



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

MONOGRAFÍA

**PROBLEMÁTICA DE EROSIÓN EN LAS
CUENCAS HIDROLÓGICAS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

**JESÚS ALEJANDRO DE LOS SANTOS
CABRERA**



Tonalá, Chiapas

Noviembre del 2014



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

MONOGRAFÍA

PROBLEMÁTICA DE EROSIÓN EN
LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

**JESÚS ALEJANDRO DE LOS SANTOS
CABRERA**

Directora

MC. IGNACIO DÍAZ GALDÁMEZ



Tonalá, Chiapas

Noviembre del 2014

DEDICATORIA

A MI MADRE

Dedico el presente trabajo de manera especial a mi madre **María de Jesús de los Santos Cabrera** pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.

Gracias dios por concederme la mejor mama. La cual me ha ofrecido el amor y la calidez de la familia la cual amo.

Mi mama es más que una mujer valiente.

Es más que una historia.

Es más que una mejor amiga.

Mi mama es mi vida.

ÍNDICE

I. Introducción.....	01
II. Objetivos.....	03
III Marco Teórico.....	04
3.1 Erosión de suelo.....	04
3.2 Tipos de erosión.....	05
3.3 Erosión en cuencas hidrológicas.....	06
3.4 Toma de conciencia.....	07
3.5 Modelos matemáticos para estimar la erosión.....	08
3.6 Factor cobertura del suelo.....	08
4 Las cuencas de México y Chiapas.....	09
4.1 Las cuencas.....	09
4.1.1 Microcuenca.....	10
4.1.2 Parte alta de la cuenca.....	12
4.1.3 Parte media de la cuenca.....	14
4.1.4 Parte baja de la cuenca.....	14
4.2 Cuencas en México.....	14
4.2.1 Cuencas en Chiapas.....	15
4.2.2 Cuenca del Grijalva.....	17
4.3 Funciones de las cuencas.....	17
4.3.1 Función económica.....	17
4.3.2 Función ambiental.....	18
2.4 Los bosques.....	19
2.4.1 Función de los bosques.....	19
2.4.2.1 Protección de cuencas.....	19
2.4.2.2 Aportación económica.....	21
5.- Estrategias de conservación de suelo.....	24
5.1 Obras para el control de erosión.....	25
5.2 Sistemas agroforestales y silvopastoriles.....	25
5.2.1 La agroforestería.....	25

5.2.2 Sistema silvopastoril.....	29
5.3 Costos de oportunidad.....	39
5.4 Relación Beneficio-Costo.....	40
IV. Conclusión.....	42
V. Propuestas y Recomendaciones.....	43
VI. Referencias Documentales.....	44

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cambio climático global y el deterioro ambiental, han provocado perturbaciones significativas en el régimen hidrológico regional de Mesoamérica tropical, provocando desastres naturales asociados al agua (Kabat y Schik, 2003).

La erosión hídrica es la principal causa de la pérdida de suelo, es responsable de la erosión de 440 millones de hectáreas de tierras de las 747 millones que sufren erosión en Asia; de 227 millones de hectáreas de las 497 millones que son afectadas por este fenómeno en África; de 123 millones de hectáreas de 243 millones de América del sur; de 115 millones de 219 millones en Europa, 106 en América del norte y América Central, Bifani (1984-actualidad).

La erosión de suelos en México es un problema ambiental muy serio, que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad. La implementación de métodos para predecir la pérdida de suelo por erosión en México no ha sido muy extensa, se han realizado numerosas investigaciones para cuantificar la tasa de erosión bajo diferentes usos de suelo a nivel de cuenca hidrográfica y para evaluar la efectividad de diferentes coberturas vegetales en el control de la erosión en terrenos agrícolas utilizando parcelas de erosión o lotes de escurrimiento, pero pocos estudios se han enfocado a la predicción de la erosión con fines de planeación y diseño de prácticas de conservación de suelos (Montes *et al.*, 1998).

Chiapas es un estado altamente vulnerable, que enfrenta fenómenos hidrometeorológicos, que en los últimos años sean observado con mayor intensidad (Greenpeace, 2006; Oswald y Hernández, 2005; Carabias *et al.* 2005). Destaca una serie de problemas asociados con el cambio de uso de suelo, que es la principal causa de la erosión hídrica, en esta zona; el manejo extensivo de

cultivos y ganadería en la zona, han provocado el desgaste más acelerado del suelo.

Las características naturales muestran que cada uno de los factores del clima (alta pluviometría), topografía (pendientes pronunciadas), geología, aumentan el potencial natural de erosión, llegando a niveles extremos en su acción conjunta.

En la Sierra Madre de Chiapas, y particularmente en la región del Soconusco, los impactos ambientales, económicos y sociales de estos eventos hidrometeorológicos

Lógicos han provocado severos daños a la agricultura, los ecosistemas y la disponibilidad de recursos hídricos, particularmente vulnerables a las condiciones extremas de clima (Magaña y Méndez, 2002; Arellano, 2005).

Debido a la magnitud de la problemática mencionada se han realizado estudios por organismos gubernamentales e instituciones de investigación, estos se basan principalmente en diagnósticos visuales de diferentes cuencas hidrográficas (SERN y P 1997) y en algunos casos mediante la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo con base en la cartografía existente (Gómez *et al.*, 1997). Existe divergencia en los resultados obtenidos, sin embargo todas estas investigaciones indican el papel clave que juega la cobertura vegetal en disminuir o acrecentar el proceso erosivo de la lluvia en combinación con una topografía pronunciada.

II. OBJETIVOS

- Detectar las principales causas que provocan la erosión en las cuencas hidrológicas principalmente.
- Proponer medidas de conservación y mitigación de la erosión en las cuencas.
- Proponer estrategias que disminuyen la problemática causada por la erosión en las cuencas hidrológicas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Erosión de suelo

El fenómeno de erosión se refiere al proceso de remoción de suelo, por acción de arrastre o desprendimiento del mismo, principalmente en la capa arable. La erosión del suelo, con la implícita pérdida de la producción, se está convirtiendo en uno de los problemas ambientales que más presión ejerce en las áreas vulnerables (GEO México, 2004).

La erosión del suelo reduce la fertilidad, debido a la pérdida de minerales y materia orgánica dispuesta en las capas más superficiales, por tanto reduce la productividad de diversidad de especies y productividad económicas.

SE calcula que anualmente se pierden cerca de 535 millones de toneladas de suelo por causa de la erosión, y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información Geográfica estiman en 188 millones de pesos anuales las pérdidas económicas, sin considerar los efectos de la reducción de la capacidad productiva de la tierras, lo cual incrementa considerablemente dicha pérdida (INEGI, 2014).

Las pérdidas son irreparables, sin mencionar que la erosión hídrica, saturan de sedimentos las escorrentías que componen la cuenta, que van a ser depositados a las partes bajas de las mismas y afectan a los ecosistemas marinos.

3.2 Tipos de Erosión

La erosión puede ser provocada principalmente por tres factores fundamentales, a saber:

- El agua
- El viento
- El hielo

Las manifestaciones particulares de cada uno de estos agentes erosivos son diferentes, dependiendo de la magnitud de su contribución al fenómeno, de si estos agentes actúan solo o en combinación y, del entorno natural en el que estén actuando, o sea la fragilidad del ecosistema (Peralta J., 2014).

Pero para los efectos de este documento, se trabajara con erosión con erosión hídrica, la cual su agente de transporte de sedimentos es el agua, uno de los factores más importantes en el equilibrio del planeta.

En México a nivel nacional 1'027,611.50 km² (52.86%) de superficie territorial se encuentran afectados por la erosión hídrica.

En nuestro país se tienen registrados 4,934.87 km² de suelos en grado extremo de erosión, que representa el 0.25% de la superficie de nuestro territorio (INEGI, 2014).

3.3 Erosión en cuencas hidrológicas

La erosión se ha convertido en un problema potencial para el ambiente, un riesgo para las personas. En la actualidad las cuencas son consideradas como la unidad territorial básica para la planeación y el manejo de los recursos naturales (Cotler H., Pineda R. 2008).

Cuando las cuencas hidrológicas son erosionadas, el suelo y su fertilidad de suelo son perdidas, y esto con lleva a una serie de acciones desencadenas, que pueden llegar a causar pérdidas económicas irreparables pero sobre todo humanas.

Los sedimentos arrastrados que el agua causa durante su paso por las cuencas, llegan a depositarse en la parte más baja de esta misma, el cual azolva los sistemas costeros y rompe el equilibrio en todo el ecosistema.

Es por ello que la importancia del manejo de recursos de cuencas surgió a finales del siglo XX, usando un manejo centralizado de los recursos que componían a dicho sistema, pero no fue posible un manejo adecuado de los recursos a partir del 2006, Durante el IV Foro Mundial del Agua realizado en

México, se hace explícita la necesidad de adoptar un enfoque a nivel de cuencas para el manejo integrado de los recursos hídricos 12 y finalmente, la FAO (2006), publica los resultados de un trabajo colectivo mundial para sistematizar los resultados de la gestión de cuencas y analizar las tendencias hacia el futuro (Cotler H., Pineda R. 2008).

El manejo integral de cuencas constituye un proceso adaptativo que alinea, coordina y construye programas hacia objetivos comunes, para lo cual requiere la sinergia, concurrencia, cooperación y colaboración de diversas instituciones bajo una visión común. Esta visión, requiere de una base sólida de conocimientos ambientales sobre la estructura y funcionamiento de la cuenca; la estructura incluye las bases para entender el origen y evolución de la cuenca basado en las características de sus componentes: aire, suelo, agua, biodiversidad

(principalmente las características de la vegetación) y geomorfología (Cotler H., Pineda R. 2008).

3.4 Toma de conciencia.

En cuanto a los problemas de erosión, La toma de conciencia sobre este problema comenzó en EEUU durante la década de los años 30 del siglo XX tras un periodo de gran sequía que dejó cantidad de suelos desnudos en la región centro del país provocando el fenómeno conocido como “Dust Bowl” (grandes tormentas de arena provocadas por la erosión eólica del suelo). Este gran desastre fue el que impulsó la creación del (U.S Soil Conservation Service), institución dedicada a promover el desarrollo de formas de uso del suelo sostenibles (Almorox et al. 1994).

Es a partir de este momento cuando comienzan a estudiarse en profundidad el riesgo de erosión del suelo y sus posibles consecuencias medioambientales.

En 1977 tuvo lugar en Nairobi (Kenia) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación, es en ese contexto donde se crea el Plan de Acción contra la Desertificación, que motivó que surgiera poco después uno de los primeros documentos de referencia en España sobre esta cuestión: en 1978 el antiguo ICONA (Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza) publicó “La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea”.

También en 2002 la Unión Europea publica bajo el título “Estrategia Temática para la Protección del Suelo” un estudio sobre la situación del medio edáfico y sus potenciales amenazas.

3.5 Modelos matemáticos para estimar la erosión

Numerosas administraciones públicas han apostado por el desarrollo y aplicación de estos modelos, como es el caso de la Agencia de Protección Ambiental (USEPA) y del Departamento de Agricultura (USDA) de los EEUU. En la Unión Europea también se han creado nuevos modelos como EUROSEM (Morgan et al., 1998), PESERA (Kirkby *et al.*, 2000) etc.

Estos modelos varían en sus requerimientos de información, insumos y en su facultad para predecir otros procesos tales como el ciclo hidrológico, pérdida de nutrientes por lixiviación y escorrentía y/o otros procesos incluyendo el desarrollo de los cultivos (FAO, 2005).

Dependiendo de la forma matemática que adopte la descripción de los procesos físicos representados, podemos clasificar los modelos de erosión en tres grupos (Merritt et al., 2003)

3.6 Factor cobertura del suelo

El factor vegetación representa el grado de protección que un determinado tipo de cubierta vegetal ofrece al suelo, ya que como hemos visto contribuye a frenar la erosión del suelo. Para el cálculo de este parámetro existen tabulaciones no ecuaciones (Mancilla Escobar, 2008).

La gran mayoría de los estudios se apoya en estudios de campo previos para observar la naturaleza de la cobertura y tras una clasificación de la misma se asignan los valores estimados por Wischmeier y Smith o por otros organismos como el ICONA (1982).

4.- Las cuencas de México y Chiapas

4.1 Las cuencas

Es importante tener un panorama de la situación del agua en el mundo, como bien sabemos la disponibilidad de este recurso es cada vez más preocupante, puesto que el promedio anual en el mundo es aproximadamente de 1 386 millones de kilómetros cúbicos, de los que el 97.5% es agua salada y tan solo el 2.5% es agua dulce y esta cantidad de agua dulce no está disponible para el consumo humano porque se encuentran en los glaciares, en la nieve de las montañas y en el hielo polar. Por tanto el agua que está disponible para el consumo humano en porciones se encuentran en ríos, lagos, humedad del suelo y depósitos subterráneos (CONAGUA. 2008). La escasez de este recurso es crítica a nivel mundial, Vargas, 2006 hace referencia sobre las causas de esta escasez como un problema de gestión en el campo de la acción pública, diseño e implementación de políticas gubernamentales para la regulación y negociación de los intereses tanto sociales como económicos y políticos.

Es por ello que la forma fundamental del manejo de los recursos hidráulicos es la adopción de la cuenca hidrológica y de los acuíferos como unidades de gestión del recurso agua (Breña, A y Jacobo, M. 2006). Las cuencas dependen de su tamaño, pendiente, relieve, así como de la ubicación geográfica, el tipo de suelo y litografía (Wanielista et al., 1997). Es un espacio hidrográfico e hidrológico de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre, y son drenadas en muchas corrientes, y estas a su vez confluyen a una principal y esta última va a dar hacia un punto de salida que puede ser el mar, un lago, laguna o en otras unidades (CONAGUA. 1997). Y dependiendo del origen y destino del agua es que se distinguen tres tipos de cuencas: las exorreicas, endorreicas y arreicas; en las primeras el agua va a almacenarse directamente al mar o al océano, las endorreicas desembocan en lagos, lagunas o salares, que no tienen salida fluvial

al mar y en las arreas el agua se evapora o se infiltra en el terreno antes de encausarse a una red de drenaje (Breña. Op cit).

Así mismo Mena, P (1999), menciona que el concepto de cuenca hidrográfica hace referencia a un ecosistema natural delimitado por las divisorias de agua y del recurso agua; es el área que recoge la lluvia que alimenta una corriente. Es un espacio de integración de componentes naturales, socioeconómicos y culturales que se encuentran en estrecha relación. Las cuencas son consideradas como unidades territoriales adecuadas para la gestión integrada del agua porque son las principales formas naturales que captan y concentran la oferta del agua que provienen de las precipitaciones (Dourojeanni,A; Jouravlev,A y Chávez,G. 2002).

Las cuencas pueden dividirse y subdividirse desde diferentes criterios, si estamos hablando del tamaño se subdivide en subcuencas y microcuencas y si son por las elevaciones se subdividen en parte alta, media y baja quedando por mencionar los límites geo-políticos y municipales.

.

4.1.1 Microcuenca

Las microcuencas son unidades pequeñas, de estas se originan quebradas y corrientes que desaguan de las diferentes partes de los cerros, que son pendientes altas. En este espacio es donde se realizan las proyecciones para el control y manejo del recurso agua. El drenaje de esta va a dar aun rio principal de la cuenca, a lo que se le llama la subcuenca, la cual está formada por varios ríos tributarios los cuales van a dar a un cauce principal de tal manera forman una unidad de menor tamaño que la cuenca, es por tanto que una cuenca está subdividida en Subcuencas y está a la vez en microcuencas (Umaña, E. 2002).

En este espacio de la microcuenca, interactúan los aspectos sociales, como son las actuaciones de los usuarios directos, quienes son las personas que viven cerca de esta área, pero también usuarios indirectos, estos usuarios son los que

usufructúan los recursos de la cuenca y los ambientales pues adquieren de ella lo indispensable para la sobrevivencia, principalmente en términos económicos como la producción de bienes y servicios (Van, J. 2003). En ese mismo contexto, el autor (Alatorre, N. S.f.) manifiesta que este concepto de microcuencas debe de ser considerado desde el principio de organización a que es lugar como la económica, social y operativa, por su puesto también desde el punto de vista territorial e hidrológico.

En las cuencas se encuentran todos los recursos naturales básicos para la realización humana, como el agua, el suelo, la vegetación, la fauna, todos ellos tiene una interacción muy particular y continua con los beneficios y desarrollos productivos del hombre por los diferentes bienes y servicios que proporciona porque los seres humanos necesitamos de este recurso para sobrevivir, independientemente en la zona en que vivamos (Parra, O. 2009). Por ello las cuencas tienen componentes que determinan su funcionamiento como los elementos naturales y los de generación antrópica (ibídem; Cueto, M.2010).

Los elementos naturales se dividen en bióticos y abióticos, en las primeras están considerados la flora, la fauna y el hombre, en los abióticos son el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima (ibídem).

Los elementos antrópicos se dividen en factores socioeconómicos y jurídico-institucionales (Cueto, M. 2010), en esta primera división los factores considerados son como la infraestructura, la tecnología, la calidad de vida (Parra, Op cit), así también la organización social, la cultura y las tradiciones (Cueto, Op cit), estos influyen en la forma de aprovechamiento de este recurso. Los factores jurídico-institucionales son las políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca, precisamente para su manejo (ibídem).

De lo mencionado anteriormente, se determina que toda cuenca hidrográfica funciona de manera inseparable e interdependiente con todos los aspectos que interactúan en ella como económicos, sociales, políticos, físicos, biológicos,

culturales, religiosos, institucionales y tecnológicos, además esta interacción se da en tiempo y espacio (Parra, op cit).

La conservación del suelo y el agua en cada parcela, ladera y microcuenca, permite no sólo la preservación de estos valiosísimos recursos naturales y mejorar los niveles de productividad, sino que contribuye a la sostenibilidad, al desarrollo rural territorial, abona al desarrollo humano de las comunidades y disminuye la vulnerabilidad de estas cuencas y territorios a fenómenos hidrometeorológicos extremos como las inundaciones, a través de lo que denominan como gestión de riesgos de inundaciones, aprendiendo a convivir con el río por medio de la participación, la colaboración y la hidrosolidaridad sobre la base de proyectos de rehabilitación ecológica del río o de prácticas de conservación del suelo y agua en microcuencas (Willerms et al., 2006; WMO et al., 2005; Van der Velde et al., 2006; Arellano, 2006; Arellano y López, 2009).

al interior de una microcuenca, su respuesta hidrológica a la lluvia, es decir, a la producción de escurrimiento superficial (relaciones precipitación-escurrimiento), depende de la interacción entre las variables climáticas y geológicas, de las propiedades físicas de suelo (donde el parámetro clave es la conductividad hidráulica del suelo a diferentes profundidades), de las condiciones de uso y manejo del suelo, de la intensidad y duración de los eventos de lluvia y la morfología de la pendiente (configuración topográfica). A otra escala, a nivel de subcuenca o microcuenca, el efecto de los cambios de uso del suelo y deforestación incrementan significativamente los volúmenes de escurrimiento superficial y escurrimientos pico (Brujijnzeel, 2004)

4.1.2 Parte alta de la cuenca

Esta parte de la cuenca también es conocida como cabecera, cuenca de recepción, cuenca húmeda o imbrífera en esta parte el agua es captada y almacenada en forma de nieve y represamientos de sus altiplanicies, típicamente la cobertura vegetal son pastos y bosques además tienen menor presión

demográfica (Cueto, M. 2010). Esta parte de las cuencas están formadas por acuíferos volcánicos, los que por su ubicación y extensión son la principal fuente de agua potable, riego y agua subterránea de la región. De igual manera estos acuíferos son los más vulnerables por ser suelos muy porosos y estar expuestos a la influencia humana, son zonas densamente pobladas, lo cual incrementa el riesgo de contaminación de las zonas de recarga (Urquijo, J. 2004).

La parte alta de la cuenca es donde se presentan los diferentes usos del suelo que tienen efectos directos sobre los flujos hídricos, y estos usos son consecuencia directa de las estrategias de producción utilizadas por los habitantes para obtener su sustento, y aunque un uso inapropiado del suelo puede tener efectos directos en el sitio, como pueden ser la disminución de la productividad del suelo, la mayoría de los efectos van a ser indirectos y no son percibidos directamente por el dueño de la propiedad.

Es importante señalar que hay situaciones en que las partes altas de la cuenca se han convertido en zonas más exclusivas y de importantes niveles de riqueza natural aunque la mayoría de los habitantes sean pobres o marginados (Porrás, I. 2003). Y debido al fuerte proceso de deforestación que se dan en estas partes de las cuencas hace que incremente los gastos pico de las crecientes, por ende reduce los tiempos de concentración de las mismas crecientes, por lo que los resultados severos son las inundaciones (Rubio. op cit).

La parte alta de la cuenca del río Grijalva, está ubicada en unas de las zonas con mayor precipitación en México, alrededor de 4,000 mm anuales, en donde las lluvias se presentan en casi todo el año, aunado al invierno y los sistemas tropicales pueden generar lluvias intensas de 300 mm en 24 horas de cada año, lo cual provocan escurrimientos y avenidas de hasta 3.0 metros en tan solo 12 horas. Y la parte baja de la cuenca la precipitación oscila entre los 1,700 y 2,300 mm la precipitación disminuye porque no hay aportaciones del ascenso orográfico (ibídem).

4.1.3 Parte media de la cuenca

La parte media de la cuenca es de mayor pendiente relativa, su caudal se caracteriza por torrentes turbulentos, también es denominado zona de transporte de sedimentos o de escurrimiento (Cueto. op cit). La pendiente de esta zona hace que el agua tenga una función de distribuidor de insumos primarios, por que almacena y transporta los nutrientes, materia orgánica, sedimentos, contaminantes, metales pesados, bacterias, por lo que construye la estructura física del hábitat del ecosistema (Cotler, H y Caire, G. 2009).

4.1.4 Parte baja de la cuenca

Esta parte de la cuenca es de menor pendiente relativa, en donde el caudal del flujo es continuo con cauce definido y con amplia planicie de inundación, regularmente se le llama zona de depósito, en esta parte existe mayor presión poblacional, las tierras son para la agricultura, el área es extensamente urbana por lo tanto hay mayor demanda de agua (ibídem). En esta parte de la cuenca, las personas que viven cerca de ella, pueden verse afectados por cambios en la oferta hídrica de usos inadecuados del suelo en las partes altas (Porra, op cit). Es por tanto que estas partes tienen alta vulnerabilidad a inundaciones (García. op cit). Además de la sedimentación, ha disminuido la capacidad hidráulica de los cauces, en donde en el caso de estudio, existen más de un millón de hectáreas de suelo sujetas a inundaciones (Rubio. op cit).

4.2 Cuencas en México

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), delimitó al territorio Mexicano por cuencas hidrográficas agrupándolos en 37 Regiones Hidrológicas (RH) (CONAGUA. 2004). Fueron reagrupadas en XIII regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) mediante el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006, con esta reagrupación fueron ajustadas a los límites municipales cuyos fines fueron

estrictamente administrativos. Estas regiones fueron definidas conforme a las cuencas del país los cuales están integrados por municipios completos. Los municipios que conforman las RHA están registrados en el acuerdo de Circunscripción Territorial de los Organismos de Cuencas en el 2007 en el DOF1, habiendo identificado 1 471 cuencas hidrográficas en el país, lo que a su vez se han subdividido en 728 cuencas hidrológicas para que exista un control administrativo.

En el país confluyen ríos y arroyos los cuales constituyen una gran red hidrográfica de 633 mil kilómetros, de los cuales existen 50 ríos principales por los que fluyen el 87 % del escurrimiento principal del país, en donde las cuencas correspondientes cubren el 65 % de la superficie de la extensión territorial continental del país. De estos escurrimientos del país, dos terceras partes corresponden a siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Panuco, Santiago y Tonalá. Las cuencas de cada uno de estos ríos representan el 22 % de la del país.

México comparte ocho cuencas en total con los países vecinos: con los Estados Unidos comparte tres: Bravo, Colorado y Tijuana, con Guatemala comparte 4: Grijalva-Usumacinta, Suchiate, Coatan y Candelaria, y una con Belice y Guatemala el Río Hondo (CONAGUA, 2008). Las extensiones de las cuencas de México son tan grandes como pequeñas, así por ejemplo las hay de más de 100 000 km² como la cuenca Lerma-Chapala-Santiago y menos de 100 km² como la del río Tizunpán en Michoacán.

4.2.1 Cuencas en Chiapas

En Chiapas existen 3 regiones hidrológicas. Según datos del INEGI 2011, la Región Costa de Chiapas, la de Coatzacoalcos y la región Grijalva- Usumacinta. La primera región se extiende a lo largo de la costa del Estado y a su vez está formada por 4 cuencas, Río Suchiate, la cuenca Río Huixtla, la cuenca Río

Pijijiapan y la cuenca del Mar Muerto, todas estas cuencas están formadas por otros ríos y cuerpos de agua.

La segunda región, la de Coatzacoalcos, su representatividad es meramente simbólica con 0.03 % de la superficie estatal a los que le corresponden la cuenca Río Tonalá (ibídem) para este río incluye 2,474 km² del margen izquierdo y Lagunas del Carmen y Machona, así como el río Coatzacoalcos. Se encuentra ubicada en la denominada Llanura Costera del Golfo de México, sus colindancias son al sur por la Sierra Madre de Sur y al norte por la cuenca del Río Papaloapan, tiene un área calculada de 23,956 km lo cual representa el 1.2% de la superficie total nacional (<ftp://ftp.consejosdecuenca.org.mx>).

La región más grande y sin duda la más importante es la Grijalva-Usumacinta, pues representa el 85.53 % de la superficie Estatal, está integrada por 6 cuencas hidrológicas, la Usumacinta que cuya ubicación es al noroeste del Estado, las corrientes de esta cuenca delimita al estado de Chiapas con Guatemala y Tabasco. Está integrada por lagos así como de corrientes superficiales y es principal afluente de las cuencas del Río Grijalva-Villahermosa, Río Grijalva-Tuxtla y Río Grijalva y la Concordia, también aporta sustancialmente a las presas Malpaso, Chicoasen y la Angostura, y a la presa Peñitas a través de la corriente Mezcalapa.

Por último la cuenca Río Lacantun, en ella está el cuerpo de agua llamado Lagunas de Miramar y otras corrientes superficiales representativas (INEGI. 2011).

En el estado de Chiapas existen 66 cuencas atendidas. (El FIRCO2) trabaja con 55, en donde las más intervenidas son la de los ríos Cuxtepeques, Lagartero y Zanatenco (López., et al. 2006).

4.2.2 Cuenca del Grijalva

La cuenca del río Grijalva, se localiza en el sureste de México, es una cuenca transfronteriza que nace en Guatemala y cruza los estados de Chiapas y Tabasco, las áreas propensas a inundaciones son las zonas adyacentes a los cauces y sus afluentes y efluentes. Por ello existe una zona crítica de inundaciones en el estado de Tabasco hacia la parte norte y centro (Rubio, C y Triana. 2006).

Esta cuenca tiene una extensión de total de 56,895 km², de los cuales el 9.49% se encuentran en Guatemala y el 90.51 % en Chiapas, Oaxaca y Tabasco. La parte alta se encuentra en mayor extensión del lado Guatemalteco y aporta 2.4 km³ anuales de agua superficial al río Grijalva-Grande de Chiapas; la parte media se encuentra en los estados de Chiapas y Oaxaca, la parte baja y la salida al mar en Tabasco (García, A. 2010). De las 10 cuencas hidrológicas del Estado la más importante es la del Río Grijalva, porque genera el 54 % de la energía eléctrica del país (SIPAZ. 2010).

4.3 Funciones de las cuencas.

4.3.1 Función económica

Los beneficios que ofrecen las cuencas hidrográficas son únicos e irremplazables, pues no hay otro sistema que los proporcione, uno de los beneficios son el suministro de energía de agua, la obtención de energía eléctrica por las presas, producción forestal, cantidad, calidad y control del agua, y también la producción agrícola sostenible, si se utilizan tecnologías adecuadas (Carneiro, C. et al. s.f). La principal función económica que realizan es cuando suministra los recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas de las poblaciones que habitan alrededor de la cuenca (Jiménez. 2005).

recurso agua es utilizado para diversas actividades económicas como por ejemplo el riego de huertos, la cría de animales, el procesamiento de postcosecha y otras actividades que son consumidores de agua y que generan ingresos y contribuyen a la seguridad alimenticia.

En ese sentido la CNA (2008), señala que en el 2007 el 63 % del agua utilizada en el país para uso consuntivo proviene de fuentes superficiales, es decir de ríos, arroyos y lagos y el 37 % proviene de fuentes subterráneas como los acuíferos. Es por tanto necesario destacar que el principal uso del agua en México es el agrícola, en lo que se refiere al riego de cultivos en donde no está de más mencionar que la superficie dedicada a las actividades agrícolas va de los 20 a 25 millones de hectáreas, así mismo la superficie cosechada oscila entre los 18 a 22 millones de hectáreas al año. De entre los usos y beneficios del agua se encuentra la generación de energía eléctrica, para ello en el 2007, las plantas hidroeléctricas emplearon un volumen de agua de 122.8 miles de millones de metros cúbicos, por el cual se generaron 29.70 TWh de energía eléctrica o el 13 % de la generación total del país.

Podemos observar algunos de los tantos beneficios que nos proporciona el recurso agua, además de los anteriores, existen otros tipos de beneficios como los ecosistemicos.

4.3.2 Función ambiental

Beneficios económicos las cuencas también nos proporcionan bienes y servicios ambientales entre ellos está la contención de la erosión del suelo, fijación del carbono, conservación de la biodiversidad y mantenimiento del paisaje (Carneiro. Op cit). Estos beneficios dependen del manejo que se proporcione al ecosistema, por eso el aprovechamiento de los recurso debe de ser adecuado, la distribución de los recursos debe ser equitativa propiciando el equilibrio, con la participación de la sociedad en cuanto a gestión y sobre todo la conservación de la capacidad de reproducción, para que se pueda generar un desarrollo sostenible, sin

comprometer a las generaciones futuras. Estos servicios son los más importantes porque de ello depende el funcionamiento tanto de las cuencas y la calidad del recurso que puedan percibir los usuarios.

2.4 Los bosques

Las cuencas están protegidas por los sistemas boscosos porque son quienes regulan los patrones hídricos como la calidad y cantidad del agua que provienen del mismo, la minimización de los ciclos de inundación y sequía, la generación, protección y mantenimiento de los suelos y sus nutrientes, la regulación del clima, la estabilización del paisaje (Manson, R. 2004), por ejemplo en las partes altas de las cuencas la remoción de los bosques interrumpe la captación del agua y por lo tanto retiene la recarga de los mantos acuíferos lo que en un momento determinado puede significar un aumento en los ciclos de sequías o de inundación; en este sentido él mismo autor cita a Brujinzeel, Sahin y Hall quienes mencionan que en cuencas deforestadas aumenta significativamente el flujo de agua en los ríos. Por ello que en temporada de lluvias el nivel del agua aumenta con rapidez ocasionando precisamente los riesgos a inundación (Hewlett, 1982. citado por Manson 2004).

2.4.1 Función de los bosques

2.4.2.1 Protección de cuencas

En este contexto también existen funciones que cumplen los ecosistemas boscosos y la importancia de su cuidado. La función de la protección de cuencas es muy importante porque de ello va a depender el uso del agua en la sociedad y por supuesto en la generación de electricidad, puesto que con la deforestación se acelera el proceso de azolvamiento de las presas y como efecto se reduce su capacidad (Cabarle, B. et al. 1997).

De manera general la autora Urquijo, J. (2004), señala algunos de los beneficios más importantes que proporcionan estos ecosistemas boscosos; la regulación de la cantidad y calidad del agua, además de los niveles de estiaje en las épocas de sequías con la protección de los suelos que incide en la infiltración y calidad del agua.

La cobertura forestal es un elemento estratégico para la regulación del ciclo hidrológico precisamente en áreas próximas a nacimientos, las riberas de ríos y otros cuerpos de agua, lo que incluye la sostenibilidad del caudal a lo largo del año, mantener la productividad del suelo, garantizar la calidad del agua y la reducción de desastres. La dependencia actual y el aumento de la demanda de agua hacen prioritarios el mantenimiento de la capacidad de las áreas silvestres de regular el ciclo hidrológico, así también están creciendo la conciencia de conservar los bosques para regular el ciclo.

La necesidad de conservación de los bosques para la regulación de los ciclos hidrológicos, hace hincapié en las cuencas debido a que los bosques juegan un papel muy importante en cuanto a que influyen en el volumen de agua obtenida de las cuencas hidrográficas; la descarga de agua, además de que permiten reducir el volumen máximo y total del caudal de las aguas resultantes de las precipitaciones en tanto que moderan la variación entre los caudales máximos y mínimos a lo largo del año, garantizan la estabilidad del suelo y frenan su desplazamiento y la erosión en cárcavas y superficial, así mismo exportan el menor volumen de sedimentos aguas abajo (Urquijo, 2004).

2.4.2.2 Aportación económica

Los ecosistemas boscosos son el principal proveedor de los recursos naturales, los cuales se convierten en insumos y materias primas del sector productivo, a la vez pueden ser consumidos directamente por las personas o bien son procesados para luego convertirlos en bienes y pasar al consumo o bien dejarlos en el sector productivo como equipo de capital (Salusso, M. 2008).

También señala que si bien es cierto que el enfoque económico tradicional tenía la preocupación única de los tipos de recursos a extraer, su proceso de producción para optimizar los beneficios, el mercado para su distribución y venta para maximizar las utilidades; actualmente hay un nuevo análisis del proceso económico en el que se busca garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales en los que para su aprovechamiento y uso puedan considerarse tanto aspectos económicos como ecosistémicos.

Para ello hace alusión a los recursos renovables y los no renovables. En el primero menciona que dependen de la tasa de extracción, en tanto que si ésta es mayor a la tasa de crecimiento de los recursos por lógica este recurso se extinguirá, y si la tasa de extracción es menor que la del crecimiento se le permite a los recursos su regeneración y por lo tanto se hace sostenible su explotación.

Para los recursos no renovables, la sostenibilidad depende de la velocidad de extracción, es decir, de las frecuencias de extracción, si es más rápida la extracción de esa forma lo es su extinción, dado a que no pueden reproducirse. Para la sostenibilidad de estos recursos, existen varios factores a tomar en cuenta, como lo es el tecnológico que pueda permitir un nivel de aprovechamiento con eficiencia y con un ritmo controlado. De esa forma tanto la cantidad y frecuencias de extracción deben de estar controlados para lograr el equilibrio de estos recursos. Es entonces que al hablar de sostenibilidad estamos haciendo referencia al uso de los recursos de acuerdo a su capacidad regenerativa.

De las muchas funciones de los bosques, también hay que mencionar que sirven como reserva genética de especies tanto domesticadas y no domesticadas y las explotadas como el maíz (Cabarle, B. et al. 1997). Principalmente son proveedores de leñas en las comunidades rurales, tanto de árboles maderables que sirven para la construcción de viviendas y muebles; como de plantas medicinales y de consumo, así como de árboles frutales que también son para fines medicinales y alimenticios. En los bosques se encuentran todas las materias y productos que permiten a las familias que viven en zonas rurales reducir sus gastos monetarios dado a que no se ven en la necesidad de ir al mercado a comprar los frutos y las plantas para consumo o para medicinas.

Lo anterior muestra los beneficios que los bosques ofrecen, sin embargo, estas tienen actualmente muchas presiones, como la deforestación lo que ha llevado al rápido deterioro de los recursos genéticos, la degradación de las cuencas hidrográficas y con ello al aumento de la erosión (Febles, et al., 1999).

Estas consecuencias son causadas tanto por la deforestación como otros factores como los que mencionan los autores (Paré, L. y Madrid, S.1997), uno de ellos es la distribución desigual de la tierra razón por el que muchos campesinos se ven obligados a la sobre explotación de la misma superficie de terreno año con año, dado a que no tienen más disponibilidad de terreno para seguir cultivando y no desgastar la misma superficie siempre. La pobreza es uno de los factores que está relacionado a la falta de alternativas económicas puesto que los campesinos no tienen otra fuente de ingresos económicos más que dedicarse a las actividades primarias y obtener de ella el sustento de todos los días y si la familia es numerosa empeora la situación, por ello el crecimiento demográfico es otro de los factores que influye al incremento de la presión de los bosques, el uso de tecnología inadecuada para varias prácticas agrícolas como el uso de fertilizantes, herbicidas, pesticidas y otros insumos que son necesarios para los campesinos para generar productividad e incrementarla, así como la optimización del tiempo de trabajo. Otros de los factores son los procesos económicos que incentivan las actividades

como la ganaderización, la tala clandestina o el narcotráfico, políticas gubernamentales que fomentan la destrucción de bosques.

Existen varias causas de la deforestación, pero la que ocupa mayor importancia son los desmontes agropecuarios por la conversión de la superficie para usos agrícolas y ganaderos, los antecedentes dan nota que la utilización de estos lugares son principalmente para la ganadería, por ejemplo el crecimiento de la ganadería bovina hasta los ochentas, se basó prácticamente en la alimentación del animal con pastos naturales, lo que provocó el desmonte de grandes superficies arboladas (Chauvet, M.1999).

En América Latina anualmente cerca de 20,000 ha., de cobertura forestal son convertidos en áreas de pastoreos de ganado, en Chiapas la disminución de estas áreas principalmente están orientadas a la agricultura, ganadería, entre otras actividades (Santillán, A. 2007). Como bien sabemos la ganadería es una estrategia para la sobrevivencia de las familias porque les permite aumentar el ingreso, además de ser una reserva familiar que les ayuda en momentos de escasez. Evidentemente en algunos casos se debe a razones de subsistencia y en otros casos a razones comerciales. Muchas veces las tierras convertidas para estas actividades no son aptas para este uso, entonces el resultado es la baja productividad a costos elevados por la pérdida de los ecosistemas así como sus bienes y servicios, después del bajo éxito de la actividad, las tierras desmontadas son abandonadas, como han sucedido en los estados de Veracruz y Tabasco con la conversión de selvas tropicales en zonas agrícolas y ganaderas (WWF, 2007)

La degradación de los bosques y de las cuencas hidrográficas, son resultado del manejo inadecuado de los suelos destinados a la agricultura y a la ganadería. Altieri y Nicholls (2000), señalan que hoy en día los monocultivos tienen una gran cobertura a nivel mundial, así es que año con año se siguen produciendo las mismas especies de cultivos sobre el mismo suelo. Esta práctica agrícola fué promovida fuertemente en la década de 1970 bajo la Revolución Verde, las técnicas fueron plantar grandes extensiones de tierra con un solo tipo de cultivo con tal de aumentar la eficiencia y la producción, esta práctica incluyó la utilización

de fertilizantes, herbicidas y pesticidas, evidentemente aumentó la producción pero sólo a corto plazo, pero también permitió la degradación rápida del suelo y la pérdida de hábitats (Bichier, P. 2006).

Actualmente existen programas gubernamentales que siguen promoviendo la utilización de los productos químicos, por ejemplo en Chiapas, México, existe un sistema de milpa que es subsidiado por programas de gobierno como lo son el Maíz Solidario y Alianza para el Campo, que consisten en paquetes tecnológicos de fertilizantes, herbicidas y semillas híbridas; estos hacen dependiente al campesino de las empresas, de los mismos programas y de los insumos, porque también el mismo programa PESA5 promueve la distribución de este tipo de semillas. Sin embargo a pesar de tener conocimiento de los efectos que los productos químicos aún se sigue con esta práctica y lo peor es que son subsidiados por el mismo gobierno (Gómez, E. 2009).

Es evidente que los efectos de las actividades van a dar principalmente a los recursos naturales, por ejemplo en la ganadería el manejo inadecuado del pastoreo tiene consecuencias como la degradación del suelo, la baja capacidad de crecimiento de los pastizales lo que repercute a la calidad de los animales, su crecimiento, peso y precio. Por tanto es necesario un manejo adecuado del pastoreo incluyendo prácticas que van más allá de lo económico como la conservación del medio ambiente.

5.- Estrategias de conservación de suelo

Las cuencas hidrológicas en muchas partes presentan procesos de degradación que inician con la pérdida de cubierta vegetal ocasionada por muy diversos factores económicos y sociales, y que continua con su erosión, la pérdida de fertilidad, la compactación, lo que afecta de manera importante la disponibilidad y calidad del agua y en ocasiones la seguridad humana debido a derrumbes, inundaciones y otros fenómenos (CONAFOR, 2004).

5.1 Obras para el control de erosión

Las obras para el control de erosión hídrica, son estructuras físicas que se llevan a cabo dentro de la cuenca; para las que se toman en cuenta el tipo de erosión hídrica que se origine en la cuenca.

Por mencionar algunas obras de control:

Para la erosión en cárcavas: Por lo regular para este tipo de erosión se manejan las presas de distintos tipos y se trabajan con taludes como por ejemplo su estabilización.

Para la erosión laminar: Por lo general para controlar este tipo de erosión se llevan a cabo obras de elaboración de terrazas o zanjas, pero la más común son las prácticas vegetativas.

5.2 Sistemas agroforestales y silvopastoriles.

5.2.1 La agroforestería

La vulnerabilidad es una condición social que es resultado de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad, y se define en gran parte por el acceso diferenciado a los recursos económicos, sociales, organizacionales y de poder (Movimiento Tzuk Kim Pop, 2006).

Para obtener los grandes beneficios que nos ofrecen los recursos naturales, la agroforestería es una opción para el campo, porque como bien señalan Combe y Budowsky (1979), en un concepto de agroforestería, que es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de árboles y/o animales con cultivos. Así mismo la combinación puede ser escalonada con el tiempo o espacio, con el objeto de optimizar la producción por unidad de superficie respetando el principio de rendimiento sostenido y no producir necesariamente un solo producto si no diversificarlo.

Esta práctica permite la sostenibilidad de los recursos de la tierra y por su puesto con ello se promueve el manejo integrado de los demás factores, por que incorpora el conocimiento tradicional de los productores y los avances de la ciencia, al permitir la integración de productos básicos, arboles forestales y animales (Combe. op cit). Este sistema ayuda a las comunidades rurales a cubrir necesidades económicos-productivas, conservando el medio ambiente y de alguna manera mejorar sus condiciones de vida.

En las actividades agrícolas, su intensificación y la reducción de los periodos de barbecho el nivel de producción y la fertilidad del suelo se han vuelto en un problema fundamental para los cultivos. Es decir que la fertilidad del suelo ha ido disminuyendo debido a la degradación de su capacidad para producir, por las modificaciones en sus propiedades que han llevado a su deterioro. Esta degradación ha ocurrido por la pérdida de nutrientes, la acidificación principalmente por fuentes nitrogenadas amoniacaes, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos (Mendoza, S., et al. 2009). Por ello la producción agrícola actual no se encuentra limitada por la falta de ingresos o capacidad de adquirir maquinarias y de fertilizantes y capitalizar los medios de producción si no por la productividad decreciente del suelo y el desabasto del agua (Ruíz, D.2001).

Contreras, et al.,(1999), señalan que en la zona Frailesca Chiapas, el auge maicero empieza con la Revolución Verde en los años sesenta y setenta, pero en los últimos 14 años los rendimientos físicos descienden sobre todo en productores medios debido a factores macroeconómicos, la acidificación de los suelos (por el uso inmoderado de agroquímicos) y la transformación de un sistema de temporal intensivo a uno de temporal anual; por tanto muchos productores medios han abandonado la monoproducción maicera tradicional, y han empezado a incursionarse en otras áreas productivas, pero ello no significa que haya disminuido la superficie de maíz, pues mientras unos agricultores abandonan el cultivo, otros más pobres ingresan en él, ya sea rentando las tierras, o haciendo avanzar la frontera sobre el bosque.

La asociación de árboles con cultivos, vienen a ofrecer productos y servicios, de esa forma los autores (Tamayo, M y Orellana, R.), de la Academia Mexicana de Ciencias señalan la obtención de leña, carbón, alimentos, forraje y aprovechar los frutos, además también pueden obtenerse resinas, gomas, taninos, aceites esenciales y fibras. En cuanto a servicios podemos obtener la conservación del suelo, el control de la erosión, se crea el hábitat para organismos polinizadores y para depredadores de plagas de los cultivos.

Además de lo anterior, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales y Pesca (SAGARPA), menciona que estos sistemas también reducen los costos de producción, pues se reduce la necesidad de utilizar fertilizantes comerciales en alta cantidad y frecuencia, por los mayores rendimientos que se percibirían con el uso del estiércol u otro tipo de abono orgánico, también se puede diversificar los ingresos del propietario de la unidad de producción, además se conserva un suelo más productivo y un uso organizado de la tierra en el espacio-tiempo.

Esta asociación de árboles incluye la rotación de cultivos en áreas arboladas y el manejo de pastizal, incluye el establecimiento de un cultivo cada 3 a 10 años, con el objetivo de mejorar los pastos y obtener un mejor nivel de cosecha. Con ello se restaura el suelo, se airea y se distribuye el estiércol acumulado, evita que se fortalezcan los insectos plaga y las enfermedades que atacan a ciertos cultivos, se aporta nutrientes y se mejora el control de hierbas (Nahed, J., et al. 2008).

Es por tanto que la agrosilvicultura forma parte del concepto de actividad forestal en el uso de la tierra y en el ordenamiento del territorio. No cualquier tipo de combinación de árboles forestales, pastos y cultivos agrícolas se califican como sistemas agroforestales. Se requiere además que su combinación sea efectuada consecuentemente en forma sistemática y con el propósito de producir varios tipos de productos, que el sistema sea el resultado de una interacción importante, tanto ecológica como económica entre varios tipos de cultivos, y que el sistema mantenga o en lo posible mejore la capacidad productiva de la tierra (Ecu red.

2012). Obviamente hay cultivos que son intolerantes a las sombras como el maíz, trigo, soya, frijol, entre otros

En resumen los beneficios (Bichier, P. 2006), que ofrecen los sistemas agroforestales son:

- Reducen la erosión del suelo, aumentan la captura de carbono, del agua y su almacenamiento.
- Beneficios económicos al permitirle al agricultor la diversificación de sus cultivos.
- Proveen lugar a las especies depredadoras que protegen a los cultivos de brotes de plagas, y especies polinizadoras para garantizar la cosecha de cultivos.
- En las áreas protegidas actúan como zonas de amortiguamiento, por que los protegen de los efectos directos de la agricultura intensiva y asentamientos humanos.

5.2.2 Sistema silvopastoril

Para el desarrollo de una ganadería sustentable, es necesario el establecimiento de un sistema de producción basado en el aprovechamiento de los recursos locales, en la capacidad de los pequeños productores y en las características de la situación actual y económica de cada región. Dadas las situaciones económicas de los pequeños productores de ganado no les es factible adquirir productos alimenticios para sus ganados, lo que lleva a que sus animales no mejoren sus condiciones. Sin embargo existen árboles que sirven de alimento para los animales, la inclusión de árboles le permite al productor tanto pequeño y grande mejorar su producción y sus condiciones económicas.

El estado de Chiapas cuenta con gran potencial pecuario, tal es el caso de la producción bovina, lo que representa unas de las principales actividades que proporciona mayor ingreso, principalmente en las zonas rurales (Sagarpa, 2010), según datos del SIAP 2007 Chiapas, representa el tercer lugar de producción bovina a nivel nacional también ocupa el décimo quinto lugar en producción ovina, quinto lugar en producción de miel, décimo lugar en producción avícola y el décimo lugar en producción porcina.

Casi toda la ganadería bovina se desarrolla en condiciones de pastoreo extensivo, y solo una mínima parte de fincas lo realizan de manera intensiva, además de que es uno de los requisitos para poder transitar a la producción ganadera orgánica, pero existen un conjunto de factores que intervienen e imposibilitan la comercialización y aun precio justo por ejemplo la falta de control de la producción de sus derivados. En ese mismo sentido, en Chiapas existen diversos sistemas agroforestales tradicionales, que son aplicados a la ganadería extensiva o semiextensiva, en los que el uso de insumos es moderado, y que se aplican los sistemas silvopastoriles, y que por supuesto estos sistemas permiten la transición a la ganadería orgánica. Y la forma de lograr el manejo sostenible de los pastizales, es mediante el cultivo de árboles y arbustos forrajeros, pero con arreglos agronómicos como lo son los cercos vivos, sembrar árboles dispersos en los potreros y los bancos de proteína, todos con los objetivos además de los

anteriores, disminuir la presión sobre las áreas forestales. Además esta proteínas duplica al de los pastos, principalmente en las regiones tropicales (Nahed, J. et al. 2008).

Este mismo autor señala que el sistema silvopastoril es una oportunidad o una alternativa sostenible si se desea la intensificación de la ganadería o no, porque se incluirían árboles y arbustos forrajeros en las áreas de pastoreo y estos a su vez suministrarían follaje de alta calidad, además de que en periodos de escasez proporcionan alimentos, y sobre todo disminuyen los costos de producción al sustituir el uso de insumos en estos periodos (Jiménez, G. et al. 2007).

Los sistemas silvopastoriles permiten integrar arboles dentro de los sistemas ganaderos con una diversidad de productos y servicios, sin embargo, a pesar de que existe bastante información y estudios sobre este tema en México, por citar algunos (Conabio, 1999; Mahecha, L. et al. 1997; Roncal, G., Soto, L. 2008), la adopción de la tecnología silvopastoril por parte de los productores es escasa y se conocen pocas experiencias exitosa a escala comercial.

Algunas de las formas utilizadas de los sistemas silvopastoriles son:

a) Pastoreo en plantaciones forestales.

En esta combinación, los animales pastorean principalmente en las plantaciones maderables, leña, frutales, palmeras, etc. Involucra la siembra de pastos pero el alimento de los animales es diversificado. Los autores Jiménez, E.; Nahed, J. y Soto, L. (2007), señalan ejemplos de esta práctica en algunas zonas de Chiapas como en las partes bajas, donde los ganados bovinos y ovinos son pastoreados en plantaciones de palma africana, cocoteros, hule y en huertos de frutales como mango, naranja y plátanos, evidentemente estas plantaciones son de alturas considerables por lo que los animales no afectan la producción y los frutos. En municipios de Simojovel, El Bosque y Jitotol los campesinos optan por el pastoreo

de borregos en sus cafetales de manera que haya un control en las malezas. De esa forma lo realizan en las zonas altas como San Cristóbal de las Casas, San Juan Chamula y Zinacantán quienes también practica el intercalado de cultivos aprovechan los residuos agrícolas de durazno, pera y manzana para el pastoreo de sus borregos

b) Árboles dispersos en potreros.

Esta es la forma más común de los sistemas silvopastoriles, en donde la vegetación está constituida por la combinación de árboles y/o arbustos con pastos, dispersos uniformemente en el terreno. Se puede lograr a través del manejo de la vegetación existente, o bien con la incorporación de componentes vegetales leñosos, como árboles o arbustos, dependiendo de las características del sitio, los animales consumen principalmente los pastos, pero también otras hierbas y por su puesto los follajes de los arboles (Sotomayor, E., et al. 2009). Esta práctica permite a los animales tener un refugio con sombra, proveer el refugio a la fauna, además de que los arboles pueden ser maderables y frutales.

c) Cercos vivos.

Los cercos vivos son unas de las practicas que, según (Trujillo, E. 2007) ;(Villanueva, C.et al. 2005), ofrecen ventajas que van desde lo ecológico hasta lo económico, porque con ellos se disminuye la reforestación y la liberación de gases de efecto invernadero a la atmosfera y económicas si se plantan arboles de alto valor. Son plantaciones de especies forestales que se establecen para dividir potreros o linderos, establecer barreras rompevientos, proteger fuentes de agua, suelos, cultivos o pastizales, entre otras funciones. En Chiapas, México, esta práctica es antigua y principalmente los objetivos son distintos como la obtención de forraje, madera y frutos, por los servicios que presentan pueden ser consideradas como pequeños corredores biológicos (Jiménez, op cit).

Los cercos vivos son unas de las practicas que, según (Trujillo, E. 2007) ;(Villanueva, C.et al. 2005), ofrecen ventajas que van desde lo ecológico hasta lo económico, porque con ellos se disminuye la reforestación y la liberación de gases de efecto invernadero a la atmosfera y económicas si se plantan arboles de alto valor. Son plantaciones de especies forestales que se establecen para dividir potreros o linderos, establecer barreras rompevientos, proteger fuentes de agua, suelos, cultivos o pastizales, entre otras funciones. En Chiapas, México, esta práctica es antigua y principalmente los objetivos son distintos como la obtención de forraje, madera y frutos, por los servicios que presentan pueden ser consideradas como pequeños corredores biológicos (Jiménez, op cit).

d) Cortinas rompevientos.

Las cortinas rompevientos generalmente son árboles con porte alto para proteger las superficies de cultivos y ganado de los efectos de los vientos y lluvias fuertes. En el sureste de México los arboles como la casuarina *Casuarina spp* y bambú *Bambusa spp*. Una cortina bien constituida debe beneficiar una distancia equivalente de 10-40 veces la altura de los árboles, debe orientarse perpendicularmente a los vientos y no ser totalmente impermeables ni dejar huecos.

e) Bancos de proteína.

Son áreas compactas sembradas con alta densidad de plantas forrajeras cuyo propósito es la de maximizar la producción de biomasa vegetal de calidad. También en el sureste de México son utilizados el *cocoíte gliricidia sepium*, *leucaena Leucaena Leucocephala*, *ramón Brosimum Alicatrum*, *morera Morus spp* y *tulipán Hibiscus rosa-sinensis*, entre otros.

Bajo las situaciones en que prevalecen muchos suelos, Mendoza, (op cit) reiteran que es urgente que dentro de la política estatal, el gobierno implemente

estrategias para desarrollar programas de recuperación y uso de suelos, debido a que los productores no se preocupan para invertirle al suelo para mejorar su calidad o mantener su nivel de fertilidad y productividad, para una producción sostenible. Por eso declaran que es necesario generar, demostrar y transferir al productor prácticas agroecológicas para la conservación y recuperación de la fertilidad y productividad del suelo.

De igual manera, los autores Jiménez (op cit), señalan que es poca la experiencia en la adopción de políticas públicas para transformar los sistemas ganaderos extensivos en sistemas de producción animal más robustos; tampoco existen esquemas definidos para el financiamiento de las estrategias que promuevan el silvopastoreo a escala comercial. Bajo este enfoque, los sistemas silvopastoriles son una posibilidad para todo tipo de productor ganadero, por la combinación que permite. Por lo que este tipo de sistema favorece también a los productores convencionales, por que hace que mejoren sus rendimientos tanto de carne y leche, y aprovechar las áreas de pastoreo, con la plantación arboles maderables, otras de leña, de frutas, hasta miel y por además de la proporción una gran variedad de servicios ambientales (Murgueitio, 2005).

En grandes rasgos, según Sotomayor (2009), los principales beneficios del uso de los sistemas silvopastoriles aparte de los beneficios productivos y económicos son:

- La protección que ofrecen los árboles, tanto a los animales como a la pradera frente a las diferentes condiciones climáticas; como: la lluvia, calor y viento. En el caso de la lluvia y el viento, al contar con raíces fuertes que actúan como una malla de protección.
- La diversificación de la actividad productiva, tanto a pequeños y a grandes productores, porque les permite aprovechar eficientemente los espacios y los recursos naturales.
- Reducción de riesgos de incendios y control del crecimiento de malezas, respecto de plantaciones forestales tradicionales.

- Protección de los suelos y por tanto la disminución de los niveles de erosión, porque interceptan en su copa y follaje, las gotas de lluvia, evitando el impacto de ellas sobre el suelo. Mantienen la humedad y estabilizan la fertilidad del suelo (Nahed, op cit).
- Protección a los recursos y fuentes de agua, al crear fisuras en el suelo, a través en las que se infiltra el agua de lluvia.
- Mejoramiento de la belleza escénica del predio y del valor de la propiedad.

Sin embargo los beneficios de estos sistemas son un tanto complicados para su cuantificación, así lo menciona la autora Current, D (1997), en donde señala que en gran medida es muy difícil poder cuantificar los beneficios sociales y ambientales de los SAF (Servicios agroforestales) porque de alguna manera la adopción de los SAF se realizan en áreas pequeñas de acuerdo a la propiedad de los productores y no se dan en bloques continuos para poder medir la conservación del suelo, la protección de aguas, entre otros. Lo anterior está con base a la aplicación de estos sistemas en algunos países de América, como lo es Honduras, El Salvador y Guatemala, en donde por ejemplo en Honduras los campesinos aprovechaban los recursos forestales de áreas de bosques forestales, después con la adopción de los SAF utilizan los árboles plantados en sus fincas y así en los demás países el aprovechamiento va siendo en los SAF, y no tienen la necesidad de ir a las áreas del bosque natural.

Para adoptar los SAF se tienen que tomar en cuenta varios factores y uno de ellos son los beneficios que se percibirán después de la adopción de estos sistemas, es por ello que no se pueden promover sistemas que se cree que van a generar beneficios sin analizar los beneficios reales que pueden percibir los campesinos de acuerdo a sus necesidades, teniendo en cuenta que la rentabilidad va a depender de las condiciones de mercado (Current, D. 1997).

Es por ello que para aplicar un sistema agroforestal se deben de tener en consideración las condiciones locales en donde la visión agroecológica debe considerar el potencial de los agricultores y de su medio ecológico y sin lugar a

duda propiciar de alguna manera un estilo de desarrollo dependiendo de las condiciones (Arce, R y García, A. 1997).

Ahora bien las alteraciones que sufren los bosques, el agua, los suelos dependen de factores económicos, en algunos lugares existe mayor tasa de deforestación porque tienen árboles que son usados para fines comerciales y es mucho mayor si el precio de los árboles es alto, sin embargo hay otras situaciones en donde el precio de las maderas o árboles son bajos pero sin embargo las personas tienen que acceder a la venta por la necesidad económica que en su momento esté, y además estas materias son utilizadas como bienes de consumo. Cuando los precios de las maderas son bajos, se identifica que no existen incentivos para conservar el área. En otros casos en el mercado tienden a existir otros productos que tienen mayor demanda, como pueden ser el caso del café, del ganado, productos que requieren mayor espacio para su producción, es entonces cuando avanza la frontera agrícola hacia los bosques, meramente por factores económicos.

Actualmente se han empezado a promover las plantaciones forestales usadas en ocasiones en programas de conservación y de mitigación del cambio climático lo que ha venido a reemplazar los bosques primarios; en el 2005, en América Latina y el Caribe el 86 % de las plantaciones estaban localizadas principalmente en América del sur, en donde Brasil resultó ser el país con más plantaciones con el 40 %, seguido por Chile, así en conjunto México, Argentina, Uruguay, Perú y Cuba sumaban 4.20 millones de hectáreas. Este proceso de sustitución de bosques primarios con plantaciones comerciales tiene efectos ecológicos como la pérdida de la biodiversidad, por tanto que no deberían usarse como sustitutos, aunque por supuesto también tiene sus ventajas que desde luego son importantísimas como la captura de carbono por ejemplo (PNUMA. 2010).

Los autores Paré, L (op cit), esclarecen que las plantaciones pueden ayudar a preservar la biodiversidad, mas también depende del tipo de manejo que se les proporcione, por ejemplo, las plantaciones de eucalipto que crean un hábitat poco propicio para las especies nativas, así también como el uso de insecticidas,

herbicidas para su permanencia, entonces estos manejos aportan impactos negativos al medio ambiente. Pero también tienen otros tipos de efectos como por ejemplo, para la plantación se tienen que destinar varias hectáreas de terreno por tanto hay una homogenización de grandes extensiones, así también, los tipos de plantas suelen ser de un solo tipo o de especies con mayor demanda por lo que las plantaciones serán en monocultivo, aunado a que se tienen que utilizar grandes cantidades de insumos químicos para su permanencia y el desecho de residuos forestales. En Chiapas estas plantaciones tienen una cobertura de 12 mil 191.77 hectáreas (López, I. 2011).

Schmink, M (1995), menciona que la pérdida de los recursos forestales es a menudo percibida como un problema por la población local que depende de estos recursos, y por supuesto ellos deciden una reconversión de los bosques hacia usos económicamente más productivos como son la agricultura y ganadería. O bien optan por las plantaciones forestales. Los factores que influyen a la deforestación son un tanto complejos, varían de un contexto a otro, se hacen aseveraciones mal informadas sobre las causas de la deforestación lo cual lleva a políticas mal concebidas.

Uno de los principales defectos de la política forestal es que promueve soluciones ante la deforestación pero son mal concebidas, puesto que ni las plantaciones forestales comerciales pueden detener la deforestación y reducir los efectos que estos generan, porque no se resuelve el problema desde el origen como las causas de la tala y el deterioro de los bosques. Por ejemplo en México se llevan a cabo actividades de reforestación, pero estas no se dan en un marco integral de restauración, lo que provoca que los resultados sean adversos, Greenpeace reportó en el 2008 que, en 8 predios reforestados a lo largo del país, sobrevivieron menos del 10 % de los árboles plantados, debido a que el 56 % de las especies plantadas era nopales, magueyes, agaves y especies exóticas ajenas a los ecosistemas reforestados.

Eh ahí la necesidad de una política forestal bajo un plan integral que de alguna forma pueda también incentivar a los campesinos para la protección y

conservación de las áreas boscosas; debe de estar orientada en todos los rincones del Estado, a todas las personas que tienen en su propiedad áreas arboladas y a los que no tengan propiciarles de conocimientos en el manejo sostenible de los recursos, como la aplicación de los sistemas agrosilvopastoriles, en otras palabras se necesita una reconversión productiva, identificando las potencialidades de cada lugar y aplicando los conocimientos tradicionales y científicos para su aprovechamiento de manera que se protejan los recursos para evitar la degradación del suelo, orientado a la sostenibilidad de los recursos porque estas áreas con bosque se encuentran en zonas rurales en donde la actividad principal son la agricultura y la ganadería, por tanto unas de las prioridades también debe ser la de mejorar la calidad de vida, haciendo un uso de los recursos disponibles razonablemente, pero la idea debe de ser la de no despilfarrar los recursos en actividades que no dan solución a la deforestación, si no las causas de ello.

En México, en cuanto a las políticas públicas los créditos frecuentemente son destinados para la producción ganadera en donde dos tercios de los recursos se destinan principalmente a estos tipos de proyectos, unos de los motivos es que los proyectos forestales tardan mucho tiempo y son pocos beneficiosos para la banca, otras de las cuestiones es, que la tasa de interés en México son las más altas de mundo y llegan alcanzar los niveles del 60 % a 120 % anual, por lo que estas condiciones hacen inoperantes los créditos para el sector forestal (Merino, op cit).

Esta misma autora señala que en México no existe una política que estimule a las actividades forestales, más bien, sí existen para otros tipos de actividades que compiten con el uso forestal del suelo, como ejemplo se señala el programa PROCAMPO, en donde el gobierno les otorga una cantidad de dinero a los campesinos por hectárea de producción de maíz, frijol, trigo, arroz y otros productos en los ciclos otoño/invierno y el ciclo primavera/verano, ese recurso son utilizados principalmente en la adquisición de fertilizantes químicos.

Para este contexto de políticas es necesario un Estado no intervencionista, pero que sea capaz de implementar y mantener políticas ambientales en donde

fomente la eficiencia y desarrollo ambiental eliminando los subsidios que son negativos para el medio ambiente.

Repetto (1988), citado por Schmink (1995), señala proyecciones basadas en el crecimiento de la población, por ende el incremento de la demanda de alimentos y un declive en los rendimientos agrícolas, para predecir una deforestación del 10 % al 20 % de las selvas tropicales para el año 2020. Para este sentido, la misma autora hace referencia que en algunas áreas dominadas por la ganadería las tasas de deforestación aumenta mientras que la densidad de la población disminuye por lo tanto que la distribución de la población y el acceso al ingreso y a los recursos productivos entre los diferentes grupos sociales son mejores parámetros para predecir los patrones de deforestación, porque muchos esfuerzos políticos se han enfocado a la plantación de árboles en lugar de dirigirse a los factores que provocan la deforestación.

Para ello el autor Salusso (op cit), menciona 4 tipos de instrumentos de políticas públicas en cuestión ambiental, el primero que señala es un instrumento de comando y control, o de regulación directa, este instrumento se refiere a la promulgación de ciertas normas como la de coerción-sanción, estas pueden ser por ejemplo los otorgamientos de permisos, prohibiciones, como derechos de usar o no los recursos naturales.

Un segundo instrumento que menciona son los económicos en los cuales las fuerzas del mercado serán quienes propiciarán el cumplimiento de las metas forestales, incidiendo en los precios de los bienes para que los agentes económicos puedan tomar sus decisiones, mediante una conciencia ecológica, como la certificación forestal.

También nombra los incentivos económicos, buscando la generación de externalidades ambientales positivas, por medio de subsidios económicos o mediante programas ambientales como el PSA (pago por servicios ambientales) y el último instrumento y quizás más pertinente es lo que el autor llama instrumentos contextuales de carácter socio-institucional, en donde se propicia el cuidado del

ecosistema mediante la educación, la enseñanza, la investigación, la asistencia técnica ,la formación ambiental entre otros.

A manera de síntesis, el autor Celleri, R (2010), hace alusión a los cambios que se dan en cuanto al uso de la tierra, cómo convertir la vegetación nativa a pastos o dedicarlas a la agricultura, los procesos biofísicos que controlan el régimen hidrológico también cambian, por ello los servicios hidrológicos proporcionados por el ecosistema se degradan como sucede al eliminarse la vegetación del bosque, por lo que la calidad del agua disminuye debido precisamente a la erosión del suelo, como un encadenamiento en el que después de ello disminuye la capacidad de almacenamiento, lo que provoca que los caudales base sean menores y duren menos tiempo. Sin embargo, es posible recuperar aunque no en su totalidad los servicios hidrológicos de ecosistemas intervenidos mediante acciones de restauración o recuperación de cuencas.

En cuanto a la conservación de los bosques y su relación a la protección de las cuencas hidrográficas, se necesita entonces, adoptar sistemas que los propicien.

5.3 Costos de oportunidad

Según Villarreal, J (2008), un costo no implica solamente el desembolso de dinero para realizar algún pago, sino también es el no recibir algún beneficio. A estos costos se les conoce como costos de oportunidad. En el caso de actividades agrícolas y pecuarias la utilidad que actualmente los productores obtienen para cada caso, representa el costo de oportunidad de mantener sus tierras y conservarla con bosque.

“Se basa en la idea de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precios en el mercado o no son comercializados pueden ser estimados usando el ingreso perdido por no usar el recurso en otros usos como variable proxy” (Tarquin, J.y Blank, T. 1978). Tal es el caso de sustituir el maíz y ganado por bosque en áreas disponibles para la conservación de los recursos naturales.

Los ingresos que se dejan de percibir por el maíz y ganado representan el costo de oportunidad del bosque, por tanto en vez de valorar directamente los beneficios económicos del bosque, se estima los ingresos dejados de ganar por preservar los recursos naturales.

En ese sentido los datos de la actividad agrícola, para este caso de estudio del maíz, se obtendrá mediante información directa con los productores y se calculará en los siguientes términos: 1) los rendimientos promedio por hectárea, 2) precio promedio, 3) costos de producción por hectárea, con esta información se puede calcular la rentabilidad del cultivo de maíz.

Para el ganado bovino la rentabilidad se estimará en base a la cantidad de reses que tienen los productores en promedio, combinado con la cantidad de hectáreas dedicadas al pastoreo, el precio hará referencia al que se paga en la zona por forma de venta, descontando los costos de producción, en este caso los gastos que incurren anualmente.

5.4 Relación Beneficio-Costo

La relación beneficio/costo es un método que se utiliza para seleccionar alternativas y analizar la conveniencia de los proyectos, este se basa en la relación entre los costos y los beneficios. Por lo tanto en primer lugar se tiene que seleccionar cuales elementos son beneficios, cuales son beneficios y por supuesto los costos. Los beneficios son las ventajas que en su caso son expresadas en términos monetarios, los beneficios son aquellos elementos que proporcionan desventajas. Los costos son los gastos anticipados, por ejemplo los que se tienen que utilizar en la adquisición de materiales, la construcción, es decir, son gastos que se realizan antes de empezar a obtener ventajas. Al realizar la comparación de alternativas una vez realizado los cálculos, es necesario reconocer que los beneficios y los costos representan las diferencias entre dos alternativas, y la mejor alternativa es aquel en donde los beneficios excedan los costos (ibíd.).

Los costos en su mayoría son tangibles y pueden ser medidas en unidades económicas y monetarias, mientras que los beneficios pueden ser tangibles o intangibles y en ese sentido los beneficios además de los monetarios, sería la conservación de los recursos naturales para aprovechamiento de generaciones futuras. Esta sostenibilidad del aprovechamiento de los recursos naturales, se muestra si la suma de los beneficios debe supera la suma de los costos.

El análisis costo-beneficio forma parte del proceso de análisis del impacto ambiental diseñados principalmente para evaluar los impactos de las intervenciones institucionales en los desarrollos de los recursos ambientales (Barzev, R. 2002).

El análisis costo – beneficio, implica determinar el costo para plantar árboles en los terrenos de los productores y saber cuál sería el beneficio que obtendrían, el tiempo y la retribución económica, así mismo para el cultivo del maíz y la producción de ganado bovino.

IV. CONCLUSIÓN

Los desastres naturales no solo actos de la naturaleza, tales como los deslizamientos e inundaciones, se reflejan en los malos procesos de las actividades humanas, a extraer más de la cuenta de lo que la naturaleza nos proporciona obteniendo beneficios económicos en poco tiempo y degradando ecosistemas a tal grado de la extinción de estos

El impacto de los sucesos hidrometeorológicos de gran magnitud, dependen de la magnitud de las lluvias así como la vulnerabilidad de las cuencas y las poblaciones cercanas

La Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) esta se refiere al procesos que promueve la gestión coordinada del agua y los recursos naturales que la cueca proporciona y busca el equilibrio entre lo social, económica y la sustentabilidad del ambiente

La vulnerabilidad va a depender mucho según la zona o población, la capacidad que tiene esta de recuperarse a ciertos impactos ambientales o provocados, de esta forma, la vulnerabilidad es un concepto clave en la gestión de riesgos de deslizamiento e inundaciones y la Gestión Integral d Recursos Hídricos (GIRH) en cuencas.

Las prácticas de la conservación d suelo y agua en las microcuencas son parte fundamental de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) en cuencas y la gestión de riesgos por los deslizamientos e inundaciones, que permiten que la vulnerabilidad se haga presente en las poblaciones presentes que se encuentran en las cuencas

Para ello los sistemas agroforestales y silvopastoriles sí representan una alternativa de conservación del suelo y diversificación de sus cultivos, así como el incremento de sus ingresos.

V. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Para evitar la erosión de suelo es necesario tomar medidas de conservación en partes más afectadas y mitigar el arrastre de sedimento por la fragmentación en zonas vulnerables.

Es necesario introducir las medidas de conservación propuestas en los suelos potencialmente erosionables de los ecosistemas con características de topografía semejantes.

Es necesario evitar la erosión de suelos en zonas más impactadas por procesos humanos, hay que dar un uso adecuado y realizar actuaciones que no sigan degradando. En este caso lo mejor es que este cubierto de vegetación, para ello se debe de llevar a cabo la reforestación de árboles que mantengan la estabilización de suelos y retención de agua y también que sirvan de captura de carbono, la mejor alternativa que sean árboles maderables para aprovechar más los recursos.

En tierras agrícolas es conveniente y necesario cultivos que sean aptos y apropiados a las características del terreno, y en el resto del terreno es bueno repoblar con especies autóctonas.

Para evitar la erosión es necesario conservar los bosques, a parte de la erosión son ecosistemas donde se albergan muchas especies, evitar que las raíces mueran, para que siempre mantengan la humedad del suelo por lo consiguiente la vida de los microorganismos, también para que los árboles mantengan la fuerza del viento haciendo un cordón protector, evitando así la erosión eólica, rotación de cultivos.

Evitar la erosión sin duda plantando vegetación, árboles, cobertores de suelo, arbustos y otras plantas, siendo endémicas de la zona, las raíces ayudarán al suelo a quedarse en su lugar. La tierra conservará sus nutrientes, crear cortavientos, los cuales son una fila de árboles, así el suelo conservará su textura y producirá más vida en los ecosistemas.

VI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- ALMOROX, J. et al. (1994): "Métodos de estimación de la erosión hídrica." Editorial Agrícola Española, Madrid.
- ALATORRE, N. s.f. "La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental". Centro de Estudios en Geografía Humana. El Colegio de Michoacán, A.C.
- ALEMÁN, T., FERGUSON, B Y MEDINA, F. 2007. Ganadería, desarrollo y ambiente: una visión para Chiapas. Ecosur, Fundación Produce Chiapas, INIFAP y UNACH. ISBN – Obra: 978-970-9712.37-7. México.
- ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA y Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, DF.
- ANUARIO ESTADISTICO DE CHIAPAS. 2003.
- ARCE, R y GARCIA, A.1997, "Agroforestería en las Américas". La agroforestería social: un nexo entre la conservación y el desarrollo sostenible Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. vol.4 no.16 Octubre-Diciembre. ISSN 1022-7482
- BARZEV, R. 2002. "Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales." Corredor Biológico Mesoamericano. Managua, Nicaragua, agosto.
- BICHIER, P. 2006. La agroforestería y el mantenimiento de la biodiversidad. American Institute of Biological Science. 200-2012. Disponible en <http://www.actionbioscience.org/esp/biodiversidad/bichier.html>. Consultado el 23 de Agosto de 2012.
- BREÑA, A y JACOBO, M. 2006. Principios de la Hidrología Superficial. Ed. electrónica enero. UAM. Tlalpan, D.F. México.

- CABARLE, B., MERINO, L (Coordinadora). ALATORRE, G., CHAPELA, F., y MADRID, S. 1997 “El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad”. Cuernavaca Morelos, México.
- CONAGUA, 1997. Consejo de cuenca de la costa de Chiapas. Coordinación de Consejo de Cuencas dependiente de la Unidad de Programas Rurales y Participación Social. ed. por la unidad de comunicación social. Subdirección General de Programación de la CNA,
- CONAGUA, 2008. Estadísticas del agua en México.
- CURRENT, DEAN. 1997 “Agroforestería en las Américas”. ¿Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? Resultados de una investigación en América Central y el Caribe. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. vol.4 no.16 Octubre-Diciembre. ISSN 1022-7482.
- CARNEIRO, C; JAN, V; CASSAZA, J. y URDANETA. S.F. “Gestión Integrada de las cuencas hidrográficas como parte de la mitigación de los cambios climáticos.” Comité editorial de la revista electrónica redlach. Disponible en: <http://faorlc.cgnet.com/es/tecnica/redlach/boletines/cuencgestion.pdf>. Consultado el 24 de mayo de 2012.
- CELLERI, R. 2010. “Servicios ambientales hidrológicos en la región andina”. Editora, Marcela Quintero. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), IEP Instituto de Estudios Peruanos.
- Edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.
- ICONA (1988): Mapas de estados erosivos de la Cuenca Hidrográfica del Segura.. Madrid.
- MANCILLA, G.A. (2008: “Apuntes docentes: Uso de la ecuación universal de pérdidas de suelo en el campo forestal”. Facultad de ciencias forestales. Departamento de Silvicultura. Universidad de Chile.

- MERRITT, W. S. et al. (2003): "A review of erosion and sediment transport models". *Environmental Modeling & Software*, 18, 761–799.
- Movimiento Tzuk Kim Pop. 2006. ¿Por qué tanta destrucción? Ensayo sobre la naturaleza y la visibilidad de la cotidianidad, la negligencia y la exclusión regional: el caso del altiplano occidental en la tormenta asociada Stan. Movimiento Tzuk Kim Pop. Quetzaltenango, Guatemala. 62 p.
- MORGAN, R.P.C (1996): "Erosión y conservación del suelo". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. ISBN: 84-7114-679-7.
- Kabat P.; Schik H. 2003. *Climate Changes the Water Rules: How water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change*. Dialogue on Water and Climate. Liverpool, Gran Bretaña. 106 pp.
- KIRKBY et al. (1998). "Summary report on provisional RDI erosion risk map for France". European Soil Bureau.
- Willerms D.; Bellermaers M.; Smits T. 2006. *Opportunities of Flood Risks. Social, Economical, Spatial and Communication Aspects. Final Report Session FT 5.01.4th World Water Forum*. México City. Center of Water and Society. Faculty of Science. Radboud University Nijmegen. Nijmegen, The Netherlands. Pp. 14-15.