



Descripción biofísica de la cuenca del río Coapa, Chiapas

Biophysical description of Coapa river Basin, Chiapas

Antonina Galván Fernández¹ y Antonio Z. Márquez García²

¹ Laboratorio de Ingeniería Hidrológica. Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica. División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

² Laboratorio Limnología y Geología. Departamento de Hidrobiología División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Galván-Fernández A. y A. Z. Márquez-García. 2006. Descripción biofísica de la cuenca del Río Coapa, Chiapas. *Hidrobiológica* 16 (2): 107-120.

RESUMEN

La Cuenca del Río Coapa pertenece a la costa de Chiapas, se inicia en las estribaciones de la sierra para terminar sobre una laguna costera, el sistema Carretas-Pereyra. La laguna recibe sedimentos producto de procesos erosivos generados en la parte alta de la cuenca, que a su vez, dependen de los procesos productivos que desarrollan los pobladores. En este documento se presenta la descripción biofísica de la cuenca, aunado a la descripción de los sistemas productivos (i.e. agricultural activities) los cuales inciden en las modificaciones de los parámetros biofísicos (suelo, agua y vegetación), como parte de las evaluaciones necesarias para la planificación de la explotación de esos recursos. Cabe señalar que dichas evaluaciones son producto de la Investigación en Manejo Integral de Cuencas, realizadas desde 1998, con la intención de generar una plataforma de información cartográfica de la zona a una escala 1:25,000, ya que en esta region del país no existe.

Palabras clave: Hidrología, manejo de cuenca, sustentabilidad.

ABSTRACT

The Coapa River watershed is located in the coast of the state of Chiapas, it begins at the top of the Sierra Madre, and ends on a coastal lagoon, the Carretas-Pereyra System. The lagoon receives sediments product of erosive processes within the basin up-lands, these processes include agricultural activities and other land use changes. This paper presents the biophysical description of the river basin, combined with the description of productive activities (including agricultural processes) which impact biophysical parameters as soil, water and vegetation, as part of the necessary assessment to achieve a sustainable exploitation of the natural resources. In order to generate much needed biophysical information of the area (1:25,000), since 1998, at the Universidad Autonoma Metropolitana we conducted the project "Manejo Integral de Cuencas" and in this paper we present the results of it.

Key words: Hidrology, water basin management, sustainable.



INTRODUCCIÓN

El aumento poblacional a nivel mundial se incrementó de manera importante a partir de los años 70's, en particular en los países del tercer mundo, afectando a todos los países de América latina, considerados por mucho como las poblaciones de mayor atraso económico (FAO, 2001). Este incremento poblacional ha obligado a los pobladores y gobiernos a buscar alternativas de desarrollo para nuevos asentamientos humanos. La presión sobre la tierra para usos humanos, obliga a la apertura de terrenos que de ordinario contienen sistemas bióticos no perturbados como bosques, selvas y manglares, y que por lo mismo mantienen un equilibrio y una salud interna propios. Estos sistemas se caracterizan por tener intercambios de masa y energía normalmente positivos, es decir, proveen al medio ambiente de una parte de la masa-energía necesaria para su sostenimiento, ofreciendo además servicios ambientales como la reconversión de contaminantes, producción de agua y los aspectos paisajísticos. Como parte de la evolución en la apertura de terrenos a la explotación humana, se requiere dotar de infraestructura como caminos, centros poblacionales, centros de acopio-distribución, etc. incrementándose el impacto sobre la zona y su fragmentación. Es evidente que los servicios ambientales que originalmente ofrecía el sistema se reducen o desaparecen y en algunos casos se revierten, pasando a ser un elemento más de contaminación global.

México tiene actualmente un crecimiento poblacional del 2.3% anual (INEGI, 2001), lo que crea una demanda de servicios y alimentos de al menos igual tasa, donde lo más básico es proveer de alimentos y agua a la población, y por consiguiente, de terrenos para la producción y sistemas de captación de agua. Por otro lado, nuestro país cuenta con una extensión de 1,967 183 km² (INEGI, 1995a), de los que el 55.27% están clasificados como zonas áridas y semiáridas; sólo un 12% de la extensión territorial tiene las características necesarias para considerarse aptas para la producción (7.72% en distritos de riego y 4.3% en tierras de temporal), el resto de las tierras del país (32.73%) se ubican sobre zonas de laderas. Aunado a lo anterior, alrededor del 63% de los productores agropecuarios se ubican sobre estas tierras (INEGI, 2000); es decir: tenemos la mayor parte de los productores asentados sobre terrenos no aptos para la producción agropecuaria.

El 65% de los productores del país son pequeños propietarios, con prácticas productivas artesanales lo que genera rendimientos muy bajos y de mala calidad, por otro lado, el 47% de la producción nacional es de subsistencia. Las prácticas agropecuarias que utilizan este tipo de productores son tradicionales; el 73.2% utiliza la roza-tumba-quema como actividad preponderante en el manejo de la parcela; el 21.8% usa coa y técnicas artesanales de remoción limitada, el 1.3% tiene algún grado de tecnificación, el 2.5 % realiza actividades con poca intrusión para la tierra, y solamente el 0.2% utiliza técnicas de conservación de

suelos (SAGAR, 2000). Estos productores se ubican sobre zonas de laderas, donde no existe la posibilidad de establecer sistemas de riego, por tanto, dependen de la presencia de la lluvia.

La distribución de lluvias en el país es un factor determinante en la producción agropecuaria; la mayor parte de la humedad disponible se ubica en la parte sur del país sobre ambas costas; en estas regiones las lluvias además de ser de magnitud importante, son de tipo torrencial. En particular la costa sur-pacífico recibe entre 2500 y 3600 mm/año de lluvia, este volumen de lluvia se distribuye en 6 meses, pero normalmente recibe de 10 a 25 huracanes por año, por lo que el 95% de la lluvia se acumula entre 5 y 15 eventos al año (CNA, 1995). Las lluvias torrenciales que se presentan en la costa tienen una permanencia sobre el continente muy corta: 2.5 hrs. en promedio; el 37.2% del territorio nacional lo constituyen sistemas como el descrito y en este tipo de cuencas, la problemática principal es la erosión. Los fenómenos erosivos, el agricultor los percibe como una disminución en la producción, obligándolo a incorporar a través de fertilizantes aquellos nutrientes que se han perdido o buscar nuevas tierras de labor. Esta problemática se agudiza sobre aquellos productores que no cuentan con los recursos económicos y técnicos para la incorporación de abonos y manejo de semillas de alto rendimiento.

Las cuencas hidrográficas son sistemas bien definidos por el relieve terrestre y conectados entre sí, de tal manera que tienen una influencia fuera de su entorno. El clima, las plantas y el suelo dentro de una cuenca están ligados entre sí de tal forma que constituyen combinaciones únicas de características físicas que dan como resultado el ambiente; asimismo cada combinación es capaz de asimilar y transferir materia y energía en tasas específicas y por ende, cada combinación representa un potencial específico de productividad. Definir los procesos de transferencia de agua y suelos a través de la cuenca y sus eventuales puntos de recepción, es el primer paso para determinar las capacidades productivas de los sistemas, así como los impactos y dependencias que sufren entre sí. Por otro lado, la definición de las capacidades productivas de la cuenca es la base para cualquier toma de decisión relacionada con la explotación del sistema, y con miras a mantener de manera indefinida las tasas de producción. Para poder tomar decisiones en caso de las acciones de cuenca, donde confluyen el medio físico y las demandas y acciones del ser humano, se requiere en primera instancia de un profundo conocimiento de las variables físicas involucradas y las relaciones causa-efecto que las conectan, a fin de determinar su capacidad de producción y regeneración; en segunda instancia se deben conocer los requerimientos de supervivencia de la población, como la demanda mínima de productos (agua, alimentos, vegetación endémica) hacia el medio, finalmente la combinación de estos dos universos define las acciones a tomar, al mismo tiempo que se logra la conservación del ambiente (Galván, 2003).



La responsabilidad de dotar de servicios a la población y regular sus actividades de explotación del medio ambiente recae sobre las entidades gubernamentales, que sufren la presión constante de regularizar acciones ya emprendidas, antes de poder planear. Adicionalmente, el desconocimiento de las características del medio y la falta de una herramienta de toma de decisión basada en estas características y que a la vez permita estimar los impactos que tendrían dichas acciones, provocan que la mayoría de las decisiones tomadas estén rebasadas al momento de su ejecución, no generen los impactos económicos y productivos esperados y en algunos casos impacten negativamente al ambiente. El establecimiento de los límites de explotación de una cuenca, ofrece al tomador de decisión un marco de referencia confiable para la planeación y operatividad, hasta ahora no incorporado a las funciones gubernamentales. Ofrecer una herramienta de planeación que incluya la descripción del medio físico, los manejos y demandas por parte de los productores y las interacciones entre los diferentes componentes del sistema, es el primer paso para iniciar trabajos de desarrollo sustentable que rebasen la etapa declarativa, además de ser un soporte muy necesario para el desarrollo del país (Galván, 2005). El objetivo de este documento es presentar de forma condensada y sistematizada la prospección biofísica de la cuenca del río Coapa, como plataforma de información para la toma de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada proviene de varias fuentes, dependiendo de la característica a evaluar: vegetación, suelo, agua, calidad del agua, clima; en un primer acercamiento se realizó la recopilación de bases de datos climatológicos Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC), hidrométricos Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), información censal (Censo agropecuario, Datos Oportunos, Censo Rápido Estatal), inventarios de fauna y vegetación (base de datos SAGARPA, Banco de Información agropecuaria, Reporte Regional de Proyectos SAGARPA). Posteriormente en un proceso de validación esta información fue revisada estadísticamente para obtener parámetros normalizados de cada una de las variables, por lo que los datos reportados corresponden a los resultados del tratamiento estadístico de las bases de datos referidas—en el caso de clima e hidrometría—. Para el caso de censos e inventarios, se realizaron comparaciones entre fuentes sobre la información de los cultivos reportados, montos de producción y destinos de la producción, para depurar y actualizar las listas y datos.

Posteriormente, los datos numéricos principalmente, fueron calibrados a través de la evaluación directa del parámetro. En el caso de la información climatológica se instalaron tres estaciones climatológicas automatizadas y una hidrométrica; para la información de vegetación se realizaron levantamientos con una densidad del 10% sobre la cuenca, así como levanta-

miento de encuestas a la población, también con una densidad de cobertura del 10% de los productores reportados en el padrón SAGARPA. Posteriormente se hace la comparación entre los datos estadísticos y los observados, para determinar el grado de confiabilidad estadística de los datos históricos; cada evaluación fue realizada durante un ciclo hidrológico completo (un año) de forma continua y posteriormente durante cuatro años, con cuatro a seis muestreos distribuidos a lo largo del año. Para los casos de vegetación y fauna se realizaron levantamientos con posicionamiento geográfico (GPS) de los cambios de vegetación, modificación de frontera agrícola, patrones de desmonte y acahualamiento, la identificación de las zonas agrícolas y su distribución espacial; censo con los pobladores de avistamientos de animales e identificación de corredores biológicos. Cabe mencionar que para todos los levantamientos se generaron los instrumentos de colecta de datos (encuestas y fichas de levantamiento), los instrumentos de captura y sistematización (matrices) y de validación de la información (modelos de calibración) para cada caso en particular.

Respecto a la lluvia, se identificaron las épocas de lluvia y estiaje como base de las evaluaciones temporales de los parámetros arriba descritos, a través de las evaluaciones estadísticas de las bases de datos publicadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA), a través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA): Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) y Banco Nacional de Aguas Superficiales (BANDAS). Por último, el total de la información fue vaciada en un Sistema de Información Geográfico (SIG) cuya plataforma espacial contenía el modelo de elevación del terreno, definición del parteaguas, distribución de la vegetación, hidrografía, fisiografía, curvas de nivel, pendientes y localidades y comunicaciones; este sistema sirve de apoyo a la evaluación de la distribución de lluvia, escurrimientos, erosión, clima y patrones de desmonte. En particular, para la evaluación de la distribución de la vegetación, se contó con la imagen de satélite Land- Sat con escala 1:50,000 y fecha junio de 1999.

Cabe aclarar, que debido a los procesos de obtención de información y tratamiento de la información, la totalidad de los datos reportados han sido originados o levantados a nivel localidad por personal de la Universidad, con apoyo de estudiantes e instrumentos diseñados ex profeso, dado que la información existente está a un nivel de agregación regional y estatal, por lo que no reflejan la realidad de la cuenca.

ÁREA DE ESTUDIO

La costa de Chiapas comprende una franja litoral de alrededor de 270 km sobre la vertiente del Océano Pacífico; cuenta con 87,954 km² de zona económica exclusiva, 11,734 km² de plataforma continental y 75,828 has de lagunas y esteros costeros (INEGI, 1985). En la cuenca de el río Coapa (Fig. 1), se encuentra el sistema lagunar Carretas-Pereyra, perteneciente al municipio de Pijijiapan, con una extensión de 641 km² desde las cuencas de aporte hasta



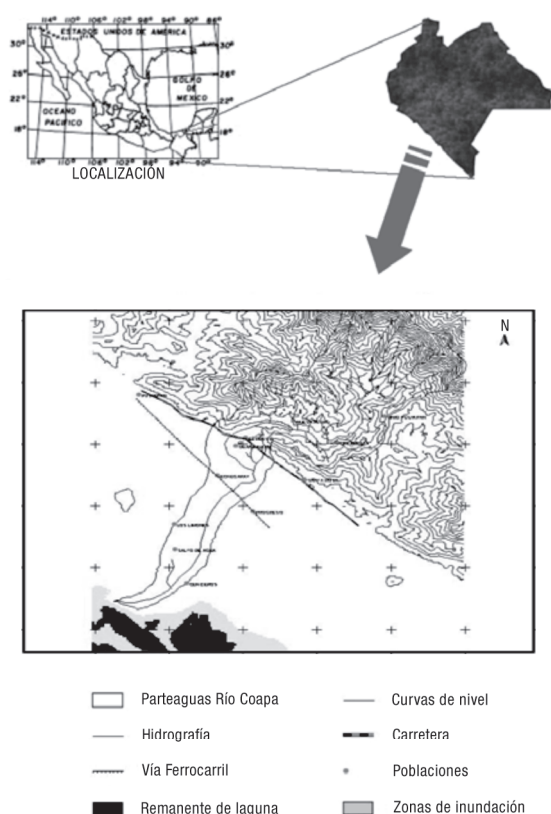


Figura 1. Localización de la cuenca del Río Coapa y el sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas.

las desembocaduras marítimas (SARH, 1975), recibe aportes continentales de los ríos Margaritas, Pijijiapan y Coapa, como principales afluentes, siendo la cuenca del Río Coapa un ejemplo típico de un sistema costero cuenca de aporte-laguna en la región.

La franja costera que recibe al río Coapa se compone de una llanura de inundación, un sistema de humedales que lo circunda y una serie de lagunas interconectadas por un sistema de canales. Debido a las características propias de las lagunas costeras, el sistema lagunar Carretas-Prereyra tiene un potencial productivo pesquero de muy alto rendimiento, en particular sobre mariscos como el camarón y el ostión y algunas especies de escama económicamente redituables (Contreras, 1993). Por la parte continental, la cuenca del río Coapa mantiene un caudal mínimo de ingreso de $5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ durante todo el año, con picos históricos de hasta $160 \text{ m}^3/\text{seg.}$ (CNA, 1995), aunque recientemente ha padecido de algunos episodios de sequía. Estas cuencas presentan comportamientos extremos derivados de su posición geográfica; ubicadas sobre la vertiente más húmeda del estado, reciben precipitaciones superiores a los $2,000 \text{ mm/año}$, que sumadas a las condiciones fisiográficas de la región como son las altas pendientes y secciones transversales muy cortas, asentadas sobre suelos altamente permeables y de

profundidad somera, derivan en escurrimientos torrenciales de cortas duraciones y de gran fuerza, en particular en periodo de huracanes; contrariamente, durante el estiaje estas corrientes se vuelven intermitentes en la mayor parte de su recorrido, para en ocasiones desaparecer totalmente (Galván et al., 1999).

Actualmente, alrededor del 80% de la cuenca ha sido abierta a la producción agropecuaria, del área, incluso se ha desarrollado sobre laderas con pendientes mayores al 35%, siendo la actividad de mayor presencia la ganadería, seguida de la agricultura de temporal de granos básicos (maíz y frijol) para subsistencia, y en menor escala frutales permanentes y algunas hortalizas, para mercado y subsistencia. Las prácticas productivas son de tipo artesanal, con gran presencia de la roza-tumba-quema que afecta la regeneración de la vegetación nativa y a la calidad de la tierra, aunque últimamente se han iniciado trabajos comunitarios encaminados a desterrar tal actividad, el resto de las prácticas productivas siguen siendo altamente impactantes para el medio. La demanda de terrenos para la agricultura induce cambios de uso del suelo, que modifican el paisaje constantemente, con los consecuentes cambios de vegetación; estos cambios van desde la desaparición total de la vegetación en un desmonte, hasta la sustitución parcial o total de la vegetación, debido a los manejos tradicionales de descanso de tierras. Los otros fenómenos relacionados con la vegetación son los patrones de aparición y desaparición de parcelas y micro parcelas, patrones remontantes de cambio de vegetación, diferentes grados de explotación de la vegetación endémica, y fragmentación de los grandes macizos boscosos y selváticos (Márquez, 1999).

La combinación de los factores fisiográficos de la cuenca y los sistemas productivos utilizados por sus pobladores ha derivado en procesos degradativos del medio físico, que se reflejan como una baja constante e irre recuperable de la productividad. Esta pérdida de fertilidad se deriva principalmente del arrastre de los suelos, en segundo lugar están la remoción en masa y su correspondiente transporte por el agua, y en tercer lugar tenemos el arrastre y depósito de materiales en los cuerpos de agua, en particular sobre la laguna. La forma en que han intentado mantener los niveles de producción es con la apertura de más tierras de labor (desmonte), así como la intensificación de los ciclos de cultivo (reducción de los periodos de descanso). La otra acción encaminada a paliar la pérdida de fertilidad es el uso extendido e indiscriminado de agroquímicos en todo su espectro, desde la preparación de la tierra (defoliantes, insecticidas) hasta el soporte final de la planta (fertilizantes y hormonas de crecimiento y/o floración) (Galván, 2000).

El otro recurso que es ampliamente explotado en ambos sistemas (continental y costero) es el agua que recorre la cuenca a través de un único sistema fluvial; en la parte continental alta se mantiene como recurso superficial, aprovechándose los arroyos y el río tanto para riego de pequeñas parcelas como

agua potable y sistema de saneamiento (drenaje) de algunas comunidades. Al llegar a la planicie costera, la fase dominante es la subterránea. Alrededor del 30% de los escurrimientos que llegan a esta planicie se infiltran para formar un acuífero libre de potencial medio y que actualmente es ampliamente explotado por poblaciones como Pijijiapan, Guanajuato, Salto de Agua y Ceniceros. Esta reducción de los escurrimientos impacta también los volúmenes de ingreso a la laguna. La laguna de Pereyra tiene una clara influencia del aporte fluvial del río Coapa; la precipitación extrema de septiembre de 1998 azolvó buena parte de la laguna y sus bocas, modificando la configuración batimétrica del lecho lagunar, la distribución de sedimentos y corrientes. Actualmente las profundidades dominantes de la laguna son menores a los 30 cm, con presencia de promontorios que empiezan a ser colonizados por plantas y animales; adicionalmente, el material sedimentario presenta ya limos, derivados del aporte natural de la cuenca hacia la laguna en condiciones normales de precipitación (Galván, 2003; Márquez, 2000).

Esta problemática ha provocado una pérdida sustancial de los volúmenes de agua contenidos en la laguna, además de la capacidad de embalse; por otro lado, el embalse carece de corrientes marítimas y escurrimientos pico lo suficientemente altos para remover los sedimentos acumulados. Sumado a lo anterior, está la llegada de nutrientes y agroquímicos producto del lavado de terrenos agrícolas, en niveles tan altos que afectan el buen desarrollo de las especies pesqueras y en consecuencia provocan su pérdida. La pérdida de este recurso implica un detrimento en la base alimenticia local, además de la consiguiente pérdida económica y ecológica. En conclusión, las modificaciones al patrón hidrológico inducidas por prácticas humanas han distorsionado los patrones de acumulación y transferencia de suelos y agua, reduciendo sustancialmente los volúmenes y calidad tanto en las cosechas como en agua captada por la cuenca (Galván, 2003).

Desde 1980 se han realizado diversos estudios de diagnóstico para la cuenca y zona lagunar (Alfaro, 1999; Galván et al., 1999, 2000; Márquez, 1999, 2000; Varona-Cordero y Gutiérrez, 2003), con el fin de determinar el marco de referencia físico que permita implementar manejos encaminados al rescate y preservación de la cuenca y laguna, considerados como un sistema. Es de hacer notar que esta caracterización es un primer acercamiento al sistema, por lo que se requiere de una evaluación más detallada de los parámetros biofísicos, y en particular, de la vegetación y la evaluación de los procesos erosivos en su distribución al interior de la cuenca.

CARACTERIZACIÓN FISIOGRAFICA DE LA CUENCA

La cuenca del Río Coapa se encuentra en la Región Hidrológica No. 23 llamada Costa de Chiapas, se trata de un

Tabla 1. Localidades que integran la cuenca del Río Coapa.

Clave	Municipio	Población
0020	Guanajuato	513
0567	Coapa-Echegaray	65
0040	Salto de agua	417
0033	Las Perlas	67
0030	Nueva Flor	333
0109	Unión Pijijiapan	194
0008	Ceniceros	347
	Total	1936

Fuente: INEGI (1995b). Chiapas, tomo II. Censo de población y vivienda 1995. Resultados definitivos. Tabulados básicos, México. Pp. 641-643 y 837-839

sistema hidrológico de una corriente, el Río Coapa. Las comunicaciones terrestres consisten en una red de carreteras secundarias que comunican a las principales poblaciones, y que se desprenden de la principal Pijijiapan-Tapachula (INEGI, 1990).

La cuenca comprende siete localidades que a continuación se clasifican por un código (Tabla 1), a la vez que se muestra su extensión y población. Cuenta con una superficie de 164.43 km² y una población de 1,936 habitantes para 1995, que representa el 0.06% de la población total del estado; como indicadores de confort tenemos que en la región hay un promedio de 5.45 ocupantes/vivienda, mientras que el 89% de las viviendas tiene energía eléctrica, el 9.54% tiene el agua entubada y el 55.41% tiene drenaje en su hogar por otra parte el 22.67% de las localidades es analfabeta y el 60.79% es alfabeta (INEGI, 1995 a, b).

La población se dedica mayoritariamente a la agricultura y ganadería, mientras que las poblaciones cercanas a la costa tienen un componente adicional de pesca.

Fisiografía. La cuenca se ubica en la Sierra Madre de Chiapas entre la porción noroeste y sureste de ésta y se extiende hasta la Planicie Costera, al sur del Macizo Chiapaneco. Dominada por la Sierra de Chiapas, presenta parte de la cadena montañosa que se extiende en la dirección noroeste - sureste con altitudes del orden de 2000 metros (Fig. 2).

La Planicie Costera es una amplia franja paralela al Macizo Chiapaneco, dispuesta en dirección noroeste en la que se forman extensas lagunas y esteros; las grandes elevaciones de la Sierra de Chiapas originan un amplio y alargado parteaguas con la misma dirección; las corrientes en esta área son de patrones dendrítico, mientras que el flanco suroeste del parteaguas drena hacia el Pacífico, para desembocar en esteros y lagunas de la zona costera; pertenece a la región hidrológica Costa de Chiapas (Fig. 3).

Topografía. La topografía está diferenciada en dos zonas, la primera es de baja pendiente formando una franja de 25 Km. aproxi-

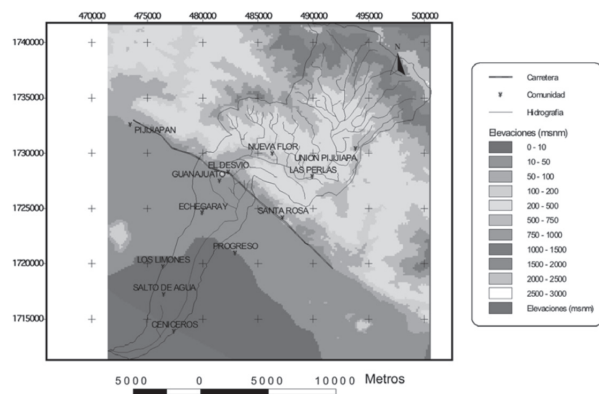


Figura 2. Plano altimétrico de la cuenca del Río Coapa.

madamente de ancho entre la costa y la base de las montañas (pie de monte), en esta parte predominan las planicies; se compone de cuevas tendidas de perfil cóncavo y pocas depresiones; alberga un solo canal de desagüe para derivar en una planicie costera o de inundación, desarrollada por la acumulación de sedimentos marinos y terrestres (Fig. 4).

El otro tipo de zona se localiza entre el pie de monte y la Sierra Madre de Chiapas cuyas cotas alcanzan los 2,100 msnm y en donde sus pendientes predominantes rebasan los 35% de inclinación. Se compone de plegamientos desarrollados por la irrupción del macizo rocoso sobre la llanura costera; predominan las cañadas cóncavas sobre los valles, con un patrón de drenaje dendrítico altamente bifurcado (Cuanalao et al., 1989). Las pendientes van de los 15% a 45% y no presenta lomeríos y cuevas que permitan pasar gradualmente de un sistema a otro (Fig. 5).

Clima. La climatología presenta tres escalones altitudinales asociados a la fisiografía. De la zona de costa a pie de monte predominan los climas cálido húmedo y semi-cálido húmedo, con lluvias en verano y muy escasa oscilación anual de temperaturas medias mensuales. Se caracteriza por ser de los climas más

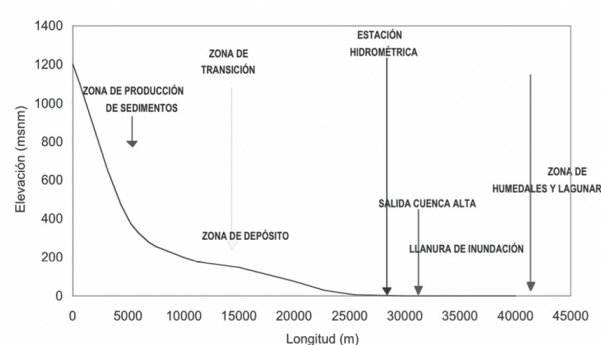


Figura 3. Perfil longitudinal de la cuenca del Río Coapa sobre el cauce principal.

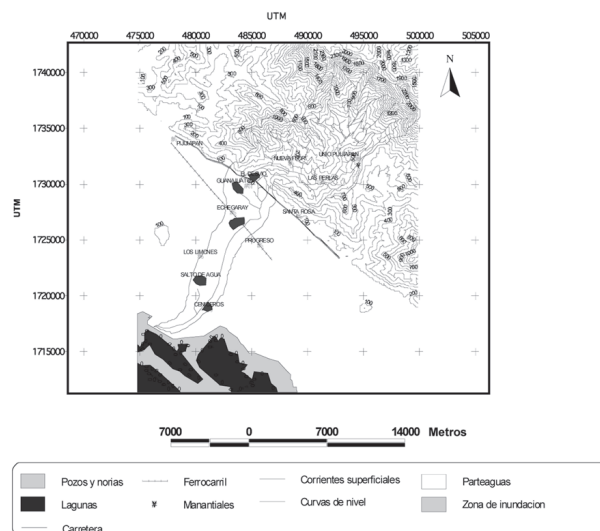


Figura 4. Hidrografía y cuerpos de agua de la cuenca del Río Coapa.

húmedos, con precipitaciones superiores a los 2000 mm/año con periodo interestival (canícula); la temperatura media anual es de 27.7 °C, con máximas de hasta 38 °C y mínimas de 18 °C.

Desde el pie de monte, hasta los 1,800 msnm se tiene clima templado húmedo, con lluvias en verano y precipitación de 1,500 y 1,800 mm/año; la temperatura media es de 20 °C con oscilaciones de siete grados entre el día y la noche, máximas de hasta 32 °C y mínimas de 10 °C. Finalmente en la parte más alta, que son las estribaciones de la sierra, se tienen templado húmedo y frío húmedo, con precipitaciones verano superiores a los 2,200, y hasta los 3,500 mm/año, además de la presencia de humedad todo el año en forma de niebla y temperaturas medias anuales de 18.7 °C (Tabla 2).

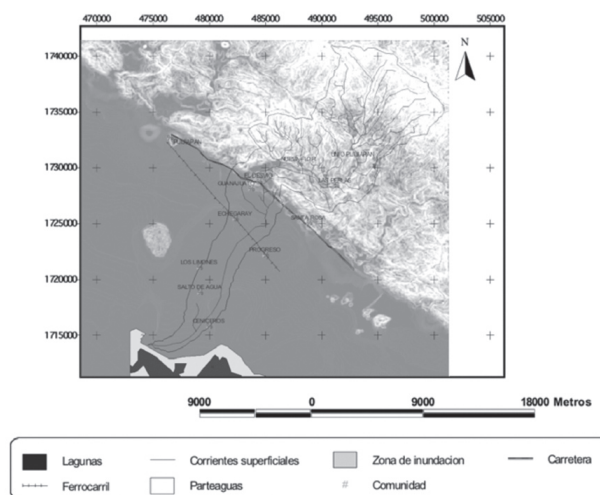


Figura 5. Plano de pendientes de la cuenca del Río Coapa.

Tabla 2. Climas presentes en la Región del Río Coapa.

Tipo/subtipo	Símbolo
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	Am
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	A(w2)
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	ACm

El régimen pluvial lo determina el ingreso de humedad por parte del Océano Pacífico. El estiaje está definido en los meses de noviembre a abril con menos del 10% de la precipitación (hp) anual en el periodo y la hp anual promedio es de 2,310 mm de los cuales el 95% del total de lluvia se distribuye de mayo a octubre (Fig. 6). Las avenidas se definen de mayo a octubre con un comportamiento torrencial; debido a su ubicación geográfica, la incidencia de los ciclones sobre la región es de las más altas en el país (Fig. 7).

Suelos. Los suelos que predominan son el limo-arenoso de origen granítico, originados por el arrastre y depósito de corrientes que bajan de la sierra, también existen afloramientos de suelos ígneos extrusivos en las inmediaciones de los conos laterales del parteaguas, mientras que las zonas más cercanas a la costa presentan suelos originados por el depósito de materiales aluviales y litorales; finalmente en la parte sureste de la costa se encuentran en menor escala algunos vestigios de materiales calcáreos. La clasificación de acuerdo a INEGI (1985), es litosol, regosol, solonchak y luvisol. Además existen suelos de tipo secundario como fluvisol y gleysol. La clase textural varía de acuerdo a la zona; en la sierra predomina la textura mediana y gruesa, en la planicie predomina la textura gruesa y en la parte cercana al mar predomina la textura fina. (Tabla 3; Cuanalao et al., 1989; Márquez, 2000).

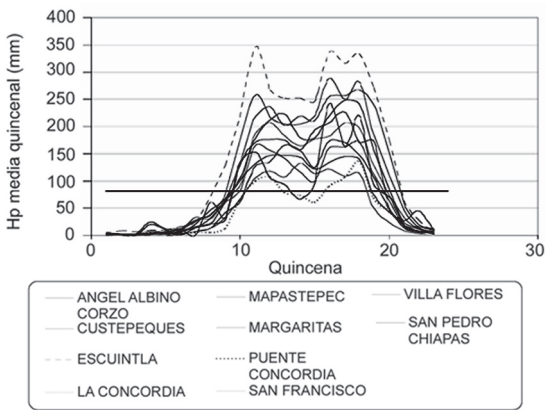


Figura 6. Precipitación media mensual hp registrada en las principales estaciones pluviométricas ubicadas en la costa del estado de Chiapas.

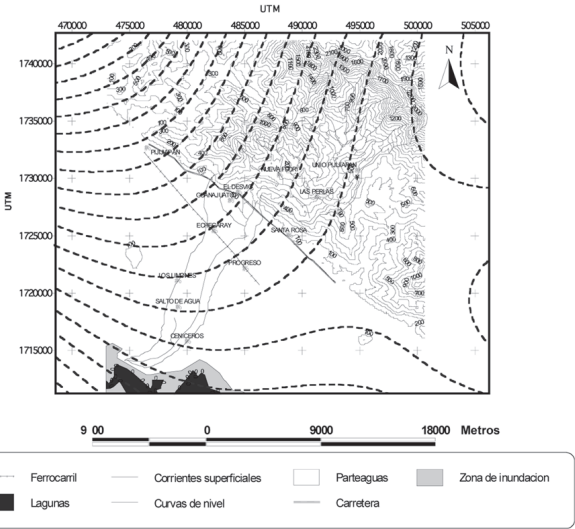


Figura 7. Plano de isoyetas medias anuales de la cuenca del Río Coapa.

Hidrología. Inmersa en la región hidrológica No. 23, Costa de Chiapas, que incluye a las cuencas de los Ríos Pijijiapan, Río San Diego y el Río El Porvenir. El Río Coapa tiene una importante red de corrientes tributarias que lo alimentan, su patrón de drenaje es dendrítico de orden cuatro, con un índice de co-rrientes de 0.153 km/km² e índice de bifurcación de cuatro; los tres parámetros son representativos un sistema bien drenado de respuesta rápida ante cualquier evento de lluvia, y por ende, generador de grandes picos de escurrimiento. Así mismo, el tiempo de concentración es de 2.75 hr, tiempo relativamente corto de entrega de volúmenes de agua (Fig. 4).

Hidrológicamente es un sistema pequeño seccionado en dos partes; la parte alta tiene una eficiencia muy alta en la colecta y concentración de los escurrimientos, pero en contraparte, la zona de costa se caracteriza por tener una baja eficiencia en colecta y conducción de caudales, con bajo potencial de desa-rollo por parte del canal, por lo que se producen inundaciones recurrentes, aún para eventos de baja magnitud (Tabla 4).

Tabla 3. Principales unidades de suelo.

Unidad	Superficie (%)
Regosol	26.4
Luvisol	47.5
Litosol	23.8
Solonchak	2.3
Total	100.0

Tabla 4. Características hidrológicas de la Cuenca del Río Coapa.*

Característica	Valor
Área de la cuenca	161.4644 km ²
Perímetro	85.92099 km
Pendiente media	18.85 %
Altitud media	923.37 msnm
Longitud total de cauces	24.7239 km
Área lagunar	7.03132
Área de humedales	2.5895 km ²
Índice de bifurcación	3
Número de orden	4
Tiempo de concentración	2.75 h

* Información obtenida de SIG.

Los patrones de escurrimiento se determinan por la zona montañosa donde se originan los ríos tributarios, de carácter perenne; las serranías que aminoran su altura en dirección a la costa, generan cañadas con sistemas de drenaje bien integrados que confluyen en un solo canal conforme se acercan al pie de monte, dando origen a la zona de inundación sobre la llanura costera. Sobre la llanura, la corriente debiera desarrollar meandros libres y una gran cantidad de depósitos aluviales, sin embargo esta morfología ha sido modificada por las constantes rectificaciones y manejos que se han efectuado al río. Más hacia el sur se encuentra la última franja, en la que se desarrollan lagunas, esteros y pantanos, así como una amplia franja costera clasificada como Costa de Avance o Emergente; en esta parte se aprecian algunas barras y canales de marea.

Con una tendencia a la baja, el ritmo de las oscilaciones anuales se mantiene constante, de tal forma que si se realizara la integral por año (volumen anual escurrido) es notorio un fuerte decremento en los volúmenes anuales registrados. Es importante señalar que la estación de registro se encuentra ubicada sobre la zona de transición entre la cuenca alta y la planicie costera, adicionalmente, a partir de 1986 la estación hidrométrica fue

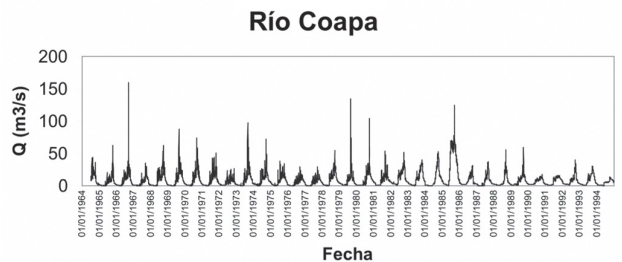


Figura 8. Descarga promedio diaria para la estación Coapa, Río Coapa (1984-1994).

reubicada 500 m aguas debajo de la posición original (más adentro de la planicie costera). También podemos observar que los picos superiores a los 100 m³/seg se repiten con cierta regularidad, por lo que son fácilmente asociables a fenómenos extremos (Fig. 8).

Vegetación. En el ámbito nacional, se han realizado numerosos estudios para evaluar la cobertura vegetal de México, cuantificar los volúmenes maderables disponibles; estimar la tasa de pérdida de la cobertura vegetal y los usos a los cuales cambian las superficies antes forestadas (Rzedowski, 1978; INEGI, 2000; SARH, 1960, 1985 y 1991; Palacios et al., 2000; Masera et al., 1997, 2001). Chiapas es uno de los estados con mayor índice de densidad y diversidad de recursos naturales, donde sobresale la alta calidad de estos y se refleja en la enorme variedad de ecosistemas como son las selvas, bosques y humedales costeros (Galván et al., 1999). Según Miranda, el estado de Chiapas está dividido en siete regiones florísticas o fitogeográficas, de las cuales cuatro incluyen a la Sierra Madre. De manera general y de acuerdo con la descripción de cada tipo de vegetación por Castillo (1996), a continuación se mencionará la caracterización de las asociaciones vegetales presentes por orden de altitud (Fig. 9).

Sabana costera. Este tipo de vegetación inducida se ubica en altitudes de 100 a 300 msnm; en la cuenca ya no se presenta esta vegetación, aún cuando entidades como la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”, SEMARNAT y el IHN la reportan; se identifican los manglares asociados a los humedales y llanuras de inundación con una presencia del 0.36% del área de la cuenca, mas no la sabana costera como tal. Tanto esta vegetación como la riparia está totalmente sustituida por pastizales para ganadería. Se realizó un cuadrante en la zona que debiera albergar a esta vegetación, sin

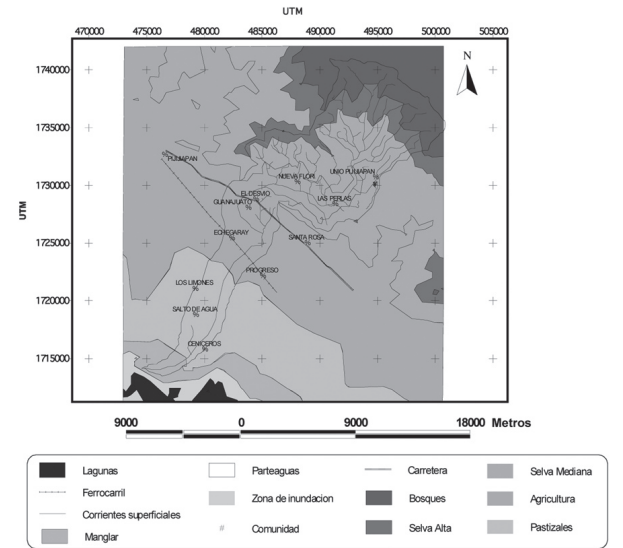


Figura 9. Tipos de vegetación ubicados en la cuenca del Río Coapa.

encontrar algún individuo que la represente; la recuperación de éste habitat dependería de la importación de vegetación de las cuencas vecinas que aún la presenten (Fig. 10).

Bosque tropical subcaducifolio. Este tipo de vegetación se presenta en gradientes de altitud 300 a 800 msnm. En la cuenca se encuentran algunos remanentes de esta vegetación, sobre todo en la laderas mas empinadas y sobre el parteaguas; de acuerdo con el método de los cuadrantes, se identificaron los parámetros de altura, diámetro al pecho (DAP) y cobertura expresada como diámetro de copa en relación al área de la planta. La vegetación existente identificada es cedro, Capul y Lumbricero en la fase arbórea; en la fase arbustiva están Espino blanco y Carnero. La altura promedio es de 8.0 m, DAP de 0.42 y la cobertura de 6.0 m/m²; en la fase arbustiva la altura promedio es de 1.0 m y la cobertura de 1.2 m/m². El estado de sanidad reportada se estima en 35%, mas bien bajo, y con una relación de extensión menor al 1.7%. Estos indicadores nos muestran que este tipo de vegetación está altamente impactada y se considera que está en franco retroceso o extinción dentro de los límites de la cuenca. Los pocos manchones identificados son remanentes de la vegetación preexistente, por lo que son mas bien individuos viejos y con pocas posibilidades de disgregación.

Bosque de coníferas y encinos. En la cuenca se identifica a través de imagen satelital una franja de este tipo de vegetación, sobre la cresta mas alta de la serranía con altitudes que van de 300 a 1500 msnm; se encuentra contenida por la zona de cañadas y pendientes mas abruptas. Su relación de extensión es del 4.5% por lo se considera tiene muy poca influencia hacia las laderas y cuevas que le siguen. En este tipo de vegetación no se realizó cuadrante.

Selva baja caducifolia. Este tipo de vegetación se presenta en gradientes de altitud de 400 a 850 msnm. En la cuenca se encuentran algunos remanentes de esta vegetación, sobre el parteaguas; la vegetación existente identificada es cedro, Capul y Lumbricero en la fase arbórea; en la fase arbustiva están Espino

blanco, caoba y Carnero. La altura promedio es de 20 m, DAP de 0.70 y la cobertura de 12.5 m/m², en la fase arbustiva la altura promedio es de 1.5 m y la cobertura de 2.5 m/m². El estado de sanidad reportada se estima en 51%, un promedio mas alto que las vegetaciones mas cercanas a la costa, pero en contraste la relación de extensión del 6.9 % Estos indicadores nos muestran que este tipo de vegetación es remanente de la ve-getación original, los individuos son muy viejos. Los manchones identificados son remanentes de la vegetación preexistente.

Selva alta subperennifolia. Este tipo de vegetación se encuentra entre los 1000 y los 1400 msnm sobre laderas de gran inclinación y predominantemente rocosas. Los remanentes de esta vegetación se ubican sobre el parteaguas; la vegetación existente identificada es cedro, Espino blanco, cedro, Capul, Lumbricero, la altura promedio es de 30.0 m, DAP de 0.20 y la cobertura de 15.94 m/m², en la fase arbustiva la altura promedio es de 1.4 m y la cobertura de 2.0 m/m². El estado de sanidad reportada se estima en 78%, que la define como la vegetación mas conservada de la cuenca; la relación de extensión es del 15.1%. Estos indicadores nos muestran que este tipo de ve-getación es remanente de la vegetación original, como sistema vegetativo está conservado (Fig. 11).

Bosque mesófilo de montaña. Este bosque se ubica entre las altitudes de 1,200 a 1,800 m. En la cuenca se identificaron remanentes de esta vegetación, sobre todo en las inmediaciones de los arroyos y cañadas, que por su fisiografía le proveen la humedad requerida sin llegar a estados de niebla. Los manchones son muy pequeños, muy dispersos y bastante ralos respecto a la densidad de los individuos cubriendo una extensión del 3.4% de la cuenca. Se identifica una presencia de tan sólo el 0.03% de las especies asociadas, con un índice de sanidad entre el 27 y 35% que es mas bien bajo. Los individuos censados son mas bien vegetación remanente, con edades estimadas mayores a los 50



Figura 10. Vegetación de sabana costera ubicada en la cuenca del Río Coapa.



Figura 11. Selva alta subperennifolia ubicada en la cuenca del Río Coapa.

años, bajo potencial de diseminación y en estado de estrés por la competencia de los pastizales.

Selva mediana (bosque tropical perennifolio). Se ubica entre los 1,800 y los 2,400 msnm; la vegetación existente identificada es cedro, Espino blanco, cedro, Capul, Lumbricero, la altura promedio es de 20.0 m, DAP de 0.70 y la cobertura de 7.06 m/m², en la fase arbustiva la altura promedio es de 1.5 m y la cobertura de 2.8 m/m². El estado de sanidad reportada se estima en 58%, que la define como una vegetación mas bien conservada de la cuenca; la relación de extensión es del 7.9%. Estos indicadores nos muestran que este tipo de vegetación es remanente de la vegetación original, como sistema vegetativo está conservado.

Selva baja perennifolia. (bosque tropical perennifolio). Este tipo de vegetación está en las zonas altas arriba de los 1,450 hasta 2,200 msnm. La vegetación existente identificada es cedro, Espino blanco, cedro, Capul, Lumbricero, la altura promedio es de 20.0 m, DAP de 0.70 y la cobertura de 7.06 m/m², en la fase arbustiva la altura promedio es de 1.5 m y la cobertura de 2.8 m/m². El estado de sanidad reportada se estima en 58%, que la define como una vegetación mas bien conservada de la cuenca; la relación de extensión es del 12.3%. Estos indicadores nos muestran que este tipo de vegetación es remanente de la vegetación original.

Vegetación secundaria. Debido a las prácticas agrícolas tradicionales que realizan los asentamientos humanos esta-blecidos en la región (roza-tumba-quema), surge una asociación vegetal que de acuerdo al disturbio, clima, suelo y altitud, está compuesta de numerosas y variadas especies, tanto herbáceas como arbustivas y en ocasiones arbóreas. Comúnmente son llamados



Figura 12. Pastizal inducido ubicado en la parte baja de la cuenca del Río Coapa.

“acahuales” y son más frecuentes en los terrenos que sustentaban algún tipo de selva tropical. Esta vegetación está muy extendida a lo largo de la cuenca, se asocia a terrenos agrícolas y pastizales en descanso, por lo que su ubicación no está limitada a patrones altitudinales o de pendiente. En estas parcelas no se realizaron evaluaciones de cuadrantes, pero se estima que el 0.44% de la cuenca presenta esta vegetación (Fig. 12).

Los pastizales y agostaderos son de dos tipos: naturales e inducidos; los primeros se basan en especies endémicas como el hijito, mientras que los inducidos son pastos de alto rendimiento y alguna tolerancia al medio como jaragua y estrella. El tipo de ganadería que prevalece en la cuenca es extensiva sobre potreros; las especies de pastos inducidas en la zona son jaragua

Tabla 5. Explotación de los recursos por parte de la población.

Definición de sistemas	Explotación	Sector de cuenca				
		Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Planicie de inundación	Humedales
Suelos	Directa	Sin uso	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal Agricultura de riego	Sin uso
	Indirecta	Sin uso	Ganadería	Ganadería	Ganadería Bordos de protección	Bordos de protección
	Extracción	Sin Uso	Sin uso	Material de construcción	Material de construcción	Material de construcción
Vegetación	Directa	Madera (construcción muebles Leña) Plantas (medicinales comestibles)	Madera (construcción muebles Leña) Plantas (medicinales comestibles) Fauna para alimentación	Plantas (medicinales comestibles)	Madera (leña) Plantas (medicinales) Fauna para comestibles)	Madera (leña) Plantas Fauna para alimentación
	Indirecta	Plantas ornato	Plantas ornato	Plantas ornato	Plantas ornato Fauna para venta	Ecoturismo

Hidrobiológica

Tabla 5. Continuación.

Definición de sistemas	Sector de cuenca					
	Explotación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Planicie de inundación	Humedales
	Extracción	Fauna protegida (ilegal)	Fauna protegida (ilegal)	Fauna protegida (ilegal)		Pesca de camarón, Especie de escama y moluscos
				Fauna para venta (piguas)	Fauna protegida	
Agua	Tipo de aprovechamiento	Sin aprovechamiento	Toma directa (rústica)	Pozos rústicos (noria)	Pozos rústicos (noria)	
			Captación de manantiales	Pozo profundo (CNA, particular)	Pozo profundo (CNA, particular)	
				Toma directa al río	Toma directa al río	Pesquería
Cuerpo explotado	--	Río y arroyos	AcuíferoRío	AcuíferoRío	Laguna	
Uso	--	--	Riego agrícola	Doméstico	Doméstico	
			Doméstico	Riego agrícola	Riego agrícola	
			Saneamiento	Saneamiento	Saneamiento	
				Agua potable	Agua potable	Producción pesquera
	Calidad	Buena	No cumple norma	No cumple norma	No cumple norma	No cumple norma
	Disposición	---	Río y arroyos	Río	Río y laguna	Laguna

(Hyparrhenia rufa (Ness) Stapf.), estrella (Cynodon plectostachyus P.), gigante o camalote (Pennisetum purpureum Schumach.) y zacatón (Panicum maximum Jacq.) (SPP/INEGI) y alcanzan una extensión del 27.73% del área de la cuenca (Fig.12). A continuación se presenta los tipos de vegetación y su distribución porcentual por cobertura sobre la cuenca (Tabla 5; Figs. 13, 14).

Sistemas productivos. En la parte productiva, se tiene identificadas las principales actividades a nivel económico, de producción agrícola para el mercado, y de subsistencia; las prácticas productivas son un factor determinante en el uso y potencial productivo de la tierra, donde se ubican y delimitan las áreas agrícolas, pecuarias, forestales, asociaciones especiales de vegetación y áreas desprovistas de vegetación (Galván, 2003). Los sistemas productivos son artesanales, de muy baja incorporación de tecnología; el principal soporte esta en el PROCAMPO, que actualmente cubre el 15.3% de la cuenca (SAGAR, 2000) en dos ciclos primavera-verano y otoño-invierno (P-V y O-I); el total de los recursos obtenidos son destinados para la compra de fertilizantes y herbicidas. La semilla que utilizan es criolla, misma que obtienen de la cosecha anterior. Los rendimientos promedio por hectárea van desde 600 Kg en la semilla criolla a 1,200 Kg para las semillas mejoradas, dependiendo de las condiciones del suelo y del clima. El cultivo en el ciclo P-V es de temporal mientras que el de O-I es de chahuite (por humedad residual en el suelo).

La agricultura es de autoconsumo, sobre maíz, junto con algunas gramíneas de soporte alimentario, como el frijol y lenteja, hortalizas básicas como el jitomate, chile, calabaza y

chicharo; estos últimos se cultivan en microparcels domésticas, o bajo la modalidad de traspatio. Además existen algunos frutales como el melón y sandía. Los frutales perennes como el mango, tamarindo y aguacate además de ser de traspatio, cumplen funciones de lindero, ornato o protección, por lo que no reciben cuidados específicos o manejos propiamente agrícolas. Las labores de cultivo del maíz emplean técnicas tradicionales, realizadas manualmente con machete, coa y azadón; el surcado es con yunta de bueyes y arado, o arado manual, dando los 3 movimientos de tierras: volteo, rastra y arado, que son altamente impactantes para el medio (Galván, 2000). Hasta hace al menos tres años, aún se practicaba la roza-tumba-quema con los consiguientes patrones de labor-descanso por parcela. Las parcelas tienen una extensión promedio de una ha y un tiempo de explotación máximo de seis ciclos (tres años), a partir de los cuales los rendimientos disminuyen al grado de ser necesario “dar descanso” a la parcela, es decir, se regeneren nutrientes en el horizonte superior de suelo, dejando que se asiente vegetación secundaria (acahual) por al menos dos años. Este esquema de manejo ha entrado en un proceso de erradicación a través de incentivos económicos derivados del PROCAMPO, además del soporte técnico y educacional hacia los agricultores (SAGAR, 2000).

Los pastizales y agostaderos son naturales e inducidos; los primeros son especies endémicas como el camalote e hijito, mientras que los inducidos son de alto rendimiento y alguna tolerancia al medio como pagola, transval y estrella. Las características más sobresalientes de la ganadería en la región son sobre la cría de becerros para ordeña permanente, la engorda



Figura 13. Pastizal natural ubicado en las laderas intermedias de la cuenca del Río Coapa.

de novillos, y la explotación lechera, aunque la mayoría es para subsistencia y una fracción mínima se destina al mercado local. El ganado es de doble propósito (leche y carne) sobre las razas criolla, cebú, suizo y cebú –suizo (Galván 2000). De acuerdo con las encuestas levantadas, se identificaron 3 formas de explotación de los recursos, directa, indirecta y extracción. La tabla 5 muestra como se lleva a cabo la explotación por subsistema.

Por todo lo anterior es posible establecer que la dinámica de la cuenca, en términos hidrológicos, está dividida en dos partes; la primera se asienta desde el parteaguas superior hasta el borde de la planicie de costa incluyendo la zona de transición, se caracteriza por tener pendientes mayores al 5%, ser una zona altamente plegada, con presencia de cañadas, lomeríos y cuevas. Los perfiles de suelos van de someros a medianamente profundos (0.30 a 12 m) y sobre todo, descansa sobre una fase litológica altamente consolidada; el resultado de éstas características es la generación de una subcuenca de fase superficial, de alto grado de bifurcación y avenamiento, con micro áreas bien definidas de colecta de escurrimiento, cauces anchos y poco profundos, presencia de materiales aluviales y de rodamientos (arenas gruesas a cantos y boleas) y respuesta rápida ante cualquier evento con picos de escurrimiento. También en esta subcuenca es que se presentan las láminas de lluvia más intensas (2,400 mm/año), asociadas a un patrón altitudinal, siendo la cota más baja los 2,200 mm/año.

La segunda parte está sobre la zona de planicie; es una subcuenca conectada directamente a la zona alta por un solo canal –El Desvío- donde se concentran la totalidad de los escurrimientos. Se caracteriza por tener pendientes menores al 1%; su formación ha sido reciente por ser una costa de avance y el principal fenómeno es el depósito de sedimentos marinos y continentales con materiales de diámetros entre arenas medias a gruesas, la porosidad del perfil rebasa el 40%, y por ende presenta un potencial de infiltración hasta del 30% de los volúmenes



Figura 14. Pastizal natural ubicado en la parte baja de la cuenca del Río Coapa resistente a suelos salinos e inundables.

de agua que recibe. Por ser materiales de arrastre, la materia orgánica es prácticamente nula y el proceso de cementación también; la combinación de estos atributos genera una fase subterránea de potencial medio-alto que por su colindancia con el mar, permiten un flujo libre ingreso de agua marina, o bien la salida de agua continental hacia el mar a través del estrato poroso. Esta dinámica se aprecia en los niveles freáticos relativamente someros, los múltiples aprovechamientos de agua subterránea, y la existencia de zonas de humedal en las partes más bajas y cercanas a la costa, que en diversos momentos del año presentan algún grado de salinización.

La combinación de ambos sistemas, uno de respuesta rápida y uno de acumulación, es lo que ha permitido la existencia y sanidad de las lagunas y manglares costeros. En especial, los tiempos de concentración se diferencian en el orden de días – la parte alta le corresponde de 2.75 hr, mientras que la parte baja es de 6.78 meses- provoca que la subcuenca baja funcione en términos de amortiguamiento hidrológico, así como administrador a lo largo del año, del agua. De otra forma: si no existiera el acuífero de la subcuenca baja, el sistema perdería el total del agua en el mismo día en que se presenta la lluvia, sin embargo, es capaz de retenerlo hasta por medio año, induciendo un escurrimiento subsuperficial hacia la laguna del 30% de los escurrimientos recibidos en la cuenca alta.

Debido a todo lo anterior, es que se vuelven imprescindibles las acciones de conservación de la cuenca alta, por un lado, y por el otro, de restitución de las dinámicas hidrológicas y en particular, de los tiempos de concentración, retención y circulación hidrológica a través de las dos subcuencas, dado que estos parámetros son los que condicionan la existencia de las lagunas.

REFERENCIAS

- ALFARO R. J. 1999. *Diagnóstico comunitario y propuestas para el desarrollo sustentable en el ejido Salto de Agua, Municipio de Pijijiapan, Chiapas*. Reserva de la Biosfera "La Encrucijada". Acapetahua Chis. 25 p.
- CASTILLO. H. J. J. 1996. *Vegetación de la Reserva de la Biósfera "La Sepultura", Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 76 p.
- CNA, IMTA. 1995. Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) CD. Datos climatológicos.
- CONTRERAS, E. F. 1993. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. CONABIO-UAM. México D. F. 415 p.
- CUANALAO D.C.H., T.E. OJEDA, O. A. SANTOS & S. C. A. ORTÍZ. 1989. *Provincias, regiones y subregiones terrestres de México*. Colegio de Posgraduados Centro de Edafología. Chapingo. 197 p.
- FAO, 2001. *Declaración final del foro mundial sobre la soberanía alimentaria*. La Habana Cuba. 3 p.
- GALVÁN F. A. 2000. Caracterización hidrológica de la cuenca del río Coapa, Chiapas. Base para el manejo de cuenca. Instituto de historia natural estado de Chiapas; Instituto Nacional de Ecología, Universidad Autónoma Metropolitana, diciembre. 65 p.
- GALVÁN F. A. 2005. Diseño de un plan de manejo integral de una cuenca costera. IX Congreso de investigación en Ciencias Administrativas. Universidad Autónoma de Yucatán; Facultad de Contaduría y Administración. Mayo. Revista electrónica.
- GALVÁN F. A., R. E. GÓMEZ, & M. H. VÉLEZ. 1999. *Caracterización hidrológica de la cuenca del Río Coapa*. Instituto de Historia Natural. Instituto Nacional de Ecología. Reserva de la Biosfera "La Encrucijada". 87 p.
- GALVÁN, F. A. 2003. "Determinación de los espacios de intervención en una cuenca costera". Memorias del III Congreso Latinoamericano de manejo de cuencas hidrográficas. FAO, UNESCO, Banco Mundial, Red Latinoamericana de cooperación técnica en manejo de cuencas hidrográficas. Instituto Nacional de Recursos Naturales, gobierno de Perú. Arequipa Perú, junio. (Revista Electrónica)
- INEGI. 1985. *Síntesis Geográfica del Estado de Chiapas*. México 87 pp.
- INEGI. 1990. *Los Municipios del Estado de Chiapas*. México. pp. 393-397.
- INEGI. 1995a. CIMA. CD. *Estadísticas agropecuarias y productivas*. México. INEGI. 1995b. *Cuadernos estadísticos del Estado de Chiapas*. México. pp 267-269.
- INEGI. 2000. CD. *Estadísticas agropecuarias*. México.
- INEGI. 2001. *Resultados oportunos de Censo Poblacional 2000*. Tomo I, Tabulados básicos. Estado de Chiapas. México. pp 157-167.
- MÁRQUEZ G. A. Z. 1999. *Batimetría, sedimentología y corrientes superficiales del sistema lagunar Carreta-Pereyra, Chiapas*. Informe Técnico. Reserva de la Biosfera La Encrucijada-Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 25 p.
- MÁRQUEZ G. A. Z. 2000. *Batimetría, sedimentología y corrientes superficiales del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas*. Informe Técnico. Reserva de la Biosfera La Encrucijada-Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 20 p.
- MASERA O., A. D. CERÓN & A. ORDÓÑEZ. 2001. "Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6: 291-312.
- MASERA, O.R., M.J. ORDÓÑEZ & R. DIRZO. 1997. Carbon emissions from Mexican forest. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4: 124-132.
- PALACIOS J. L., G. BOCCO, A. VELÁSQUEZ, J. F. MAS, F. TAKAKI-TAKAKI, A. VICTORIA, L. LUNA- GONZÁLEZ, G. GÓMEZ-RODRÍGUEZ, J. LÓPEZ-GARCÍA, M. PALMA, I. TREJO-VÁZQUEZ, A. PERALTA, J. PRADO-MOLINA, A. RODRÍGUEZ-AGUILAR, R. MAYORGA-SAUCEDO & F. GONZÁLEZ-MEDRANO. 2000. "La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del Inventario Forestal Nacional 2000". *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM. 43: 183-203
- RZEDOWSKI J. 1978. *La Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- SAGAR. 2000. *Estadísticas del sector agrícola, segundo semestre*. CD. México.
- SARH 1991. *Inventario Nacional Forestal de Gran Visión*. Reporte Principal. México. Subsecretaría Forestal. SARH. México 53 p.
- SARH, SPP. SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS Y SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO 1975. *Isoyetas medias anuales para la República Mexicana*. pp 6-8
- SARH. 1960. *Inventario Nacional Forestal*. Atlas por estado. Carta Chiapas. México.
- SARH. 1985. *Inventario Forestal del Estado de Chiapas*. SARH. Publicación especial No 58. México. 157 p.
- VARONA-CORDERO, F. & F. GUTIÉRREZ M. 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiológica* 13(3): 177-194.

Recibido: 14 de marzo de 2005.

Aceptado: 28 de abril de 2006.