales de altos rendimientos, que requieren el uso de paquetes tecnológicos intensivos en insumos. Las variedades nativas, los mecanismos campesinos de selección de semillas y la experimentación en las parcelas no han desaparecido enteramente, pero han sido considerados como expresiones de una agricultura atrasada que tendría que ser reemplazada por el sistema moderno de creación de variedades y producción de semillas. (Gianella, *et al*, 2007).

A fines del siglo pasado, al constatarse los problemas causados por el cultivo de las variedades comerciales, esta concepción fue cuestionada y dio pie al surgimiento de una nueva comprensión de la importancia de la llamada conservación in situ de diversidad de cultivos y, por ende, de los mecanismos desarrollados por los productores campesinos para mantener y mejorar sus variedades. Se puede afirmar que desde entonces se da en la agricultura un movimiento de recuperación del manejo de las semillas hecho por los mismos campesinos, el cual se difunde pese a la tendencia contraria impulsada por los consorcios transnacionales de las semillas. (Gianella, *et al*, 2007).

En Chiapas, el área circundante a las Lagunas de Montebello, hacia fines del mes de abril comienza a observarse a los campesinos en las labores de limpieza de sus parcelas. Posterior a la roza de los campos, se procede a la quema de los restos de la cubierta vegetal, práctica que marca el fin de la estación seca que comienza en el mes de noviembre y culmina en mayo. La roza-tumba-quema practicada desde tiempos prehispánicos en las comunidades rurales del sur de México es considerada, aun en nuestros días, como la más importante forma de subsistencia campesina (Soares y García-García, 2017).

Durante los primeros años del ejido Miguel Hidalgo, cuando los habitantes de Ojo de Agua comenzaron a trabajar en las tierras ejidales que les fueron dotadas, tuvieron que abrir claros en el bosque para establecer sus milpas y potreros. A través

de esta práctica, se sustituyeron amplias extensiones de bosques por milpas, potreros y acahuales en las décadas subsecuentes. Como consecuencia ahora, en la parte baja de la cuenca río Grande Lagunas de Montebello, es decir, el área del Parque Nacional y en particular el territorio del ejido Ojo de Agua, predominan los usos de suelo de tipo agrícola, vegetación secundaria y pastizales cultivados (Soares y García-García, 2017).

Los relatos de los primeros pobladores del ejido resaltan las dificultades para la producción agrícola y el sostenimiento de la vida en las nuevas tierras. Las bajas temperaturas y abundantes lluvias durante casi todo el año impedían el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol, por lo cual los pobladores debían recurrir a actividades alternas para su reproducción, tales como la elaboración de morrales a base de una fibra extraída de una palma que crecía en el área, la alfarería y, después, el aprovechamiento forestal (Soares y García-García, 2017).

Los Huertos Biointensivos es una forma de tener otro tipo de seguridad alimentaria al cultivar hortaliza en el traspatio de nuestra casa o escuela. (Fig. 16). Teniendo alimentos limpios, sanos y nutritivos. Sirve para tener mejor salud e ir por una seguridad alimentaria. Con esta práctica recuperamos nuestras plantas locales medicinales y hortalizas adaptadas a las condiciones locales, entre más diverso es más resistente a cambios de clima. Se logra atraer polinizadores y se mejora el suelo. Combinado con árboles frutales, les dan sombra, los protege de un clima adecuado para las plantas del huerto (Tinoco-Navarro, 2017).

Tenemos alimentos sanos para la familia durante todo el año sin depender de otros, vendemos hortaliza y semillas y preparamos productos. Atrae gente, polinizadores y dinero, une a la familia. Esta práctica está asociada con aprender control natural de plagas, la mejora del suelo y producción de abonos orgánicos. (Tinoco-Navarro, 2017).



Figura 16. Huertas Biointensivos
Fuente: Tinoco-Navarro, 2017.

En el municipio de Arriaga, los productores de ganadería de la zona media-alta y media-baja, presentan una reacción activa ante el cambio climático. Las acciones realizadas por el grupo de ganadería de la zona media-alta surgen del programa de ganadería sustentable establecido por la REBISE (Reserva de la Biosfera la Sepultura), donde los productores se han comprometido a crear grupos de trabajo, participar en capacitaciones, encuentros y ejecutar lo aprendido. Estos productores mencionan que han tenido cambios significativos en sus sistemas productivos y calidad de vida, donde la calidad y la producción han aumentado, pero los limita la forma de comercialización individual y los intermediarios, aspecto que se convierte en la principal barrera para lograr una adaptación a largo plazo.

El grupo de productores de la zona media-baja han tenido capacitaciones esporádicas pero han tenido la iniciativa de buscar alternativas de mejorar sus condiciones mediante la creación de asociaciones pequeñas para la producción de sorgo y/o mejorar la comercialización.

El aspecto de organización y de ejecutar acciones de forma conjunta es una limitante fuerte para los ganaderos de la zona alta y los pescadores de la cuenca, donde a pesar que existen asociaciones ganaderas y cooperativas pesqueras no se organizan para realizar acciones en común (Zamora & Oreña, 2015a).

La producción de maíz ha sido la actividad predominante dentro de la subcuenca el Tablón del Municipio de Villaflores, entre las variedades de maíz que sembraban eran jarocho, pollito, napalú, “chimbo” (pequeño), principalmente para el consumo, con producciones de 3 a 4 ton/ha, combinaban la siembra de maíz con frijol “venturero” (llamado así porque corrían el riesgo de sufrir daños por exceso de agua se “naciera” o germinara el frijol).

Las áreas de producción disminuyeron por los altos costos de producción, disminución de apoyos de gobierno para insumos y empaque, por los bajos precios de venta, por la dependencia del mercado de intermediarios, por el TLC entra producto a menor valor. Además de las alternativas productivas que se han establecido en la reserva y que conllevan a una producción más sustentable y a disminuir la presión sobre la reserva para el establecimiento de áreas del cultivo.

Ahora siembran maíz: chimbo, jarocho, crema, blanco costeño que son variedades criollas para el consumo, tienen producciones de cerca de 5 ton/ha, junto los maíces criollos siembran frijol que crece en menos tiempo, los rendimientos de frijol antes eran de 18 a 20 Kg/ha, ahora producen de 8 a 9 Kg/ha por los cambios en las condiciones de clima.

Para la venta siembran las variedades transgénicas: decal, pioneer y cristiani que son resistentes a plagas y sequías, son variedades más bajas y pueden tener mayor densidad de siembra con rendimientos de 7 ton/ha y lo siembran a destiempo con el criollo, aunque existe preocupación por parte de los productores tradicionales

por los cultivos vecinos de maíz transgénico por el cruce que puede haber con material criollo.

En promedio un 75% del maíz que se produce es para la venta, y un 25% para autoconsumo. La comercialización se hace a través de intermediarios o “coyotes” y a la empresa Maseca.

La mano de obra que se utiliza es familiar, han recibido capacitaciones en como fertilizar y mejorar la semilla y cursos para la preparación de alimentos a base de maíz.

Hace 4 años se constituyeron en grupos de trabajo junto con la CONANP, donde están involucrados 4 ejidos, cada uno tiene un representante y los acompaña un técnico para el rescate, intercambio y cultivo de maíz criollo. Sin embargo, no existen organizaciones de productores de maíz para la gestión y la comercialización del producto. (Zamora y Ureña, 2015b).

Ganadería. En las partes más altas de la subcuenca el Tablón se dedican a la producción de carne, en las partes más bajas la producción es de doble propósito. Algunos productores de leche producen queso para el consumo y venta local. La raza predominante para la actividad es el cebú-suizo.

Antes de establecerse la REBISE los productores dejaban que el ganado, en época seca, ingresara a alimentarse al bosque, el conocimiento para desarrollar la actividad era transgeneracional y no se realizaban buenas prácticas, ahora producen de manera orgánica.

A través del proyecto de ganadería desarrollado por la CONANP, han recibido capacitaciones en temas como: manejo silvopastoril, silos con caña cubana, mejoramiento de la dieta del ganado, banco de proteína, uso de plantas medicinales para el ganado, manejo de potreros, elaboración de productos y búsqueda de mercados.

Los productores han mejorado la actividad; llevan registros, antes tenían problemas de preñez ahora tienen mayor control sobre la época de preñez y para la

vacunación. Antes la producción era de 4l/vaca/día, ahora la producción de leche es de 7 l/vaca/día.

En su mayoría la mano de obra es familiar y cuando es necesario contratan mano de obra local. Se han establecido grupos de trabajo por comunidad, cada uno con un representante y hay promotores quienes son los que reciben las capacitaciones y dan a conocer el conocimiento al resto del grupo de productores. En estos grupos todos participan para establecer acuerdos, realizar proyectos como el de manejo silvopastoril.

En el Ejido Los Ángeles hay una asociación de ganadería rural donde se organizan para realizar trámites (SENIGA, SAGARPA) y obtener permisos de transporte de ganado.

A pesar de estar organizados en grupos de trabajo la comercialización la realizan de manera individual, la venta de carne se realiza directamente en el rancho, en donde el productor estima el peso y el intermediario pone el precio que puede variar entre 44 a 45 Kg/carne de torete en pie y 28 a 30 Kg/carne vaca en pie.

La producción de leche se consume, en su mayoría, en las comunidades y venden a intermediarios. En el ejido Flores Magón producen queso y lo venden a Villaflores o Tuxtla, en algunos casos directamente a compradores y otros a intermediarios.

No todos los productores cuentan con la infraestructura adecuada, algunos pocos tienen galeras para protección del ganado. Cerca de un 50% de los productores ganaderos cuentan con sistemas de riego por aspersión para la producción de zacate de corte, cada grupo de trabajo cuenta con una picadora, utilizan plásticos para ensilar, establecen cercos vivos con alambre de púas. Utilizan caballos o motos para sacar la leche a la carretera (Zamora y Ureña, 2015b).

El cultivo del café en la sub-cuenca del río el Tablón del Municipio de Villaflores, Chiapas está establecido desde los 900 m hasta los 1300 msnm, las variedades sembradas son árabe, bourbón, mundo novo, caturra y se produce bajo sombra de

árboles nativos (aguacatillo, caspiral, chalum, chaperno, taguaquillo, baqueta, zapote negro, niqidambar). Algunos cafetales se establecieron hace 20 años y tienen producciones que van de 1 a 3 qq²/ha. Antes el café era para autoconsumo, en el año de 1995 iniciaron con el cultivo de café. No tenían almácigos y las producciones eran de 8 qq/ha.

El café se produce de manera orgánica, cada productor produce compost a partir de la cascarilla del café, la mano de obra es familiar y en tiempo de cosecha es local. Algunas de las prácticas que realizan son brechas cortafuegos y el establecimiento de barreras vivas con palma camedor para evitar derrumbes, respetan 3 o 4 metros alrededor de arroyos como zona de conservación.

Han recibido talleres en diferentes temas de prácticas de manejo (podas, deshija), la SAGARPA presta asesoría técnica y semilleros, pero mencionan que la asesoría técnica es poca.

Están organizados como grupos de trabajo, han establecido viveros ante la afectación de la roya y gestionan recursos o apoyos de manera conjunta. Sin embargo, la comercialización del grano la realizan de manera individual, cada productor vende el grano en pergamino, a través del AMSA (Agroindustrias unidas de México S.A.) ubicada en Villa Corzo, el pago lo reciben cada 8 días.

Cuentan con equipo para el beneficio como despulpadora (Los Angeles y Tres Picos lo trabajan de forma común), patios de secado, beneficio húmedo, fosas filtrantes, tanques para almacenamiento. Se deben de establecer aún más almácigos y viveros.

Actualmente el beneficio que reciben del gobierno es un apoyo económico por productor (\$1300), sin tener en cuenta el área sembrada ni la producción anual obtenida. La actividad cafetalera se combina con algunas actividades como la extracción de resina, palma camedor, producción de maíz y frijol para consumo, algunas vacas y cultivo traspatio. (Zamora y Ureña, 2015b).

8.5 PRACTICA DE USO DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Existen numerosas razones para considerar seriamente el uso de Energías Renovables (ER) en el portafolio de recursos utilizados en México: seguridad e independencia energética, reglamentación y compromisos ambientales, aprovechamiento de recursos nacionales, entre otros. México debe replantear su dependencia por combustibles fósiles como petróleo y gas natural en su transición energética.

El hidrógeno es una opción que está siendo analizada por la comunidad científica internacional para acoplarse a las ER, ya que es un portador de energía que ofrece una solución a la intermitencia de las ER y puede servir para almacenar la energía. (Morales-Gallardo *et al*, 2017). En este capítulo se encuentran los cuatro tipos de energía renovables utilizadas por las personas para el bienestar propio, al utilizar estas prácticas se debe tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno, que a continuación se mencionan:

8.5.1 Energía Solar

La energía solar es la que se aprovecha directamente de la radiación solar. Algunos datos de interés: la Potencia del Sol es de $= 4 \cdot 10^{26}$ W. La energía del Sol que llega a la Tierra es de $= 5,5 \cdot 10^{24}$ J/año. La intensidad de radiación que llega en las capas altas de la atmósfera es de $= 1'38$ kW/m². Intensidad de la radiación que llega a la superficie terrestre ~ 900 W/m². La incidencia del Sol depende de la hora, La inclinación de la Tierra respecto del Sol, variable a lo largo del año, condiciones meteorológicas, Grado de contaminación. (Antonio *et al*, 2011).

En los ecosistemas la energía solar es capturada por los vegetales y transformada, a través de la fotosíntesis, en biomasa. El hombre ha podido usar esta energía, transformándola en biomasa útil para su subsistencia y desarrollo, dando así origen a la agricultura. Para ello, los pequeños agricultores se han basado

tradicionalmente en su fuerza de trabajo y en el apoyo de animales de tiro. Pero para desarrollar sus sistemas agrícolas o para incrementar su producción muchas veces requieren de energía adicional, la que no siempre está disponible (Gianella *et al*, 2005).

Este número se centra en las alternativas energéticas para mejorar los sistemas agrícolas y los medios de vida rurales, considerando que la agricultura «moderna» no muestra el camino a seguir, pues se basa en cantidades crecientes de energía para la producción, la cosecha y el procesamiento, y esta energía proviene mayormente de fuentes no renovables. (Gianella *et al*, 2005).

En el municipio de Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas, está ubicada la empresa mexicana ABIOSA (Applied Biotechnology South America S.A. de C.V.) que se dedica a la generación de productos sustentables para solucionar problemas ambientales y agrícolas.

La energía fotovoltaica que proporciona ABIOSA proviene del Sol y es captada a través de módulos y paneles fotovoltaicos que son directamente transformados en energía eléctrica, se conecta a la red de energía a través de un inversor, lo que permite acoplar la energía que produce el módulo con la energía que proviene del sistema eléctrico normal y también permite un sistema acoplado de adquisición de datos para hacer un estudio del comportamiento de la central solar (Fig.17).



Figura 17: Paneles Solares.
Fuente: Periodico Obras, 2014.

La idea de crear esta central surge de satisfacer las demandas energéticas y disminuir el consumo de energías convencionales, lo que también contribuye a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y favorecer el cuidado del medio ambiente, idea que surge de los docentes de las universidades del Valle de México (UVM) campus Tuxtla Gutiérrez y de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) (Periódico Obras, 2014).

8.5.2 Energía Eólica

Ante los efectos negativos del cambio climático global y la llegada de la máxima producción mundial de petróleo convencional, la generación de energía eólica se presenta como la energía renovable más vendida en el ámbito internacional por potencia instalada (MW) y por energía generada, al ser una medida óptima para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); reemplazar los usos energéticos de los combustibles fósiles, en particular del petróleo; crear empleos “verdes”; suministrar energía eléctrica a comunidades rurales y marginadas y garantizar la seguridad energética de los países ante la volatilidad de los precios del petróleo (Secretaría de Gobernación, 2014).

De esta manera, la energía eólica ha sido la energía renovable de mayor crecimiento mundial en términos de capacidad eléctrica instalada, con 194.4 giga watts (GW) acumulados en 2010, y cerca de 62% de la inversión global en energías renovables durante el mismo año (Secretaría de Gobernación, 2014).

México cuenta con uno de los potenciales más altos de generación de energía eólica en el mundo la energía eólica en México representa un importante potencial que permite visualizar al país como un importante productor de infraestructura eólica con un crecimiento de 1 400 mega watts (MW) al cierre de 2012 (Secretaría de Gobernación, 2014).

Un ejemplo del enorme potencial es el del istmo de Tehuantepec esto se debe a la potencia del viento, que excede los 1 200 watts por metro cuadrado (W/m^2) entre los meses de octubre y febrero; a su velocidad estimada en ocho metros sobre segundo (m/s) a 50 metros por arriba del suelo y a la presencia de crestas y cordilleras con elevaciones de terreno de 500 a 1 000 metros sobre todo en las zonas de La Mata, La Venta y La Ventosa Chiapas (Fig. 18) (Elliot *et al.*, 2004 *en* Secretaria de Gobernación, 2014).

En el último año se ha acelerado la construcción de plantas en otros estados de la República, como es el caso del Parque Eólico Arriaga, el primero de su tipo, en el estado de Chiapas, inaugurado el 14 de marzo de 2012 y que cuenta con 16 aerogeneradores. (Congreso Internacional Ambiental, 2012).



Figura 18: La Ventosa, Juchitán, Oaxaca.
Fuente: Manzo, 2014.

El viento también tiene su origen en el Sol, ya que se origina por el diferente calentamiento de las distintas zonas de la atmósfera, dando lugar a masas de aire de diferente densidad, lo que hace descender a las más densas y elevarse a las más ligeras. Sobre ese movimiento también inciden el de rotación de la Tierra y la configuración orográfica de su superficie (De Juana-Sardón, 2003).

La gran inercia térmica del agua hace que los mares se calienten o enfríen más lentamente que la tierra, lo que también es causa brisas. Además de haber impulsado

a los barcos en las rutas de los grandes descubrimientos, la energía eólica ha sido una fuente de energía, utilizada a través de molinetes de viento para moler grano, bombear agua y producir electricidad. Si bien su uso fue decayendo, la crisis de 1970 hizo que de nuevo fuera considerada como una fuente real de energía alternativa (De Juana-Sardón, 2003).

En la actualidad, los molinetes para la producción de electricidad, denominados turbinas eólicas, han tenido un gran desarrollo tecnológico y son ampliamente usados en muchas zonas de forma competitiva con otras fuentes de electricidad (De Juana-Sardón, 2003).

La energía cinética del viento es transformada en energía mecánica mediante turbinas eólicas o aerogeneradores, que a su vez impulsan un generador eléctrico. (Morales *et al*, 2017).

Dentro de la selva chiapaneca, existe un parque eólico, el cual cuenta con 16 aerogeneradores de energía de 1,8 megavatios cada uno, con una altura de aproximadamente 130 m y de 90 m de diámetro en sus palas eólicas, las cuales, en conjunto, son capaces de producir 28,8 megavatios. Aprovechando el potencial eólico de la región y que con esta producción de energía se beneficiarán cerca de 38 municipios, de igual manera evitará la emisión de 45.000 toneladas de CO₂ cada año, contribuyendo a la producción energética alternativa en el país (Congreso Internacional Ambiental, 2012).

8.5.3 Energía Hidráulica

La energía hidráulica, es la energía que tiene el agua cuando se mueve a través de un cauce (energía cinética) o cuando se encuentra embalsada a cierta altura (es decir, en forma de energía potencial). En este momento toda la energía hidráulica del agua estará en forma de energía potencial. Cuando se deje caer, se transformará en energía cinética, que puede ser aprovechada para diversos fines. Se trata de una energía renovable que se basa en aprovechar la energía potencial por la caída del agua desde

cierta altura o por el flujo de un río o arroyo para transformarla en energía cinética mediante la rotación de turbinas a gran velocidad (Morales *et al*, 2017). Este recurso es el más ampliamente explotado en México.

La Biomasa, también conocida como bioenergía, la cual se obtiene de la materia orgánica constitutiva de los seres vivos, sus excretas y sus restos no vivos. Los tipos de biomasa que se aprovechan en el país son: lodos de aguas residuales, residuos agropecuarios (principalmente excreta bovina y porcina), residuos industriales, residuos sólidos urbanos, bagazo de caña y licor negro. El 12% de la energía eléctrica producida por biomasa proviene de la generación de biogás. A la fecha en México la producción de electricidad por medio de biomasa solo proviene del sector privado. (Morales *et al*, 2017).

Las adiciones de nueva capacidad durante 2008 fueron mínimas, en el contexto regional la participación de cada entidad federativa respecto al total instalado permaneció casi invariables. En el caso de la región Oriental y Occidental en donde se encuentran instalados los principales desarrollos hidroeléctricos del país ubicados en Chiapas y Guerrero, así como importantes centrales termoeléctricas al norte de Veracruz y la planta nucleoelectrica Laguna Verde, se concentró 34.5% del total nacional para servicio público, seguida por la región Noreste con 25.9%. (Morales *et al*, 2017).

En 2012 la participación de la capacidad con recursos renovables se incrementará a 7.7%. Este valor resultará superior a la meta establecida en el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables. Al incorporar las grandes centrales hidroeléctricas y las mayores a 30 MW, la participación aumenta a 27.7%. En el 2024 la participación en capacidad con fuentes renovables de acuerdo con el Programa de Requerimiento de Capacidad (PRC) equivaldrá a 5.5%. Parte de la capacidad definida en el PRC como tecnología libre, tendrá que desarrollarse con fuentes de energía renovable, para atender los lineamientos de política energética establecidos.

8.5.4 La Biomasa

Las plantas verdes, mediante su función clorofílica, utilizan la energía solar y sintetizan materia orgánica a partir del CO₂ atmosférico, del agua y de las sustancias minerales del suelo (De Juana-Sardón, 2003).

Parte de esta materia orgánica vegetal es susceptible de ser ingerida por los animales herbívoros, que la transforman en energía química y másica de su cuerpo. El nombre genérico de biomasa hace referencia a la sustancia constitutiva de los seres vivos, la cual almacena energía que podrá ser utilizada de diferentes formas y mediante distintos procesos: principalmente de combustión para calentamiento directo o para sistemas de calefacción por aire o por agua, y destilación, para la producción de biocombustibles, como el etanol, metanol y metano (De Juana-Sardón, 2003).

En México, los bosques de coníferas y latifolias ocupan 15.4 % del territorio nacional; los manejados cubren 7.3 millones de hectáreas, en tanto que los protegidos 7.1 millones de hectáreas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)-Sistemas informáticos (SFF), 1994). Por otro lado, cerca de 80 % de las áreas forestales son de propiedad comunal y 95 % de los aprovechamientos forestales provienen principalmente, de bosques templados nativos (Masera *et al.*, 2001 citados en Rodríguez – Lamendi *et al.*, 2016).

En el estado de Chiapas, los bosques latifolios, y de coníferas, abarcan 1 117 248 ha y las selvas 2 175 948 ha (SARH-SFF,1994), por lo que a la entidad le corresponde el segundo lugar nacional en cuanto a superficie forestal y extracción maderable de pino, ciprés, liquidámbar, encino, macules, amate, cedro y caoba. Adicionalmente, su vasta cubierta boscosa, le confiere un gran potencial para la captura y almacenamiento de CO₂.

Los ecosistemas forestales pueden capturar cantidades significativas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en particular, CO₂. Por tal motivo, en las últimas décadas existe un interés considerable por incrementar el contenido de carbono en la vegetación, mediante la conservación forestal, reforestación, creación de granjas

forestales y otros métodos de manejo del suelo. Gran número de estudios han demostrado la capacidad de las especies forestales para almacenar carbono en su biomasa (Pimienta et al., 2007; Alberto y Elvir, 2005; Roncal et al., 2008; Nájera y Hernández, 2009 citadas en Rodríguez – Lamendi *et al*, 2016).

Cada año, esas áreas forestales almacenan cantidades importantes de biomasa que contribuyen a reducir los niveles de carbono en la atmósfera (Melillo et al., 1993; Dixon et al., 1994 citada en Rodríguez – Lamendi *et al*, 2016), lo cual cobra mayor significado, si se considera que el contenido de CO₂ en la atmósfera se ha incrementado desde la revolución industrial, y las estimaciones indican que para el siglo XXI esta tendencia de aumento será mayor (Petit et al., 1999; Crowley, 2000; UNEP, 2001). Todo ello, apunta a que las actividades antrópicas han provocado disturbios que coadyuvan al deterioro de los ecosistemas (Dhillon *et al*, 2013 citada en Rodríguez – Lamendi *et al*, 2016).

La acumulación de biomasa se ajustó a un modelo exponencial con la edad de los árboles de las cuatro especies evaluadas. Los bosques del ejido “24 de febrero” registran mayor crecimiento mostraron, a juzgar por la altura y el diámetro del fuste, así como por la biomasa acumulada, lo cual coloca a este ejido entre una de las localidades con más potencialidad para la captura de carbono de los sitios estudiados. (Dhillon *et al*, 2013 citada en Rodríguez – Lamendi *et al*, 2016).

Los árboles de pino, encino, roble y ocote de las comunidades de la región Frailesca de Chiapas, México acumulan entre 0.459 y 2.606 Mg ha⁻¹ de biomasa vegetal, por lo que se les considera con un gran potencial para la captura de carbono. Para el caso del pino alcanza una cifra de 380.113 Mg⁻¹ ha⁻¹ de C, que la ubica con el potencial más alto de captura, debido su mayor desarrollo. (Rodríguez – Lamendi *et al*, 2016).

8.6 DESAZOLVE DE RÍOS CON MAQUINARIA

Del Estado de Chiapas, las cuencas de los ríos Tiltepec, Zanatenco y, Riíto del estado de Chiapas proveen en mayor o menor grado los servicios ecosistémicos hidrológicos de aprovisionamiento con el suministro de agua y de regulación de las relaciones lluvia-escorrentamiento y, de protección para el control de erosión hídrica e inundaciones (Arellano *et al*, 2016).

Con el objetivo de prevenir inundaciones y evitar desastres durante esta temporada de lluvias, este lunes iniciaron los trabajos de desazolve de los 21 kilómetros de ríos, arroyos, afluentes que circundan y atraviesan la ciudad de San Cristóbal de las casas.

De esta manera las diferentes cuadrillas municipales estarán realizando trabajos con maquinaria y herramienta menor, y en las zonas de rivera donde se impide el acceso a la maquinaria debido a los asentamientos humanos.

Realizaran las labores con personal pie tierra, en los afluentes Fogótico, Amarillo, arroyo Chamula, arroyo Navajuelos y San Felipe, en los tramos más críticos que están ubicados en las colonias El Sumidero, El Campanario, San Ramón, La Isla, colonia Insurgentes, Montebello, San Felipe, San Francisco, 14 de septiembre, entre otras.

Explican que estas medidas preventivas se realizan año con año, debido a las grandes cantidades de basura que todos los días, gente irresponsable tira a los diferentes ríos, entre estos animales muertos, botellas de plástico, pañales, neumáticos, partes automotrices, colchones, refrigeradores, estufas, puentes hechizos de madera que causan grandes taponamientos, que se convierten en represas que suben el nivel de los ríos y ocasiona encharcamientos e inundaciones. (Martínez, 2019)

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se realiza a través de la Secretaría Municipal de Protección Civil, y en pleno apego a la estrategia impulsada por el Sistema Estatal de Protección Civil, para la prevención de riesgos, el desazolve del río

Sabinal, del cual se extrajo más de tres mil metros cúbicos de material de arrastre, basura y maleza (Fig.19).



Figura 19 Desazolve de río Sabinal
Fuente: Herrera – Grao, 2014.

En este sentido, la Secretaria de Protección Civil Municipal, Elizabeth Hernández Borges, detalló que los trabajos se lograron gracias a la participación responsable y comprometida de CONAGUA, el Sistema Estatal de Protección Civil, la Secretaría Estatal de Obras Públicas y la Secretaría Municipal de Obras Públicas, quienes en todo momento destinaron personal y tiempo, lo que representó un importante ahorro de recursos para desazolver este importante afluente de la capital chiapaneca.

Asimismo, Elizabeth Hernández Borges, dijo que, como punto final a las acciones, se empezó el armado de muros de gavión, los cuales al inicio tuvieron que desarmarse para meter la maquinaria que se encargaría de brindar el mantenimiento al afluente, lo que permitió formar una rampa y así facilitar el acceso a las tareas de limpieza (Durante, 2019).

CONCLUSIONES

El Estado de Chiapas es un ejemplo abierto donde los ecosistemas con frecuencia responden ante el cambio climático, ya que se enfrenta de manera permanente a los riesgos por inundaciones, fenómenos que se relacionan con la variabilidad climática, pero también por el inadecuado manejo de las cuencas.

Al igual que otros seres vivos, las personas están en un proceso permanente de adaptación al medio, en una lucha constante por la vida. Sin embargo, a diferencia de plantas y animales, la humanidad no solo ha sido capaz de adaptarse a su medio actual, sino que además lo altera para sus propios beneficios.

La resiliencia que tiene la sociedad para sobre ponerse ante situaciones difíciles, lleva consigo algunas ventajas, porque es de ahí donde se toman medidas de adaptación para ayudarse a sí mismos ante estos tipos de fenómenos o situaciones, como lo es el cambio climático.

La sociedad juega el papel más importante en los efectos del cambio climático, ya que es, la que está en contacto directo con los ecosistemas, y es el que modifica su comportamiento, como resultado del mal uso que se hace de ello. Por eso las personas deberían entender que los recursos se agotan o de las consecuencias que tiene.

Para esto hay que saber la importancia los servicios ecosistémicos, ya que son el sustento de todo ser humano, puesto que prácticamente estos proporcionan las condiciones necesarias para abastecer sus necesidades, como el cultivo, la recolección, la caza o la cosecha de alimentos. Aparte que suministran en gran manera materias primas, almacenan agua dulce y proporcionan remedios eficaces para problemas de salud, así como en la elaboración de productos farmacéuticos.

Todos estos suministros ayudan a la sociedad a adaptarse al cambio climático, pero si se tuviera en cuenta las prácticas o estrategias de adaptación, que proporcionan algunas dependencias y al utilizar lo que nos proporcionan los servicios

ecosistémicos, pero sin alterarlo, el beneficio sería mutuo, tanto para las personas como a los ecosistemas en general.

Sin embargo, para definir e implementar una adaptación basada en ecosistemas, se requiere estudiar más el rol de los servicios ecosistémicos en la reducción de la vulnerabilidad en la sociedad sobre problemas de agua.

Este primer paso es necesario para demostrar la importancia de los servicios hidrológicos a los tomadores de decisiones y empezar a planificar medidas de adaptación basadas en ecosistemas. Un segundo paso consistiría en el involucramiento de diferentes sectores en el diseño e implementación de políticas, medidas y arreglos financieros para lograr la sostenibilidad de los servicios. En lugares donde los cambios en los ecosistemas se explican principalmente por presiones humanas como el cambio de uso del suelo.

PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- La consideración de implementar una buena adaptación al utilizar buenas prácticas ayudara a contrarrestar las consecuencias por efectos del cambio climático.
- El aire, la tierra y el agua son indispensables para que haya vida en el planeta y necesarios en todas las actividades que el hombre desarrolla, por lo tanto, es de vital importancia usarlos de manera inteligente.
- El reúso del agua es una estrategia efectiva que se puede hacer desde casa, que se puede emplear para el uso de sanitarios y/o de riego.
- Se debe promover una gestión que no aumente las condiciones de vulnerabilidad de los ecosistemas y exigir de manera rápida una propuesta integral, respetuosa y participativa con respecto a los usos de los servicios ecosistémicos.
- Si cada ciudadano captara agua por lo menos un porcentaje de su consumo durante la época de lluvias podrá reducir en 30-40% la necesidad de agua en la Ciudad de México y en otras ciudades donde llueve bastante.
- Hacer uso algunas medidas desde casa que ayudaran a frenar el cambio climático, como: apagar la televisión cuando no lo uses; cambiar los focos o bombillas tradicionales por ahorradoras; transportarse en bicicletas, o caminando con la intención de disminuir los gases de efecto invernadero; reciclar; plantar árboles.
- Consumir productos cultivados mediante agriculturas agroecológicas y cultivadas por pequeños productores locales ayuda a evitar el uso de pesticidas y agroquímicos que envenenan a los animales que visitan estos cultivos.
- Sugerir al Gobierno que se tomen medidas hacia una vida más sostenible, mediante muchas acciones que están en su mano: promover las energías renovables, regular medidas como un correcto etiquetado de productos (método de pesca al consumir pescados, etiquetados que especifiquen origen de productos, si son o no transgénicos, etc.), promover un transporte público más sostenible, motivar el uso de la bicicleta y otros transportes no contaminantes en ciudad, gestionar correctamente los residuos al reciclar-reusar, etc.

- Los métodos de adaptación basada en ecosistemas son herramientas clave para tener una vida plena en cuestión de vulnerabilidad.
- Reducir drásticamente el consumo de plástico que contamina los cuerpos de agua y océanos causando daños irreversibles a los animales y ecosistemas marinos. Substituirlos por bolsas de papel o de tela hará una enorme diferencia.
- Evitar consumir productos desechables todo el tiempo, pues genera una enorme cantidad de residuos, muchos de los cuales no se degradan. Utiliza materiales que puedas reutilizar para tus alimentos, lleva tu propia tasa y tu propio contenedor de agua contigo, tus propios cubiertos si piensas consumir alimentos en la calle.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adapt – Chile y EUROCLIMA. 2017. Municipios y cambio climático: la adaptación basada en ecosistemas. Serie de estudios temáticos EUROCLIMA. N° 11. Adapt – Chile y programa EUROCLIMA de la comisión Europea. Santiago de Chile, Chile.
- Agenda Participativa por el Agua Segura. San Cristóbal de las Casas. 2018 – 2024. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/06/Agenda-participativa-por-el-agua-segura-2018-2024.pdf>. Consultado el 15 de abril de 2018.
- Andrade – Pérez, A; Navarrete – Le Blas, F. 2004. Lineamientos para la Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. Arellano-Monterrosa, J; Ruiz-Meza, L. 2016. Reduciendo los Riesgos Climáticos en las Cuencas Costeras Vulnerables de Chiapas: Adaptación y Resiliencia socioeconómica de base comunitaria. Estudio sobre los Sistemas Hidrológicos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Arellano-Monterrosas, J.L. y Lopez-Martinez, J. 2009. Resiliencia y vulnerabilidad en las cuencas de la sierra madre de Chiapas, México. *Revista de Agroecología LEISA*. 4(24):17-19
- Balbanera, P. y Cotler, H. 2007. Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta Ecológica*. Num 84-85. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Balvanera, P., H. Cotler. 2011. Los servicios ecosistémicos. CONABIO. *Biodiversitas*, 94:7-11
- Balvanera, P; Cotler, H. 2011. Los servicios ecosistémicos. CONABIO. *Biodiversitas*. 94: 7-11.
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de geografía Norte Grande*. (43., 5-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022009000200001>
- Burbano – Orjuela, H. 2016. El suelo y su relación con los Servicios Ecosistémicos y la Seguridad Alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*. N° 2. (Vol. 33).

- Camacho-Valdez, V; Ruiz-Luna, A. 2011. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*. N° 4. (Vol. 1).
- Comisión nacional del agua. 2014. Plan de seguridad del sistema de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de Tapachula, Chiapas, México. <http://www.saludchiapas.gob.mx>. Consultado el 09 de abril de 2019.
- CONABIO. 2015. Áreas de implementación de obras de conservación en la Reserva Protegida el Triunfo. <http://pronatura-sur.org/mapainteractivo/mapa.html> Consultado el 24 de septiembre de 2019.
- CONAGUA (s.d.) Plan De Seguridad Del Agua Del Sistema De Abastecimiento De Agua Para La Cabecera Municipal De Arriaga, Chiapas, México. consultado el 20 de septiembre de 2019. <https://www.institutodelagua.chiapas.gob.mx/docs/psa/PSA-ARRIAGA.pdf>
- Conde-Álvarez, C; Saldaña-Zorrilla, S. 2007. Cambio Climático en América Latina y el Caribe: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo*. N° 23. (vol. 2). Santiago de Chile.
- Congreso Internacional Ambiental. 2012. energía eólica en Chiapas. Grupo editorial STRIATUM.
- Consejo consultivo del cambio climático en Chiapas. 2019. informe 2017 – 2018. http://www.issuu.com/idesmac/docs/informe_anual_cccccch Consultado el 28 de agosto de 2019.
- COUSSA. 2013. Evaluación de resultados del programa de sustentabilidad de los recursos naturales en el estado de Chiapas. https://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/CHS/CHS_2013_PSRN.pdf Consultado el 22 de septiembre de 2019.
- De Juana – Sardón, J. 2003. Energías renovables para el desarrollo. Editorial Magallanes. España.
- Diario Oficial de la Fdereccion. 2018. Ley general de cambio climático. DOF 13 07 2018. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf. Consultado el 30 de agosto de 2019

- Durante, C. 2019. Finalizo obra de desazolve del rio Sabinal en Tuxtla Gutiérrez. Tribuna Chiapas. <http://diariotribunachiapas.com.mx/?p=32046> Consultado el 23 de septiembre de 2019.
- FAO [Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación]. 2009. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma.
- FAO.(s.d.). Medidas de adaptación al cambio climático. <http://www.fao.org/3/i2498505.pdf> Consultado el 29 de agosto de 2019.
- García, M.C; Navarro-Espinosa, M.G; Velazquez-Lopez, C.N y Velazquez-Lopez, J. 2013. Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. http://www.pa.gob.mx/publica/rev_53-54/analisis/elaboraci%C3%B3n_abono.pdf Consultado el 23 de septiembre de 2019.
- Gianella – Estrems, T. Maza, C. Pinzas, T. 2007. Asegurando las Semillas. *LEISA revista de Agroecología*. N° 2. (Vol. 23). Biblioteca Nacional del Perú. Perú.
- Gianella, T; Chaves, J; Maza, C. 2005. Energía en la Finca. *LEISA revista de Agroecología*. N°. 1. (Vol. 21). Biblioteca Nacional del Perú. Perú.
- Gianella, T; Pinzas, T. 2014. Biodiversidad y agricultura campesina. *LEISA revista de agroecología*. N°1. (Vol. 30). Biblioteca Nacional del Perú. Perú.
- Gianella, T; Pinzas, T. 2015. Suelos para la vida. *LEISA revista de agroecología*. N° 1. (Vol. 31). Biblioteca Nacional del Perú. Perú.
- Gómez – Martínez, F. 2002. El cultivo de la Jamaica en el sureste de México. tesis de licenciatura. universidad autónoma agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gómez – Ramírez, M. 2008. Las presas hidroeléctricas un reto para la sustentabilidad de las cuencas en México. Posgrado y colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y letras. UNAM. Pp.19.
- Gómez, E. 2010. Chiapas maíz criollo en red. Biodiversidad. https://www.ecoportel.net/temas-especiales/biodiversidad/chiapas_maiz_criollo_en_red/ Consultado 01 de octubre 2018.

- Gómez, N. 2009. Adaptación y Biodiversidad. Inter Poner. <http://ponce.inter.edu/html/cammc/ciencias/Adaptaciones-Gomez.pdf>
Consultado el 16 de junio de 2018.
- Guillen-Pérez, L; Sánchez-Quintana, M; Navarro-Garza, H. 2002. Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia*. N° 3. (Vol. 36).
- Herrera – Grao, T. 2014. De las “limpiezas de ríos” a la “conservación y mantenimientos de ríos”: prevención de riesgos, conservación y empleo pueden darse la mano. *Boletín fundación nueva cultura del agua*.
- Instituto de investigaciones y Tecnología Agraria y Agropecuaria INIA Tacuarembó. 2015. El Suelo. Semana de la Ciencia y Tecnología. Jornada de Puertas Abiertas. Pp. 6.
- Instituto Estatal del Agua (s.d.). Estado de Chiapas resultados. <https://www.institutodelagua.chiapas.gob.mx/resultados-agua-limpia>
Consultado el 19 de septiembre de 2019.
- K. Pachauri, R. Y A. Meyer, L. 2014. Cambio climático 2014. Grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) Ginebra, Suiza.
- Lhumeau, A; Cordero, D. 2012. Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). Quito, Ecuador. 17pp.
- Manzo, D. 2014. Eólicos La Ventosa. <https://pagina3.mx/2014/11/incumple-grupo-mexico-con-propietarios-eolicos-en-la-ventosa/> Consultado el 03 de noviembre de 2019.
- Meli, P; Ruiz, L; Aguilar, R; Rabasa, A; Rey-Benayas, J; Carabias, J. 2017. Bosques rivereños del trópico húmedo de México: un caso de estudio y aspectos críticos para una restauración exitosa. *Madera Bosques*. N°1. (Vol. 23). Pp. 1-10.
- Morales-Ramos, A; Pérez-Figueroa, M; Pérez-Gallardo, J; León-Almaraz, S. 2017. Energías Renovables y el Hidrogeno: un par prometedor en la transición energética de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. N° 70. Pp. 92-101.

- Noticias Chiapas. 2019. Se inicia en Motozintla perforación de pozo profundo para abatir escases de agua. <http://www.noticiasdechiapas.com.mx>.
- Oliver, J; Probst, K; Renner, I; Rina, K. 2012. Adaptación basada en los ecosistemas (AbE). Medio Ambiente y Cambio Climático.
- Olivera de los Santos, A. y Grajales-Solis, M. 2013. contruyen presas filtrantes vegetativas en Chiapas. <https://www.horticultivos.com/noticias/nacionales/construyen-presas-filtrantes-vegetativas-en-chiapas/> Consultado el 23 de septiembre de 2019.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2009. Guía para la descripción de suelos. cuarta edición. Roma.
- Ortiz-Solorio, C; Gutiérrez-Castorena, MC. 2001. La Etnofología en México una visión Retrospectiva. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México.
- Periódico Obras. 2014. Central fotovoltaica en Chiapas. <https://obrasweb.mx/construccion/2014/04/09/instalaran-central-solar-fotovoltaica-en-chiapas> Consultado el 22 de septiembre de 2019.
- Portal Ambiental. 2019. Proyectos de reforestación en Chiapas. <https://www.portalam biental.com.mx/politica-ambiental/20190415/impulsan-proyectos-de-reforestacion-en-chiapas> Consultado el 24 de septiembre de 2019.
- Red de Intercambio de Conocimiento Agroalimentario. 2019. Las emisiones de GEI de la agricultura en la UE se reducirán en 2030. <http://rica.chil.me/post/las-emisiones-de-gei-de-la-agricultura-en-la-ue-se-reduciran-en-2030-184292>. Consultado el 02 de noviembre de 2019.
- Rivas – platero, G; Cortes, A; Padilla – Castillo, D. Hernández – Hernández, L. 2013. Bancos comunitarios de semillas criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad. Turrialba, Costa Rica.
- Rodríguez – Larramendi, L.A., Guevara – Hernández, F., Reyes – Muro, L., Ovando – Cruz, J., Nahed – Toral, J., Prado – López, M., Campos – Saldaña, R.A. 2016. Estimación de biomasa y carbono almacenada en bosques comunitarios de la

- región Frailesca de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 7. Núm. 37. Pp. 77-94.
- Rodríguez – Rodríguez, H. 2008. Recuperación y conservación de suelos mediante presas de control de azolves en a la cuenca de burgos. universidad autónoma de Tamaulipas. unidad academia multidisciplinaria agronomía y ciencias. México. D.F.
- Ruiz – Meza, L. E. 2012. Cambio Climático Y Migraciones Laborales En La Frontera Sur De México. *Revista.Luna.Azúl*. (35): 301-320.
- Ruiz – Meza, L. E. 2015. Adaptive capacity of small-scale coffee farmers to climate change impacts in the Soconusco region of Chiapas, Mexico. *Climate and Development*. (7): 2. Pp 100-109.
- Ruiz, L. E. y Arellano, J. L. 2014. Identificación Comunitaria de Riesgos Climáticos, Medios de Vida y Estrategias de Adaptación en la Cuenca del río Huehuetán, en Chiapas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- SAGARPA. [Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación]. 2010. Presas de Gaviones. Subsecretaria de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural.
- SAGARPA. [Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación]. 2016. Presas Filtrantes de Piedra Acomodada. Subsecretaria de Desarrollo Rural. Dirección General de Producción Rural Sustentable en Zonas Prioritarias.
- SAGARPA. 2012. Obra principal para el uso sustentable del agua. Catálogo de obras y prácticas de conservación del suelo y agua. Pp.5.
- SAGARPA. 2013. Los abonos orgánicos: una alternativa para incrementar los rendimientos de maíz. Rio Bravo, Tamaulipas.
- SDPnoticias.com. 2016. Dotan a comunidades de Chiapas con sistemas de capacitación de agua. <https://www.sdpnoticias.com> consultado el 13 de abril de 2019.
- Secretaria de Gobernación. 2014. La energía eólica en México. una perspectiva social sobre el valor de la tierra. México. comisión para el dialogo con los pueblos indígenas de México.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Cambio Climático: Ciencia, Evidencia y Acciones. Serie ¿y el medio ambiente? México, D.F.
- Seddon, N; Hou-Jones, X; Pye, T; Reid, H; Roe, D; Mountain, D; Raza-Raiui, A. 2016. Adaptación basada en ecosistemas ¿una fórmula beneficiosa para la sostenibilidad frente al cambio climático? Briefing. <http://pubs.iied.org/173645IIED>. Consultado el 12 de enero de 2018.
- Shiva, V. 2003. Las guerras del agua: privatización, contaminación y lucro. Editorial Siglo XXI veintiuno editores S.A. de C.V. Primera edición. México. D.F.
- Soares, D. y Garcia-Garcia, A. 2017. La cuenca del Usumacinta desde la perspectiva del cambio climático. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
- Tamayo, E. 2014. Importancia de la valoración de los Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad para la toma de decisiones. Revista de Ciencias Ambientales y Sostenibilidad. N°1. (Vol.1).
- Tinoco-Navarro, C. 2017. Cambio Climático y Buenas Prácticas en la Microcuenca. Centro Regional de Capacitación en Cuencas.
- Tinoco-Navarro, C. 2017. El fortalecimiento de capacidades adaptativas, de lo individual a lo colectivo.
- Uribe – Botero, E. 2015. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Estudios del cambio en América Latina. EUROCLIMA. Santiago de Chile.
- Useros – Fernández, J.L. 2013. el cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. consejería de Sanidad de la junta de Castilla y León, Valladolid. Vol. 50: 71 – 98.
- Vargas – Guillen, A; Aguilar – Martínez, S; Castillo – Santiago, M.A; Esquivel – Bazán, E; Hernández – Vázquez, M.A; López – Gómez, A.M. 2009. programa estatal para la compensación por servicios ecosistémicos. comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Corredor Biológico Mesoamericano. México. D.F.

- Vargas – Vencis, P. 2007. Mujeres cafetaleras y producción de café orgánico en Chiapas. El cotidiano. Vol. 22. Núm. 142. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.
- Villar, S.B; López, M.J. 2003. Sistema integrado de manejo para la conservación del suelo y el agua a nivel cuenca hidrológica en el trópico de México. Folleto técnico N°1. INIPAC – CIRPS – CECECH. Ocozocoautla, Chiapas, México.
- Zamora – Trejos, A.; Ureña – Márquez, O. 2014. Estrategia Local Participativa de Adaptación al Cambio Climático de la Cuenca río Cuxtepec, Municipio de La Concordia, Chiapas, México. Programa Académico Práctica del Desarrollo PAPD.
- Zamora – Trejos, A.; Ureña – Márquez, O. 2015a. Estrategia Local Participativa de Adaptación al Cambio Climático de la Cuenca Rio Lagartero, Municipio de Arriaga, Chiapas, México. Programa Académico Práctica del Desarrollo PAPD.
- Zamora – Trejos, A.; Ureña – Márquez, O. 2015b. Estrategia Local Participativa de Adaptación al Cambio Climático de la Sub-Cuenca Rio El Tablón, del Municipio de Villaflores, Chiapas, México. Programa Académico Práctica del Desarrollo PAPD.